

PROYECCIÓN CONTEMPORÁNEA DEL CICLO DEL PBI PERUANO CON DFM USANDO INFORMACIÓN SECTORIAL¹

Gino Gonzalo Beteta Vejarano

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Diciembre 2015

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo investigar las principales características de los ciclos de actividad económica en el Perú a través de un enfoque en dos etapas. Cabe mencionar que este documento se constituye como el primero en Perú en estudiar las propiedades de los ciclos económicos del PBI por sectores. Para ello, en una primera fase, se busca caracterizar el comportamiento de los ciclos económicos sectoriales por medio del uso de diversos estadísticos. En una segunda fase, se busca evaluar la construcción de un indicador que permita obtener una proyección contemporánea del ciclo del PBI a través de los ciclos sectoriales que estén más asociados a este por medio de la metodología de DFM (Dynamic Factor Model). Se encuentra que los sectores manufactura, comercio y agropecuario son los que poseen mayores movimientos cíclicos que el resto de sectores. De igual forma, los sectores de manufactura, comercio y servicios son los sectores cuyos ciclos económicos guardan mayor relación con el ciclo económico del PBI. Otro hallazgo importante es que el sector de electricidad parece adelantar un trimestre al ciclo del PBI. Por otro lado, el modelo final encontrado que incorpora el primer factor dinámico obtenido a través de DFM, el cual está correlacionado con los sectores comercio y manufactura, permite proyectar de manera contemporánea el ciclo económico del PBI.

ABSTRACT

This document is aimed at analyzing the characteristics of sectoral economic cycles in Peru in a two-step approach. In the first step, we seek to describe the cyclical properties of economic sector performance. In a second step, we leverage on the recently analyzed properties to nowcast the cyclical behavior of GDP using a Dynamic Factor Model (DFM). We find that manufacturing, commerce and agriculture sectors have more cyclical movements than the rest of sectors. Similarly, manufacturing, commerce and services are the most related sectors with the economic cycle of GDP. Another important finding is that electricity sector seems to lead the GDP cycle in one quarter. On the other hand, the final model obtained includes one DFM, correlated with commerce and manufacturing and allows to nowcast the cyclical component of GDP.

¹ Un agradecimiento especial a Daniel Morales Vásquez (Pontificia Universidad Católica del Perú) por sus valiosos comentarios y sugerencias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1. EVOLUCION DE LA ECONOMÍA PERUANA	5
1.1. EVOLUCIÓN DEL CICLO DE LA ECONOMÍA PERUANA	5
2. MARCO TEÓRICO Y ASPECTO METODOLÓGICO.....	8
2.1 ASPECTO METODOLÓGICO Y DATOS.....	10
2.2 TÉCNICAS PARA EL FECHADO DE LOS CICLOS Y LA DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE INFLEXIÓN.....	11
2.2.1 CICLOS CLÁSICOS	11
2.2.2 CICLOS DE CRECIMIENTO	12
2.3 ANÁLISIS DE LOS CICLOS	15
2.4 COMOVIMIENTOS DE LOS CICLOS.....	16
2.5 MODELO DE FACTORES DINÁMICOS (DFM).....	17
3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	18
4. MODELO DE FACTORES DINÁMICOS.....	23
5. ELECCIÓN DEL MEJOR MODELO DE NOWCASTING.....	26
BIBLIOGRAFÍA.....	31

INTRODUCCIÓN

El análisis de ciclos económicos es importante tanto para hacedores de política como para empresas. A los primeros, les permite poder adoptar políticas contra-cíclicas con debida anticipación. Para los segundos, les permite adaptar sus estrategias a tiempo: optar por acumular inventarios si perciben una recuperación en la economía o, por el contrario, reducir los mismos si conocen que una fase recesiva está próxima. Sin embargo, tener la certeza en torno a la fase actual en la que se encuentra la actividad económica es bastante complejo, debido a que los ciclos económicos son fenómenos no observables.

Con la finalidad de superar este problema, analistas y especialistas en áreas de estudios económicos revisan distintas fuentes de información a fin de conocer la fase por la que atraviesa la economía. Entre las distintas variables observadas, prestan principal atención a componentes sectoriales, en línea con la literatura internacional, la cual demuestra que es útil observar los sectores económicos². El Perú no es ajeno a esta realidad. Sin embargo, todos estos agentes hacen seguimiento de los sectores desde un punto de vista de monitoreo y casi visual, ya que hasta la fecha, la literatura aplicada y los reportes de análisis macroeconómicos publicados tanto por entidades públicas como privadas no han realizado un análisis riguroso de los ciclos económicos sectoriales. De hecho, hasta el momento, no se encuentran estudios exhaustivos en torno a la caracterización de los ciclos económicos sectoriales peruanos.

Así, investigar las propiedades de los ciclos económicos es importante tanto desde el punto de vista analítico como empírico. Un análisis más profundo puede permitir responder preguntas como ¿Qué sectores tienen ciclos más amplios? ¿Cuáles presentan ciclos más profundos? ¿Presentan igual comportamiento tanto en fases de aceleración como de desaceleración? ¿Cuán rápido se mueve un sector de una fase de aceleración a una de desaceleración, o viceversa?³ Todas estas preguntas carecen, hasta la fecha, de una respuesta rigurosa para el caso peruano. De igual manera, solo se ha realizado un único estudio de hechos estilizados para la economía peruana⁴, pero esta investigación solo estuvo basada en estudiar los ciclos económicos del PBI por el lado del gasto. Así, este estudio se constituye como el primero en estudiar las características de los ciclos económicos del PBI por el lado de los sectores productivos.

Si bien para los analistas económicos es importante conocer la dinámica sectorial desagregada, es aún más importante tener conocimiento en torno al estado de la economía. Para ello, estiman indicadores líderes basados en diversas metodologías⁵ con

² Ver Artis et. Al (1997), Christoffersen (2000), Everts (2006), Cartaya et. Al (2010),

³ Ver Hornstein (2000), Reijer (2007), Erdogan y Sahinoz (2010).

⁴⁴ Castillo, Montoro y Tuesta (2006).

⁵ Agregación de series ponderadas (Zarnowits y Boschan, 1975), Ponderaciones a través de modelos de mínimos cuadrados ordinarios (Auerbach, 1982), Factores dinámicos (Stock y Watson, 1989), Redes

la finalidad de anticipar la evolución de la actividad económica agregada. En Perú, se ha avanzado mucho en este sentido para tener una única medida adelantada que permita conocer cómo se encuentra la economía de manera contemporánea.⁶ Sin embargo, un método utilizado recientemente y que ha presentado buenos resultados para el desarrollo de indicadores líderes o coincidentes es el Modelo de Factores Dinámicos (DFM) por tener un mejor poder predictivo respecto de otros modelos convencionales (Flores, 2015). Asimismo, permite modelar explícitamente la inercia en el ciclo económico, ya que incorpora un componente autorregresivo y permite eliminar movimientos idiosincráticos, como resultados de errores de medición. De igual manera, esta metodología permite analizar series con comportamientos no lineales bajo distintos regímenes (Correal y Peña, 2008), comportamientos que no son recogidos plenamente por indicadores cíclicos del PBI actuales. Finalmente los DFM permiten tratar con conjuntos de información bastante grandes sin presentar el problema de escasez de grados de libertad, como lo poseen los análisis basados en regresiones. No obstante, a pesar de todas estas bondades, hasta el momento esta metodología sigue sin aplicarse, en general, en Perú.

En suma, este documento tiene como objetivos caracterizar los ciclos económicos sectoriales en Perú, y a partir de este análisis, plantear un indicador coincidente de actividad económica basado en DFM que demuestre ser superior a las metodologías de medición del ciclo del PBI actuales y por lo tanto, pueda ser de suma utilidad para el monitoreo de la dinámica de la economía en el corto plazo que realizan analistas económicos, hacedores de política y empresas privadas, a fin de que puedan tomar decisiones más óptimas. Cabe recalcar que este estudio se constituye como el primero en estudiar los ciclos económicos del PBI por el lado de los sectores productivos.

Entre los hallazgos más importantes de este documento se puede destacar que los sectores de manufactura, comercio y agropecuario son los que poseen mayores movimientos cíclicos que el resto de sectores. De igual forma, los sectores de manufactura, comercio y servicios son los sectores cuyos ciclos económicos guardan mayor relación con el ciclo económico del PBI. Otro hallazgo importante es que el sector de electricidad parece adelantar un trimestre al ciclo del PBI. Por otro lado, el modelo final encontrado, que incorpora el primer factor dinámico obtenido a través de DFM, permite proyectar de manera contemporánea el ciclo económico del PBI.

El presente documento se distribuye de la siguiente manera: la sección 1 muestra la evolución de la economía peruana, la sección 2 muestra la metodología y el marco teórico, la sección 3 presenta los resultados revelan las características de los ciclos económicos sectoriales así como su comovimiento entre ellos. La sección 4 presenta la estimación del modelo a través de DFM, mientras la sección 5 muestra el proceso de elección del mejor modelo. Finalmente, la sección 6 presenta las conclusiones del documento de investigación.

Neuronales (Swanson y White, 1997) y Método de Estandarización con ponderaciones inversas a la volatilidad (Conference Board, 2001).

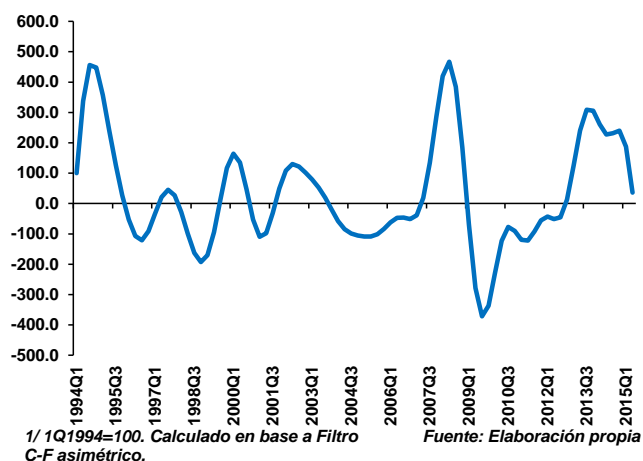
⁶ Ver Mendoza y Morales (2011).

1. EVOLUCION DE LA ECONOMÍA PERUANA

1.1. EVOLUCIÓN DEL CICLO DE LA ECONOMÍA PERUANA

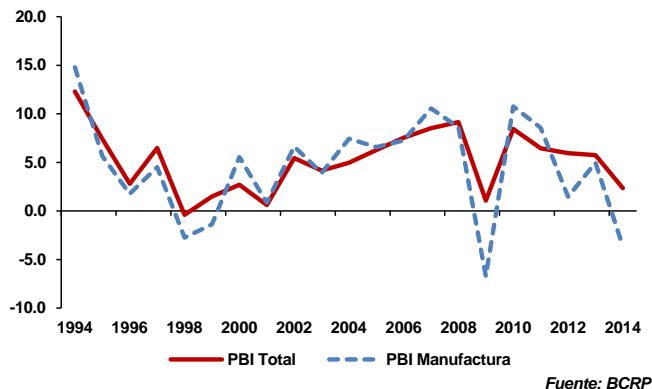
Luego de atravesar por un periodo de crisis a fines de los 80's, durante el periodo de estudio 1994-2012 la economía peruana pasó por una primera fase de reformas estructurales, las cuales en primera instancia favorecieron a estabilizar el nivel de inflación en la economía, a impulsar políticas de apertura comercial y financiera, así como a retirar los controles cambiarios existentes hasta entonces. Todo ello condujo a que en 1994 el PBI registrara la tasa de crecimiento más alta desde 1978, liderado por el fuerte crecimiento del sector construcción (31%) producto de la fuerte inversión tanto privada (39%) como pública (30%), así como por el sector pesca (29%).

GRÁFICO 1: CICLO DEL PBI 1/



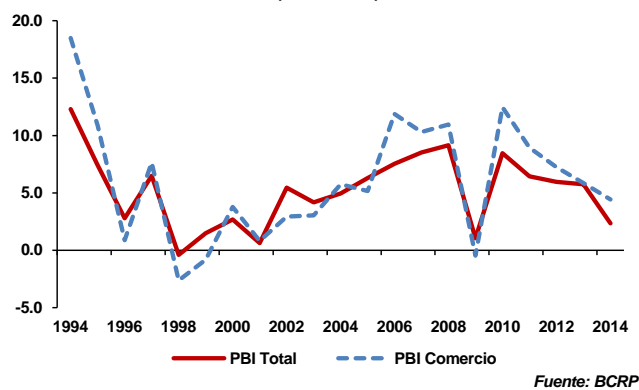
Sin embargo, la etapa de fuerte crecimiento fue afectada a fines de 1997 e inicios de 1998 debido a la ocurrencia del Fenómeno El Niño, el cual se constituyó como el tercer fenómeno más fuerte desde 1950 (NOAA, 1998). Esta anomalía climática afectó la producción agrícola (1997: 4.4%; 1998: 0.1%) y con mayor intensidad al sector pesquero (1997: -0.7%; 1998: -9.7%). Dado el encadenamiento del sector pesca a la manufactura primaria, la manufactura en conjunto también se vio afectada de manera importante (-2.7%) Sumado a este factor climático, también coincidió la presencia de crisis económicas en diversas zonas del mundo. El primer bloque en caer fue el bloque asiático, tras una devaluación declarada en Tailandia (Aghevli, 1999). Esto afectó, principalmente, al sector minero peruano (2000:0.9%), al crearse un entorno internacional de menores precios de metales, entre ellos, el cobre, el hierro y el plomo, aunque el impacto fue acotado.

GRÁFICO 2: PBI TOTAL Y PBI MANUFACTURA
(Var. % YoY)



Posteriormente, en 1998 la crisis en Asia detonó la crisis en Rusia y en Brasil, siendo este último país el que tuvo un mayor efecto contagio sobre el Perú a inicios de 1999 (Memoria BCRP, 1999). Dicho contexto externo adverso afectó al sector manufactura (-1.4%), por el menor crecimiento de los socios comerciales, así como al sector construcción (-10%) durante ese año, dado el proceso de contracción del crédito y salidas de capitales, variables que afectaron el adecuado desempeño de la inversión privada (-15%). Adicionalmente, la fuerte salida de capitales en ese año generó una fuerte depreciación del tipo de cambio (15%), lo cual afectó severamente los ingresos de las familias y empresas, dada la elevada dolarización de la economía en ese entonces (cerca del 82% del crédito total era otorgado en moneda extranjera). Es así que, sectores ligados al consumo privado, como el sector comercio pasó de crecer 7.6% en 1997 a contraerse cerca de 3% en 1998 y 1% en 1999.

GRÁFICO 3: PBI TOTAL Y PBI COMERCIO
(Var. % YoY)

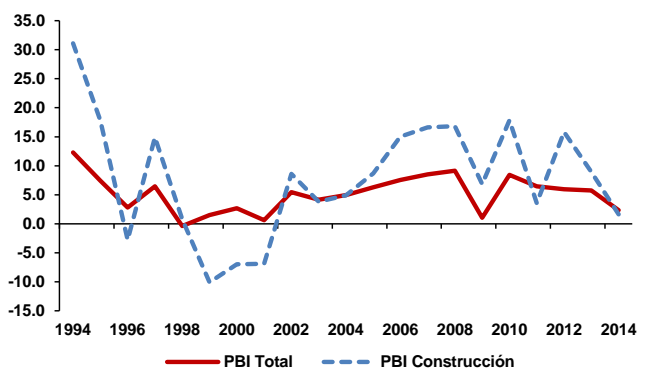


Luego de una leve recuperación observada a fines de 1999, la volatilidad en términos políticos por las elecciones del año 2000 en el país, así como la volatilidad en los mercados financieros internacionales por la crisis “punto com” en EE.UU. en el año 2001 (caracterizada por la fuerte caída de las acciones tecnológicas en la bolsa de valores norteamericana) comprometieron nuevamente el desempeño económico

peruano. Así, el PBI pasó de crecer 2.7% en el año 2000 a apenas 0.6% en el 2001. La respuesta por parte de la Reserva Federal de EE.UU. estuvo orientada a reducir su tasa de interés a niveles bastante bajos, lo cual, sumado al ingreso de China a la Organización Mundial del Comercio (OMC), implicó una mayor demanda por materias primas (Roache, 2012). Esta mayor demanda por materias primas condujo a un incremento persistente en los precios de las mismas y al inicio de un ciclo de inversiones significativo en economías emergentes.

De esta manera, la economía peruana fue una de las principales beneficiadas por este contexto que le permitió crecer 6,3% en el 2005 y 8.5% en el 2007., Un claro ejemplo del entorno de altos precios de materias primas y elevados niveles de inversión extranjera se reflejó en las altas tasas de crecimiento de los sectores minería (10% en 2005, la más alta desde 1979) y construcción (17% en 2007). Este proceso de expansión del crecimiento económico peruano continuó hasta fines del año 2008, año en que la crisis financiera global detonó. Sin embargo, en medio de la incertidumbre generalizada en los mercados financieros, el Perú se mostró resiliente ante este shock externo (Apoyo Consultoría, 2010). Precisamente dicha resiliencia estuvo apoyada por las elevadas reservas internacionales acumuladas durante el periodo 2003-2008 (representaron 26% del PBI), así como por la existencia de ahorros fiscales (Fondo de Estabilización Fiscal: 1.5% del PBI), los cuales le permitieron al gobierno aplicar medidas de política fiscal contra-cíclicas con la finalidad de reactivar la actividad económica. Así, si bien la economía se desaceleró abruptamente y paso de crecer 9.1% en el 2008 a 1% en el 2009, esta no dejó de crecer como lo hicieron la gran mayoría de las economías de la región. Un claro reflejo de las políticas contra-cíclicas ejecutadas, a través del mayor gasto en inversión pública, se puede observar en el sector construcción, el cual creció cerca de 7% en el 2009, siendo el sector económico más dinámico en ese año.

GRÁFICO 3: PBI TOTAL Y PBI CONSTRUCCIÓN
(Var. % YoY)



Fuente: BCRP

La recuperación económica peruana fue acompañada por un contexto de introducción de programas de estímulo monetario en EE.UU. (*Quantitative Easing*) que condujo a una reducción en los costos de financiamiento a niveles históricamente bajos y a un mayor flujo de capitales extranjeros hacia economías emergentes, entre ellas el Perú.

Esto, sumado al boom del sector construcción en China, contribuyó a que las materias primas mantuvieran una cotización elevada (Chivakul, 2015). Ello condujo a que la economía peruana crezca en promedio 7% entre el 2010-2012.

Sin embargo, a mediados del 2013 se empezaron a dar señales de desaceleración en la economía China mientras que en EE.UU. las autoridades de la Reserva Federal comenzaron a deslizar la idea de un eventual fin del programa de estímulo monetario. Estos dos choques externos generaron renovadas presiones depreciatorias sobre el tipo de cambio, presiones al alza sobre los costos de financiamiento y según algunos analistas, determinó el fin del super-ciclo (Rogers, 2004) de materias primas. Dichos factores se acentuaron en mayor medida durante el 2014, año en que se confirmó la franca desaceleración en China, destacando principalmente el sector inmobiliario, y en el que la Reserva Federal de EE.UU. decidió terminar con el programa de estímulo monetario, el cual llegó a inyectar hasta US\$85 mil millones al mes al sistema financiero. Así, un entorno externo desfavorable, caracterizado por menor crecimiento mundial, menores precios de materias primas, mayores costos de financiamiento y presiones al alza sobre el tipo de cambio, sumado a problemas de gestión de gobiernos regionales y locales, llevaron a que la economía peruana crezca apenas 2.4% en el 2014, destacando la contracción en los sectores minería (-1%) y pesca (-28%), además de la fuerte desaceleración del sector construcción (2% vs 2010-2013: 12%).

En suma, en los últimos 20 años, la economía peruana ha atravesado por tres periodos recesivos claros, el de 1998-1999, el de 2000-2001 y el de 2008-2009. Sin embargo, cada una de estas fases ha impactado de forma diferenciada al ciclo económico peruano, característica propia de un ciclo económico que posee un comportamiento no lineal (Rodríguez, 2007). A simple inspección visual, algunos sectores parecen ser coincidentes e incluso líderes con la actividad económica en su conjunto, por lo que es de suma importancia estudiar los ciclos sectoriales. Sin embargo para que esta información sea de utilidad, es necesario sintetizarla en algo legible a fin de tener una mejor idea de lo que pasa en conjunto. Por ello, es necesario tener un indicador único que posea un esquema informacionalmente superior al que el mismo PBI peruano posee.

2. MARCO TEÓRICO Y ASPECTO METODOLÓGICO

El ciclo está compuesto por dos fases, una fase expansiva o de auge y una contractiva o de recesión. Los puntos de giro o inflexión (PG) son aquellos puntos donde el ciclo económico cambia de fase. Este tipo de definiciones permiten clasificar a las variables de la economía según la concordancia temporal entre sus PG y los PG del ciclo económico. Para aquellas variables cuyo PG ocurre después del ciclo económico de la actividad económica se categorizan como retardadas. Así, aquellas variables cuyo PG ocurra en forma simultánea al de la actividad económica agregada se denominan coincidentes. Finalmente para aquellas variables cuyo PG ocurre antes del PG del ciclo de la actividad

económica en su conjunto se denominan adelantadas⁷. En cada una de las fases, el comportamiento de las variables que reflejan la “actividad económica agregada” es no lineal. Ello implica que la relación entre las variables sectoriales es diferente bajo un escenario de expansión que ante un escenario de recesión de la economía.

Dentro de las formas de medición existen dos grandes vertientes que aunque son diferentes, también son complementarias: los ciclos clásicos y los ciclos de crecimiento. Los primeros están basados en la metodología aplicada por el National Bureau of Economic Research (NBER), el cual se encargó de identificar las expansiones y recesiones del ciclo en Estados Unidos. Esta metodología busca identificar los puntos de giro (*turning points*) relevantes – cimas y valles – y definir una contracción que representa el tiempo que transcurre de una cima a un valle, y una expansión que representa el tiempo que transcurre de un valle a una cima. Este enfoque tiene la ventaja de que no es necesario modelar la tendencia y la pérdida del producto en una contracción ya que se encuentra bien definida y es de fácil medición. No obstante, la no modelación de la tendencia tiene implicancias importantes, ya que conlleva a hacer una elección exacta de los puntos de giro a través de una serie de decisiones metodológicas, cada una de las cuales tendrá un impacto significativo en los resultados. Para simplificar este procedimiento se han propuesto métodos no paramétricos que permiten identificar los puntos de giro partiendo del nivel de las series. La metodología empleada es el algoritmo realizado por Bry y Boschan (1971) y Artis et. Al (1995) para series mensuales. Cabe destacar que para el caso de los ciclos clásicos, una expansión solo es posible si el nivel de la serie está subiendo.

Los segundos (ciclos de crecimiento), en cambio, se basan en procedimientos paramétricos que permiten identificar las cimas y los valles de las series una vez extraída la tendencia. Para realizar esto, se opta por utilizar procedimientos estadísticos como métodos de cointegración (King, Plosser, Stock y Watson, 1987), VARs estructurales (Blanchard y Quah, 1989), cadenas de Markov (Hamilton, 1989) o métodos de filtrado de las series (Hodrick-Prescott, 1986; Filtro de Kalman, 1960; Baxter y King, 1999; Christiano y Fitzgerald, 2003). En este caso, la expansión solo tiene lugar si la mejora de la actividad económica supera su crecimiento tendencial.

La identificación de los puntos de giro permite realizar un análisis de concordancia estadística a nivel de actividades económicas por el lado de la oferta. El estudio cíclico a nivel de los sectores económicos permite determinar tendencias comunes en el crecimiento de las diferentes actividades económicas. Así, es posible evaluar aspectos relacionados con la convergencia del ingreso entre países.

Por otro lado, el análisis estructural puede ser utilizado para evaluar la efectividad de las políticas contracíclicas y/o identificar indicadores adelantados de actividad económica. Este análisis permite identificar los sectores que están más correlacionados con el ciclo, y

⁷ Burns y Mitchel (1946)

a partir de allí utilizar dicha información para elaborar políticas de inversión pública o políticas monetarias que favorezcan a estabilizar el ciclo económico.

Además, el análisis sectorial permite evaluar el impacto de los shocks a nivel de las actividades sobre la actividad económica agregada. Por medio de estos efectos, es posible determinar por ejemplo, cómo el cambio climático afecta la producción agrícola y esta, a su vez, a otros sectores.

2.1 ASPECTO METODOLÓGICO Y DATOS

Los ciclos económicos se definen como los movimientos que presenta una variable alrededor de su valor potencial. Una variable cualquiera se puede descomponer en los siguientes elementos⁸:

$$X_t = Z_t + C_t + T_t + S_t$$

Donde:

- Z_t es el componente irregular.
- C_t es el componente cíclico.
- T_t es el componente tendencial.
- S_t es el componente estacional.

Para remover el componente estacional es necesario descomponer la serie y extraer la parte estacional. De esta forma, para hallar las series desestacionalizadas se utilizó un software sofisticado llamado Tramo Seats +, el cual permite extraer los distintos componentes, de los cuales solo interesará obtener la serie desestacionalizada.

Para hacer la descomposición se elaboró un modelo que considerara los días de trabajo (6 parámetros pues cada día puede tener un efecto diferente). Además se incorporó una variable adicional a los componentes de los sectores económicos, la cual es el número de feriados que presentó cada mes en estudio.

Las series a desestacionalizar son el PBI agregado en niveles, así como también el PBI de cada sector. La frecuencia de las series es de tipo trimestral desde el 1Q1994 hasta el 2Q2015, con el objeto de ganar más grados de libertad para poder realizar el análisis de los ciclos.

Una vez obtenidas las series desestacionalizadas, falta extraer a la serie el componente tendencial para finalmente tener la parte cíclica de las series sectoriales. Existen diversos documentos de investigación que comparan los resultados obtenidos a través de diversas técnicas de descomposición de ciclo-tendencia como Hodrick-Prescott (1980), Baxter y King (1999) y Christiano-Fitzgerald (2003). Así, Alfonso et al. (2007) concluye que a pesar de que existen diferencias mínimas entre los resultados de estas técnicas de

⁸ Espasa y Cancelo (1993).

descomposición de ciclo-tendencia, las características principales son similares. Para fines de este trabajo, se optó por utilizar la metodología de Christiano-Fitzgerald asimétrico (2003), ello debido a que a diferencia de otras metodologías como Baxter y King, no se pierde información ni al inicio ni al final de la muestra, lo cual es útil para el estudio dada la corta extensión de información disponible.

2.2 TÉCNICAS PARA EL FECHADO DE LOS CICLOS Y LA DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS DE INFLEXIÓN

En este documento se realizarán dos métodos para el fechado de los ciclos que implican en primera instancia la determinación de un conjunto de potenciales puntos de inflexión (*turning points*). Esto se realiza con el objetivo de indicar los inicios y finales de las fases tanto expansivas como recesivas de las series. Si bien se mencionan los distintos métodos que se pueden utilizar, en este documento se utilizará la metodología de Artis et al (1995)

2.2.1 CICLOS CLÁSICOS

2.2.1.1 Algoritmo Bry – Boschan

Se aplica a las series univariadas para identificar los puntos de giro. Se debe seguir los siguientes pasos:

- Determinar los valores extremos. Se define valor extremo a aquel cuya tasa de crecimiento logarítmica es mayor que 3,5 errores estándar, comparado con los dos meses adyacentes. Incrementos o disminuciones permanentes en el nivel de las series no son consideradas como valores extremos.
- Determinación de ciclos en una media móvil de 12 meses con los valores extremos ya reemplazados.
 - Se identifican los puntos más altos (o bajos) dentro de los 5 meses.
 - Se aplican cambios de manera alternada, seleccionando los puntos que sean más altos entre las múltiples cimas (o los puntos que sean más bajos entre los múltiples valles).
- Determinación de turning points con la serie con estacionalidad.
 - Se identifican los puntos más altos y más bajos que lleven 12 meses en cada lado.
 - Aplicación de puntos alternantes por selección del más alto de múltiples cimas o el más bajo de múltiples valles.
 - Identificación de segmentos planos.
 - Identificación y exclusión de anomalías en posibles puntos de inflexión.
 - Identificación de ciclos cortos. (menores de 15 meses de cima a cima o de valle a valle).

- Regla de mínima amplitud. Debe ser al menos tan larga como 1 error estándar del logaritmo de las variaciones.
- Comparación de puntos de inflexión tentativos seleccionados para las series originales y las suavizadas.

2.2.1.2 Algoritmo de Artis

Es una versión simplificada del algoritmo de Bry-Boschan, para identificar los ciclos de negocios, es mucho más fácil de implementar y se construye siguiendo cinco pasos:

- Determinar los valores extremos.
- Determinar los ciclos en 7 meses de media móvil.
 - Identificar los puntos más altos (más bajos) en 12 meses en cada lado.
 - Aplicación de la alternancia de los puntos de inflexión a través de la selección de los más altos entre múltiples cimas (o más bajos entre múltiples valles).
- Determinación de turning points en la serie no suavizada.
 - Identificación de puntos más altos (más bajos). Una cima y un valle se siguen el uno al otro.
 - Aplicación de puntos alternantes por selección del más alto de múltiples cimas (más bajo de múltiples valles). La duración mínima requerida entre dos PG consecutivos (fase) es de tres trimestres.
 - Identificación de segmentos planos.
 - Identificación y exclusión de fases anómalas entre los posibles puntos de inflexión.
 - La duración mínima requerida entre dos PG alternantes (ciclo) es ocho trimestres
 - Si más de un valor extremo es hallado en una fase, la última observación se seleccionará como punto de giro.
 - Regla de mínima amplitud requiriendo que la amplitud de una fase (cima a valle, o valle a cima) sea al menos tan larga como 1 error estándar del logaritmo de la serie diferenciada.
- Comparación de puntos de inflexión tentativos seleccionados para las series originales y las suavizadas.
- Exclusión de posibles puntos de inflexión de series no suavizadas que no corresponden a cambios similares (5 meses) de media móvil.

2.2.2 CICLOS DE CRECIMIENTO

2.2.2.1 Filtro Hodrick-Prescott

Con el filtro se extrae la tendencia, se calculan los desvíos del PIB observado de dicha tendencia y de allí se deducen los períodos expansivos y recesivos. A efectos de esta investigación se definen los ciclos recesivos cuando la diferencia entre la serie observada y la tendencia resulta en un signo negativo por dos o más trimestres consecutivos. Por contraste, los ciclos expansivos son el resultado de una diferencia positiva entre la serie observada y la tendencia por dos o más trimestres consecutivos. El filtro pasa por resolver:

$$\text{Min} \sum \left[(y_t - \tau_t)^2 + \lambda ((\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1}))^2 \right]$$

Donde τ_t es el componente de largo plazo, y el componente $(y_t - \tau_t)^2$ es el que define comportamiento cíclico de las series. De otro lado, el parámetro λ controla la “suavidad” en el ajuste de las series con tendencia. Así, cuando λ tiende a cero, la tendencia se aproxima a los valores actuales de y_t , mientras que cuando λ tiende al infinito se convertirá entonces en una tendencia lineal.

El planteamiento en su forma matricial tiene la siguiente estructura:

$$\text{Min} (y - \tau)' (y - \tau) + \lambda (A\tau)' (A\tau)$$

En donde $y = (y_1, y_2, \dots, y_T)$, $\tau = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_T)$ y la matriz A viene dada por:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

La solución será:

$$\tau = (I + \lambda A'A)^{-1}y$$

Que representa la parte tendencial de la serie, mientras que la solución de la parte cíclica de la serie (C_t) será:

$$c = [1 - (I + \lambda A'A)^{-1}]y$$

Donde $c = (c_1, c_2, \dots, c_T)$

Hodrick y Prescott propusieron un valor de $\lambda = 1600$ para series trimestrales bajo el supuesto de que cualquier perturbación que tiene efectos durante 8 o más años

tiene carácter permanente. En Estados Unidos los ciclos económicos tienen una duración media de 5 años. Para series mensuales se suele utilizar 14400 y para series anuales se recomienda un valor igual a 10 (Baxter y King, 1999). Cabe resaltar que todas estas recomendaciones solo tienen aplicación para series de EE.UU.

2.2.2.2 Filtro de Christiano y Fitzgerald

Estos autores consideran el caso de que y_t existe solo para $t = 1, \dots, T$. Además se encargan de minimizar la función:

$$Q = \int_{-\pi}^{\pi} [\vartheta(e^{iw}) - \beta(e^{iw})]^2 f_y(w) dw$$

Donde el factor $\vartheta(e^{iw})$ representa la frecuencia de la función de respuesta de un filtro de paso de bandas óptimo, mientras que el factor $\beta(e^{iw})$ representa la frecuencia de la función de respuesta del filtro calculado. Finalmente $f_y(w)$ representa la función de densidad espectral de y_t . Esta forma que toma la función de pérdida enfatiza en que la solución del problema depende de las características de las series de tiempo de los datos filtrados, es decir, de la función de densidad.

A partir de la función de pérdida formulada se puede llegar a la función de pérdida asumida por Baxter y King (1999). En el caso de que y_t sea independiente e idénticamente distribuida, entonces $f_y(w) = 1$. Si a esto se agrega que las ponderaciones son simétricas la función de pérdida de Christiano y Fitzgerald será igual a la de Baxter y King.

Lo que diferencia a estos autores del filtro de Baxter y King es que no examinan variables distribuidas idénticamente e independientemente sino una serie de tiempo de estructura ARMA (1,q), es decir un paseo aleatorio:

$$y_t = y_{t-1} + \epsilon_t$$

Con la aproximación a un filtro de paso de bandas para un paseo aleatorio Christiano y Fitzgerald encuentran que la densidad espectral toma la siguiente forma:

$$f_y(w) = \frac{1}{(1 - e^{-iw})(1 - e^{iw})}$$

Luego de resolver el sistema con las condiciones mencionadas, el filtro de paso de bandas aproximado por Christiano y Fitzgerald tiene la siguiente estructura:

$$x_t = \sum_{j=t-T}^{t-1} \beta_j y_{t-j}$$

Con una función de respuesta de frecuencia:

$$\beta(e^{iw}) = \sum_{j=t-T}^{t-1} \beta_j e^{iwj}$$

Cabe resaltar que el filtro Christiano y Fitzgerald presenta una versión simétrica y asimétrica. La versión simétrica es similar al filtro de Baxter y King, no genera cambios de fase al momento de filtrar las series. Sin embargo, la desventaja que posee el filtro simétrico es que solo es óptimo si se tiene una muestra bastante grande y continua (dado que suele omitir del cálculo a las observaciones iniciales y finales), de no ser así el resultado puede ser impreciso. Por el contrario, la versión asimétrica del filtro Christiano y Fitzgerald utiliza toda la serie de tiempo en su conjunto.

En resumen, la principal diferencia entre los filtros mencionados es que el filtro de Christiano y Fitzgerald no asume que las ponderaciones β_j son simétricas. De esta forma, este filtro no elimina la tendencia en la serie. Así, antes de aplicar este filtro, la tendencia, ya sea estocástica o determinística, de la serie debe haber sido previamente removida. La segunda diferencia está relacionada a la densidad espectral de las variables. Mientras Baxter y King asumen que las variables están distribuidas idénticamente e independientemente, Christiano y Fitzgerald establecen la distribución de un paseo aleatorio. Para el presente trabajo se utilizó el filtro Christiano y Fitzgerald asimétrico, debido a que cuenta con la ventaja de no perder información ni al comienzo ni al final de la muestra. Ello es de suma importancia dado que se cuenta con un conjunto de información relativamente corto.

2.3 ANÁLISIS DE LOS CICLOS

Los estadísticos para analizar las características de los ciclos de crecimiento se basan en la asimetría, kurtosis, amplitud y duración de las fases de aceleración y desaceleración. Los estadísticos de intensidad e inclinación, los cuales son frecuentemente usados para describir la forma del ciclo, también son calculados. Como un primer paso se divide la muestra en fases de aceleración y desaceleración. Para esto, se usan los puntos de giro de los ciclos y se construye una variable de estado S_t , la cual toma el valor de uno en periodos de aceleración y cero en periodos de desaceleración. Las fases incompletas se refieren a los periodos que preceden al primer punto de giro o prosiguen al último punto de giro. Estas fases incompletas también serán tomadas en cuenta para analizar las características de los ciclos de crecimiento.

El promedio de duración de un periodo de aceleración se define como:

$$D_{ACEL} = \frac{\sum_{t=1}^T S_t}{\sum_{t=1}^{T-1} (1 - S_{t+1}) S_t}$$

Donde el numerador mide el número de periodos correspondientes a fases de aceleración mientras que el denominador mide el número de cimas. El promedio de duración de un periodo de desaceleración es calculado mediante el reemplazo de S_t por $(1-S_t)$ en la fórmula.

La amplitud promedio de los periodos de aceleración se definen como:

$$AMP_{ACEL} = \frac{\sum_{t=1}^T S_t \Delta C_t}{\sum_{t=1}^{T-1} (1 - S_{t+1}) S_t}$$

Donde ΔC_t representa la primera diferencia del componente cíclico.

Los estadísticos de inclinación indican si existen diferencias significativas entre las velocidades a las que las cimas y valles se aproximan. Tanto para las fases de aceleración como de desaceleración, un mayor estadístico de inclinación implica que el ciclo se mueve rápidamente de un punto de giro a otro.

Siguiendo a Harding y Pagan (2001), la inclinación de una fase se define como la amplitud de una fase dividida entre su duración:

$$INC_{ACEL} = \frac{AMP_{ACEL}}{D_{ACEL}}$$

2.4 COMOVIMIENTOS DE LOS CICLOS

Para determinar los posibles comovimientos cíclicos de las variables basta con observar las correlaciones entre sectores y el PBI consolidado. Para poder evaluar si existe un tipo de coincidencia en los puntos de inflexión de las series de actividades económicas y el PIB consolidado, se evalúa la metodología empleada por Harding y Pagan (2002).

El mismo coeficiente constituye un procedimiento no paramétrico, que ignora la información sobre la magnitud de los cambios y considera sólo la dirección del movimiento señalado en la cronología obtenida.

Con la metodología de Harding y Pagan (2002) se hace uso del índice de concordancia para medir el comovimiento entre ciclos de crecimiento sectoriales. Este índice mide la fracción de tiempo en que dos ciclos se encuentran en una misma fase. La fórmula del índice de concordancia es el siguiente:

$$IC_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T [S_t^i S_t^j + (1 - S_t^i)(1 - S_t^j)]$$

Donde S_i y S_j denotan las variables de estado de los ciclos de crecimiento de los sectores i y j .

2.5 MODELO DE FACTORES DINÁMICOS (DFM)

Sea y_{t+1} , denota las series escalares a ser proyectadas y sea X_{it} , series de tiempo múltiples de N dimensiones las variables observadas para $i= 1,2,\dots, N$ y $t=1\dots T$, se considera el siguiente modelo:

$$y_{t+1} = \beta'F_t + \gamma(L)y_t + \varepsilon_{t+1} \quad (1)$$

$$x_t = \varphi F_t + e_t \quad (2)$$

donde y_t y X_t se asumen que tienen media cero (los diferentes subíndices utilizados enfatizan la relación de predictibilidad). F_t es un vector de factores de $rx1$; $\gamma(L)$ representa el polinomio de rezagos; $\varphi = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$ es la matriz de carga de factores Nxr ; ε_{t+1} y e_t son perturbaciones. La ecuación (1) implica que y_{t+1} está formada por sus factores previos, sus rezagos y su perturbación. La ecuación (2) implica que las variaciones de las N variables pueden ser explicadas por “ r ” factores. Cuando N es bastante grande y “ r ” es un número pequeño, se puede proyectar y_{t+1} usando “ r ” factores en lugar de N variables sin perder información relevante. En otras palabras, la utilización de factores permite capturar el mayor porcentaje de varianza de un conjunto de información y utilizarla para proyectar con certeza una determinada variable

Una forma muy utilizada para construir factores a partir de variables es a través del análisis de componentes principales (Stock y Watson, 2002). Así, el primer componente principal se compone por:

$$F_{it} = B'_1 x_t \quad (3)$$

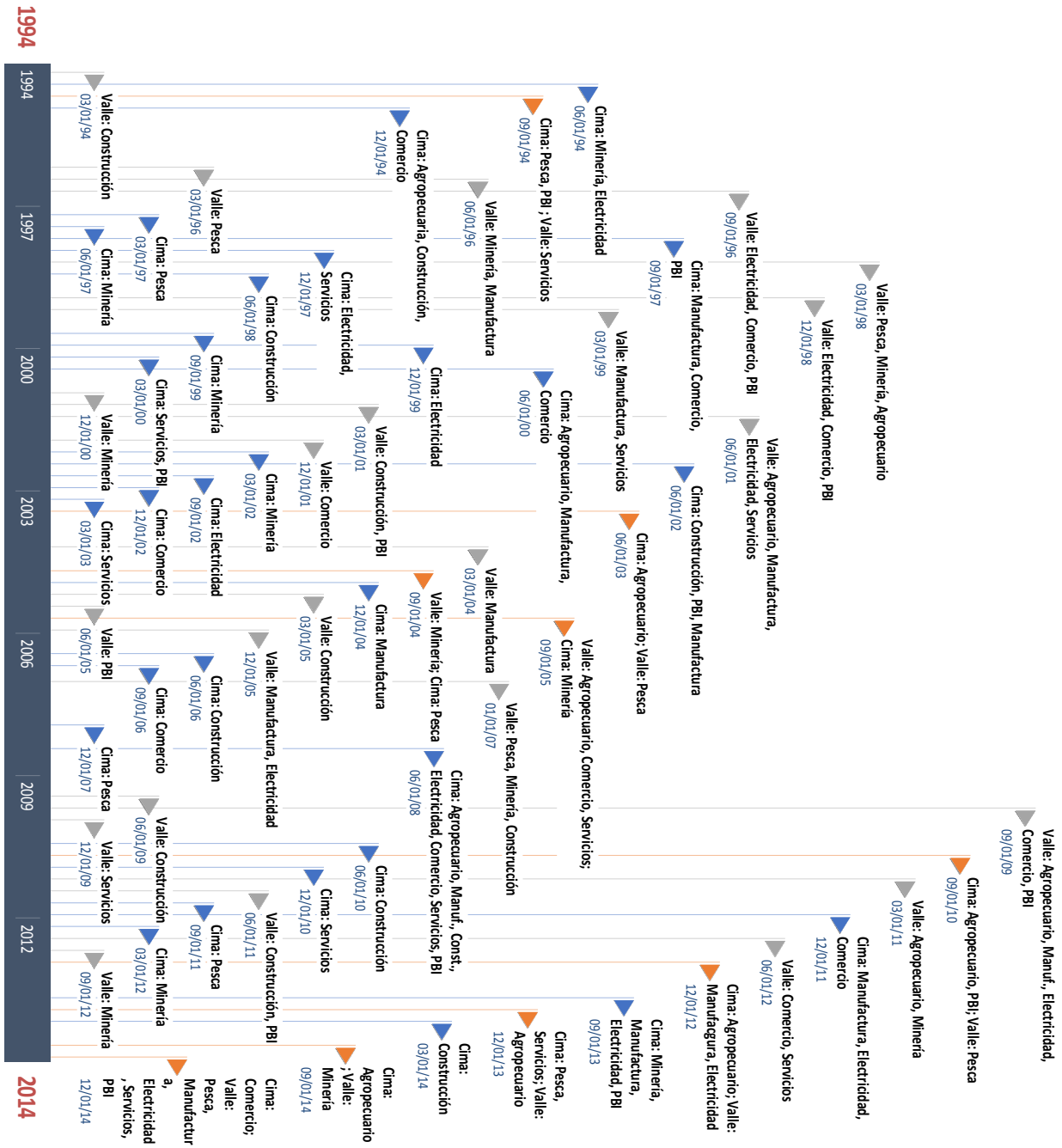
En donde B_1 es un vector $Nx1$ que maximiza $\text{var}(B'_1 x_t) = B'_1 \Omega_x B_1$ en donde $\Omega_x = \text{var}(x_t)$. Así, B_1 es un eigenvector asociado al mayor eigenvalor de Ω_x . El segundo componente principal es construido de la misma forma y es ortogonal al primer factor. De esta manera, B_2 es el eigenvector correspondiente al segundo mayor eigenvalor de Ω_x . Los demás factores pueden ser formados de la misma manera.

Para seleccionar el número apropiado de factores en un modelo de factores dinámicos, se hace uso del Criterio de Información Bayesiano (BIC). Una vez construidos los factores, ya es posible realizar una proyección del tipo one-step-ahead a partir de la ecuación (1). En términos generales, se puede obtener una proyección “ h ” periodos hacia adelante a través:

$$\hat{y}_{t+h} = \hat{\beta}'_h F_t + \sum_{j=0}^p \gamma_j y_{t-j} \quad (4)$$

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder realizar el análisis de los ciclos económicos es necesario identificar los puntos de inflexión o de giro tanto del PBI en su conjunto como de cada uno de los sectores económicos que lo componen. De esta manera se han encontrado las siguientes cimas y valles por cada sector económico:



Por otro lado, los estadísticos de asimetría y de kurtosis se presentan en la siguiente tabla. La asimetría es una medida estadística que permite identificar si los datos se encuentran distribuidos de forma uniforme o, si por el contrario, los datos presentan un sesgo a ser positivos o negativos. Como se observa, tanto el sector agropecuario como el sector manufactura poseen la asimetría más negativa, lo cual indica que desviaciones extremas en sus ciclos tienen principalmente un sesgo a la baja. Por el contrario, el sector comercio posee un sesgo al alza en las desviaciones extremas de su ciclo económico. La kurtosis, por su parte, permite determinar el grado de concentración de los datos en la región central de la distribución. Para el caso de los ciclos analizados, los estadísticos de kurtosis son bajos en la mayoría de sectores, lo cual indica que poseen movimientos cíclicos cortos, con excepción del sector manufactura, el cual muestra ciclos económicos más extensos que el resto, ello debido a que carga consigo el ciclo de inventarios.

TABLA 2: ESTADÍSTICOS DE KURTOSIS Y ASIMETRÍA 1/

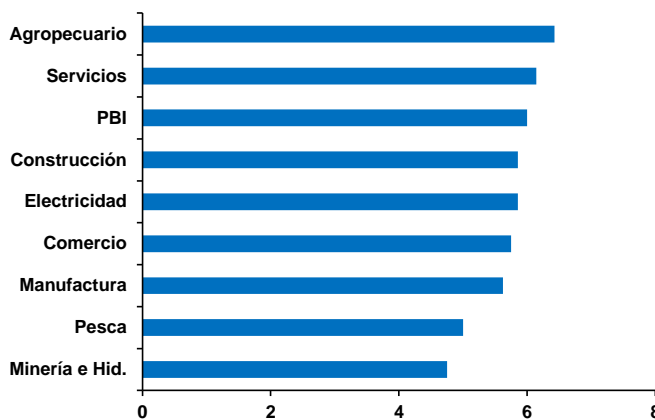
Sector económico	Kurtosis 2/	Asimetría
Agropecuario	-0.25	-0.30
Comercio	0.40	0.48
Construcción	-0.26	0.02
Electricidad	0.40	-0.01
Manufactura	1.35	-0.59
Minería e Hidrocarburos	0.01	-0.21
Pesca	-0.32	0.09
Servicios	0.13	0.22

1/ Calculado en base a los ciclos económicos sectoriales obtenidos.

2/ Exceso de Kurtosis sobre Dist. Normal.

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 9: DURACIÓN DE LOS PERIODOS DE ACELERACIÓN (Trimestres)



Fuente: Elaboración propia

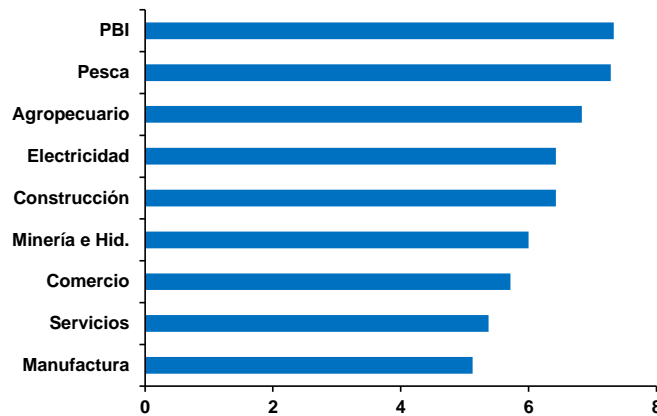
Como se observa en el gráfico superior, para el caso de los periodos de aceleración los sectores de servicios, agropecuario y construcción son los que poseen mayores periodos promedio de aceleración. En el caso del sector construcción, la duración del periodo de aceleración se ha visto favorecida por periodos que, a pesar de ser contractivos, han sido expansivos para este sector debido a la implementación de medidas de política económica contra-cíclicas, la cuales contemplan el incentivo de la inversión pública, entre otras.

En torno al sector agropecuario, responde principalmente a que la agricultura se ha visto beneficiada en la última década por el desarrollo de la agroexportación y la política de apertura hacia el comercio internacional adoptada.

En cuanto a los sectores con menor duración en sus ciclos de expansión destaca el sector minería e hidrocarburos, ello responde a la alta dependencia del sector no solo a factores internos sino también a factores externos. Por la parte de factores externos, el sector depende del desempeño económico de los socios comerciales a quienes exporta y también de la cotización internacional de los minerales. Por el lado de factores internos, la producción minera es vulnerable a los conflictos sociales y retrasos en los procesos de habilitación aprobación de operaciones.

En lo referido al sector pesca, los periodos de expansión han estado explicados por los altos niveles de biomasa de anchoveta que ha poseído en la última década. Sin embargo, esto se ha regido bajo la discreción del Estado para controlar las cuotas de pesca.

GRÁFICO 10: DURACIÓN DE LOS PERIODOS DE DESACELERACIÓN (Trimestres)



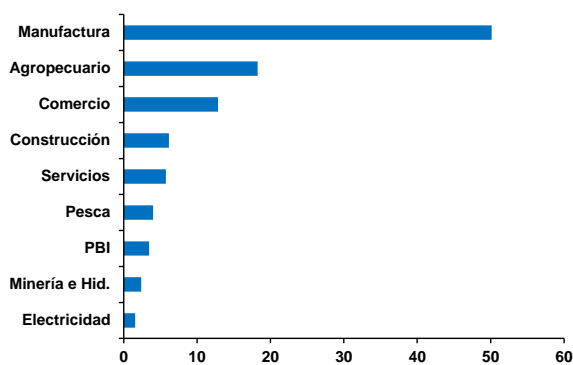
Fuente: Elaboración propia

Respecto de los sectores que tardan más tiempo en recuperarse tras una desaceleración pronunciada destacan los sectores electricidad, pesca y agropecuario. Para el caso del sector electricidad dada la dependencia al sector industrial (manufactura), implica un mayor retraso en la recuperación del sector electricidad.

El sector pesca está sujeto a la biomasa existente, por lo que en periodos en los que la biomasa se reduce, es necesario establecer etapas de veda para restablecer la biomasa a un nivel estable, lo cual demanda un lapso de tiempo cercano a 12 meses (Imarpe).

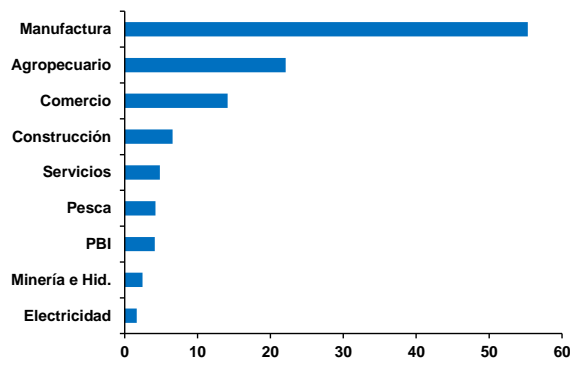
Finalmente, el sector agropecuario es el tercer sector que posee una duración elevada en su periodo de desaceleración. Esto es producto de factores climáticos severos a los cuales estuvo sujeto este sector, principalmente durante el periodo 1997-1998, cuando se produjo el Fenómeno El Niño, así como por plagas agrícolas que redujeron el valor obtenido de las cosechas (Roya amarilla, 2015). Si es que en un determinado periodo ocurren fenómenos naturales que afectan las cosechas para la producción y se extiende por un periodo de tiempo superior al convencional, esto obligará no solo a realizar una nueva temporada de cosecha sino también a realizar una nueva temporada de siembra y riego, por lo que el tiempo en que este sector se mantiene en desaceleración es mayor respecto de otros sectores económicos.

GRÁFICO 11: AMPLITUD DE LOS PERIODOS DE ACCELERACIÓN (%)



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 12: AMPLITUD DE LOS PERIODOS DE DESACELERACIÓN (%)



Fuente: Elaboración propia

En lo referido a la amplitud de los periodos de aceleración y desaceleración, los sectores de manufactura, comercio y agropecuario poseen mayor amplitud ya sea en fases de aceleración o desaceleración. Esto implica que estos tres sectores económicos poseen mayores movimientos cíclicos que el resto. Como anteriormente se mostró con la curtosis, el sector manufactura posee ciclos económicos más prolongados, ello debido a la presencia del ciclo de inventarios en el sector manufactura. Las empresas de este sector buscan mantener suficientes inventarios disponibles a fin de satisfacer la demanda, pero a la vez buscan no atar mucho de su capital a sus inventarios. En etapas en las que se llega a la cima del ciclo económico, el crecimiento de las ventas disminuye y empiezan a acumularse inventarios, ello lleva a que reduzcan su producción, lo cual genera una contracción en la actividad sectorial manufacturera. Por el contrario, en etapas en las que se alcanza el valle, el crecimiento de las ventas comienza a acelerarse y los inventarios son escasos, por lo que las empresas manufactureras incrementan su producción,

En lo referido al sector comercio, este es un sector ligado al consumo privado, variable que es de un comportamiento bastante suavizado entre los distintos componentes del PBI por el lado del gasto, esto se puede comprobar en la baja volatilidad relativa que presenta

el consumo privado con respecto al PBI⁹. Finalmente, el sector agropecuario posee la misma característica gracias a la apertura comercial de la economía, lo cual ha favorecido al desarrollo de las agroexportaciones. Asimismo, las mejoras en programas sociales por parte del Estado en los últimos años han favorecido a dotar de mayor tecnificación al sector agrícola y por tanto, a incrementar la productividad de este sector.

TABLA 3: INCLINACIÓN DE LOS CICLOS ECONÓMICOS SECTORIALES

Sector	Aceleración	Desaceleración
Manufactura	8.91	-10.79
Agropecuario	2.84	-3.23
Comercio	2.24	-2.47
Construcción	1.05	-1.03
Servicios	0.94	-0.90
Pesca	0.80	-0.58
PBI	0.58	-0.56
Minería e Hidrocarburos	0.51	-0.41
Electricidad	0.27	-0.26

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla superior, se indican los niveles de inclinación de los ciclos sectoriales. Como se había mencionado en la sección del marco teórico, la inclinación muestra la rapidez con que el ciclo de un determinado sector puede pasar de un punto de giro a otro. Para el caso de la aceleración, los sectores de agropecuario y manufactura son más propensos a pasar de una fase de aceleración a una de desaceleración.

Por otro lado, para el caso de periodos de desaceleración, el sector electricidad es el que puede recuperarse de una manera más rápida respecto de los demás sectores. Asimismo, el sector minería cuenta con esta característica, incluso su capacidad para recuperarse de una desaceleración es mayor en comparación con la propensión a pasar de una cima a un valle. Cabe resaltar que es, principalmente, el sector manufactura el que tiene menor capacidad para poder recuperarse ante una fase recesiva, ello debido a que incluye dentro de su proceso de recuperación el ciclo de inventarios.

Respecto del comovimiento de los ciclos económicos sectoriales con el PBI, primero empleamos las correlaciones de los sectores con el PBI. Los resultados son los siguientes:

⁹ Castillo, Montoro y Tuesta (2006).

TABLA 5: CORRELACIONES DE LOS LOS CICLOS SECTORIALES Y VOLATILIDAD RELATIVA CON EL PBI 1/

Sector económico	($c_{t-1}; C_t$)	($c_t; C_t$)	($c_{t+1}; C_t$)	Volat. Relat.
Agropecuario	0.52	0.55	0.48	1.01
Pesca	0.18	0.14	0.08	5.26
Minería e Hidrocarburos	0.20	0.21	0.14	1.03
Manufactura	0.64	0.66	0.52	1.64
Electricidad	0.64	0.64	0.48	1.08
Construcción	0.69	0.73	0.62	2.15
Comercio	0.82	0.92	0.83	1.47
Servicios	0.51	0.66	0.67	1.01

1/ c_t representa al sector económico en el tiempo t , mientras C_t representa al PBI en el tiempo t .

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, los sectores manufactura, construcción, comercio y servicios son los sectores cuyos ciclos económicos guardan mayor relación con el ciclo económico del PBI. Otro hallazgo importante es que el sector de electricidad parece adelantar un trimestre al ciclo del PBI.

Por otro lado, siguiendo la metodología de Harding-Pagan (2001), se tienen los siguientes resultados:

TABLA 6: ÍNDICE DE CONCORDANCIA POR SECTORES ECONÓMICOS 1/
(Número)

Sector	Agropecuario	Comercio	Construcción	Electricidad	Manufactura	Minería	Pesca	Servicios
Agropecuario								
Comercio	0.76							
Construcción	0.58	0.66						
Electricidad	0.65	0.78	0.63					
Manufactura	0.65	0.76	0.63	0.86				
Minería	0.50	0.53	0.64	0.66	0.62			
Pesca	0.44	0.57	0.44	0.58	0.65	0.64		
Servicios	0.63	0.71	0.63	0.77	0.72	0.50	0.47	
PBI	0.76	0.77	0.78	0.80	0.78	0.65	0.50	0.73

1/ Metodología de Harding-Pagan (2001).

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla superior, los ciclos de los sectores de manufactura, electricidad y construcción tienen alta concordancia con el ciclo del PBI. En otros términos, la fracción de tiempo en que los sectores de electricidad y manufactura se encuentran en la misma fase es bastante alta.

4. MODELO DE FACTORES DINÁMICOS

Para poder validar la utilización del Método de Factores Dinámicos se emplea el test Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) el cual toma valores entre 0 y 1. Este test permite validar si es

que existe suficiente relación entre las variables analizadas como para poder realizar un análisis a través del uso de Factores Dinámicos (DFM).

TABLA 7: TEST KAISER-MEYER-OLKIN 1/

Variable	KMO
Agropecuario	0.73
Comercio	0.76
Construcción	0.75
Electricidad	0.78
Manufactura	0.69
Minería e Hidrocarburos	0.29
Pesca	0.30
Servicios	0.76
Total	0.70

1/ Calculado en base a los ciclos económicos sectoriales obtenidos.

Fuente: Elaboración propia

Cuando este test toma valores por encima de 0.5 se puede validar la hipótesis de realizar un análisis por medio de DFM. Como se muestra en la tabla superior, el test para la base de datos de ciclos sectoriales posee un valor de 0.7, lo cual favorece a la utilización de esta metodología.

Los resultados obtenidos de ejecutar el DFM se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 8: PRUEBA DE FACTORES DINÁMICOS

Factor	Eigenvalue	Diferencia	Proporción	Acumulado
Factor 1	3.06	2.24	0.77	0.77
Factor 2	0.82	0.43	0.21	0.98
Factor 3	0.40	0.17	0.10	1.08
Factor 4	0.22	0.19	0.06	1.13
Factor 5	0.04	0.13	0.01	1.14
Factor 6	-0.10	0.11	-0.02	1.12
Factor 7	-0.21	0.04	-0.05	1.06
Factor 8	-0.25		-0.06	1.00

1/ Test LR: $\chi^2(28)=277.98$ $Prob>\chi^2 = 0.0$

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 9: MATRIZ DE CORRELACIONES DE FACTORES DINÁMICOS
CONTRA CICLOS SECTORIALES**

Factor	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Agropecuario	0.52	0.05	-0.24	0.27	0.06
Comercio	0.80	-0.09	-0.22	0.06	-0.11
Construcción	0.64	-0.25	0.22	0.18	-0.05
Electricidad	0.72	-0.04	0.14	-0.26	-0.04
Manufactura	0.78	0.40	0.09	-0.06	0.04
Minería e Hidrocarburos	0.12	0.10	0.45	0.16	0.03
Pesca	0.13	0.72	-0.06	0.01	-0.03
Servicios	0.76	-0.23	-0.07	-0.12	0.12

Fuente: Elaboración propia

Claramente existe un solo factor común a todos los ciclos económicos sectoriales, dado que existe un solo factor con un valor propio mayor a la unidad y captura el 77% de la varianza de este conjunto de datos. Por otro lado, al analizar con qué componente sectorial es que este factor común guarda relación, se halla que está bastante correlacionado con el sector comercio, manufactura y servicios.

El siguiente paso consiste en analizar el poder explicativo de este factor común del ciclo económico del PBI en su conjunto. Como lo muestran los resultados, el factor común permite explicar cerca del 84% del ciclo del ciclo del PBI.

**TABLA 10: REGRESIÓN DEL CICLO DEL PBI CONTRA EL FACTOR
DINÁMICO**

Modelo de Regresión	
Variable	Coefficiente
Constante	32.96***
Factor 1	173.82***
Criterios de Información	
Akaïke	11.39
Schwarz	11.45
R ²	0.84
R ² ajustado	0.84
Diagnóstico de Residuos	
Test de normalidad (H ₀ = normalidad)	0.00
Heteroscedasticidad (H ₀ = Heteroscedasticidad)	0.28

* Hipótesis nula rechazada al 1%

**Hipótesis nula rechazada al 5%

***Hipótesis nula rechazada al 10%

Por otro lado, el poder predictivo del modelo que incorpora al factor dinámico es bastante

significativo. El Test de Theil es cercano a cero y la proporción de covarianza capturada por el modelo es de 96%.

La proporción de sesgo, que mide el error sistemático, posee un valor de cero, lo cual despeja la posibilidad de tener una sobrestimación o subestimación. La proporción de varianza posee un valor cercano a cero, lo cual implica que la serie proyectada no ha fluctuado de manera distinta a la serie original en forma significativa. Por otro lado, la proporción de covarianza, que captura el error no sistemático, es de 0.96, lo cual favorece al poder predictivo del modelo.

TABLA 11: ESTADÍSTICOS DE PROYECCIÓN

Estadístico	Valor
Root Mean Squared Error	70.28
Mean Absolute Error	55.01
Mean Abs. Percent Error	72.83
Theil Inequality Coefficient	0.20
Bias Proportion	0.00
Variance Proportion	0.04
Covariance Proportion	0.96

Fuente: Elaboración propia

5. ELECCIÓN DEL MEJOR MODELO DE NOWCASTING

El siguiente paso consiste encontrar el mejor modelo de proyección. Con la finalidad de conocer si la incorporación de los factores dinámicos mejora la capacidad predictiva del ciclo económico del PBI se procede a elaborar distintos modelos de regresión que incorporen los distintos factores dinámicos obtenidos. Todos estos modelos se compararán frente a un modelo que incorpore como exógena el rezago del ciclo del PBI y una constante, a este último modelo se le llamará modelo NAIVE o restricto.

TABLA 12: MODELOS DE REGRESIÓN CON INCLUSIÓN DE FACTORES DINÁMICOS

Modelo de Regresión							
Variable	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
Ciclo PBI (-1)	0.95***	0.46***	0.91***	0.92***	1.08***	0.84***	1.31***
Constante		17.02***	2.31	2.16		4.54	-12.74*
Factor 1		104.32***					
Factor 2			15.67				
Factor 3				26.50**			
Factor 1 (-3)					-65.64***		
Factor 1 (-2)							-93.16***
Factor 1(-1)						12.9	
Criterios de Información							
Akaïke	11.37	10.72	11.58	11.56	10.77	11.61	10.93
Schwarz	11.41	10.81	11.67	11.65	10.83	11.69	11.02
R ² ajustado	0.83	0.92	0.81	0.81	0.91	0.81	0.90
Diagnóstico de Residuos							
Test de normalidad (H ₀ = normalidad)	0.01	0.00	0.09	0.00	0.04	0.02	0.01
Raíz Error Cuad. Medio (RMSE)	78.1	74.1	76.48	75.67	51.54	77.36	55.19
Heteroscedasticidad (H ₀ = Heteroscedasticidad)	0.05	0.23	0.19	0.07	0.04	0.03	0.11

* Hipótesis nula rechazada al 1%

Fuente: Elaboración propia

**Hipótesis nula rechazada al 5%

***Hipótesis nula rechazada al 10%

Si bien los estadísticos presentados en la tabla anterior sirven de utilidad para hallar el mejor modelo explicativo, no siempre se da el caso de que el mejor modelo explicativo sea aquel con mayor poder predictivo del ciclo económico del PBI. Dado ello, con la finalidad de analizar la capacidad predictiva de los modelos estimados se buscará separar la muestra, de tal forma que los puntos restantes de la muestra sean completados con proyecciones estimadas de manera recursiva. Así, la muestra a utilizar será desde el 1T1994 al 1T2012, desde esta fecha en adelante los datos serán completados en base a estimaciones recursivas, de tal forma que se puedan tener 14 estimaciones puntuales. En resumen, en cada estimación recursiva, el modelo se irá incrementando en un trimestre, al incorporar el dato proyectado por cada modelo. Para todos los modelos se calcularán errores de proyección.

Para evaluar el poder predictivo del modelo se hará uso de tres metodologías adicionales de superioridad predictiva: El estadístico de Theil, el estadístico MSE-F elaborado por McCracken (2004) y el estadístico ENC-NEW elaborado por Clark y McCracken (2001).

El estadístico conocido como U de Theil se calcula como el ratio de las raíces cuadradas de los errores cuadráticos medios (MSE) del modelo irrestricto y el modelo restringido. La regla de decisión es la siguiente: Si el estadístico es menor a la unidad, entonces la proyección basada en el modelo que incorpora los factores dinámicos es inferior a la proyección en base al modelo restringido.

Por otro lado, el estadístico MSE-F busca evaluar la hipótesis de que el MSE del modelo irrestricto es menor al MSE del modelo restringido. Para ello se formula la hipótesis nula que implica que el MSE del modelo irrestricto es igual al MSE del modelo restringido. Si esta hipótesis no se valida, se aceptará la hipótesis alternativa. Precisamente, un estadístico MSE-F significativo, indica que las proyecciones en base al modelo irrestricto son mejores a las del modelo restringido. En resumen, ello implica que la información de los ciclos

sectoriales posee un poder predictivo adicional para proyectar el ciclo económico del PBI. Una de las ventajas de utilizar estos estadísticos, es que permite capturar la incertidumbre implícita presente en los parámetros al momento de estimar los modelos restringidos e irrestrictos. El estadístico MSE-F posee la siguiente forma:

$$MSE - F = P \times \frac{MSE_R - MSE_I}{MSE_R}$$

El valor P indica el número de estimaciones recursivas realizadas, mientras que MSE_R representa el error cuadrático medio del modelo restringido. Por su parte, la variable MSE_I representa el error cuadrático medio del modelo irrestricto.

Finalmente, el último estadístico es el ENC-NEW, el cual incorpora el concepto de modelos de proyección inclusivos. Estos modelos se llaman de esta manera cuando un modelo de pronóstico incorpora toda la información relevante de otros modelos de proyección. Para este caso, si las proyecciones del modelo restringido incluyen a las proyecciones del modelo irrestricto, entonces esto implica que los factores dinámicos agregados en el modelo irrestricto no brindan información adicional útil para proyectar el ciclo del PBI, en comparación con el modelo restringido. Por otro lado, si las proyecciones del modelo restringido no incluyen a las proyecciones del modelo irrestricto, los factores dinámicos, que sintetizan los ciclos sectoriales, poseen información relevante para proyectar el ciclo del PBI.

De acuerdo a la prueba de Clark y McCracken (ENC-NEW), se asume la creación de una proyección compuesta por un promedio ponderado de las proyecciones del modelo restringido e irrestricto. Precisamente, la prueba de hipótesis estará basada en probar si la ponderación que se le otorgue a la proyección del modelo irrestricto es igual a cero, por lo que se concluiría que el modelo restringido ya incluye la información del modelo restringido. La hipótesis alternativa, por su parte, establece que la ponderación relacionada al modelo irrestricto es mayor a cero, ante lo cual se concluiría que el modelo restringido no incluye la información relevante del modelo irrestricto. Así, el estadístico presenta la siguiente estructura:

$$ENC - NEW = \frac{\sum_{t=1}^p (\hat{e}_{R,t+1}^2 - \hat{e}_{R,t+1} * \hat{e}_{U,t+1})}{MSE_u}$$

Donde $\hat{e}_{R,t+1}$ es el error de predicción adelantado un periodo por parte del modelo restringido, mientras que $\hat{e}_{U,t+1}$ representa el error de predicción adelantado un periodo por parte del modelo irrestricto.

TABLA 13: ANÁLISIS DE SUPERIORIDAD PREDICTIVA DE LOS MODELOS ESTIMADOS 1/

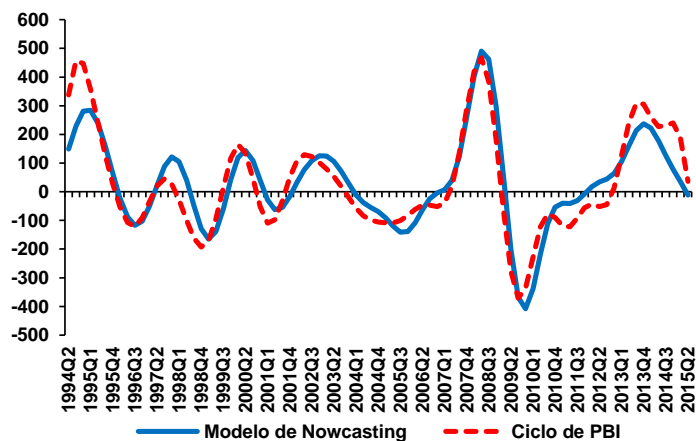
Statistic	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
MSPE	4399.26	3716.81	4494.04	3963.89	4684.32	4565.94	6539.57
U-Theil		0.84	1.02	0.90	1.06	1.04	1.49
MSE-F		2.57***	-0.30	1.54**	-0.85	-0.51	-4.58
ENC-NEW		9.28***	0.50	1.47**	0.09	-0.24	-0.89

*** Hipótesis nula rechazada al 1% ** Hipótesis nula rechazada al 5% * Hipótesis nula rechazada al 10%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos de los estadísticos de superioridad predictiva. En términos generales, la mayoría de modelos mejoran su poder predictivo al incorporar información sectorial, en comparación con el poder predictivo de un modelo autorregresivo. De acuerdo a la tabla de resultados, el modelo con mejor poder predictivo es el modelo 2, que incorpora al primer factor dinámico. Este modelo posee el U de Theil más bajo, además tanto los estadísticos MSE-F como ENC-NEW son significativos al 99.9% de confianza. Coincidentemente, este modelo también resultó como el mejor con poder explicativo, como se muestra en la tabla 12.

GRÁFICO 13: MODELO DE NOWCASTING Y CICLO DEL PBI (índice)



Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

El análisis de ciclos económicos es importante tanto para hacedores de política como para empresas. A los primeros, les permite poder adoptar políticas contra-cíclicas con debida anticipación. Para los segundos, les permite adaptar sus estrategias a tiempo. Sin embargo, tener la certeza en torno a la fase actual en la que se encuentra la actividad económica es bastante complejo, debido a que los ciclos económicos son fenómenos no observables.

Entre las distintas variables observadas, se presta principal atención a componentes sectoriales, en línea con la literatura internacional, la cual demuestra que es útil observar las particularidades de los sectores económicos. Así, para el caso peruano, los sectores de servicios, agropecuario y construcción son los que poseen mayores periodos promedio de aceleración. Respecto del comovimiento de los ciclos económicos sectoriales con el PBI, los sectores de manufactura, comercio y servicios son los sectores cuyos ciclos económicos guardan mayor relación con el ciclo económico del PBI. Otro hallazgo importante es que el sector de electricidad parece adelantar un trimestre al ciclo del PBI.

Una vez obtenida toda esta información significativa, se evalúa la potencia que esta puede tener para hacer nowcasting del ciclo del PBI a través de la metodología de DFM. De este análisis, se encontró un factor importante que captura el 77% de la varianza total del ciclo del PBI. Es importante resaltar que dicho factor está bastante correlacionado con los sectores comercio, manufactura y servicios. Finalmente, se evaluó el poder predictivo de los modelos estimados a fin de encontrar el mejor modelo de nowcasting. Así, se encontró que el modelo que incorpora el primer factor es superior al modelo autorregresivo del ciclo del PBI y al resto de modelos evaluados.

Para futuros análisis, se podría considerar la inclusión de variables adelantadas¹⁰ a fin de mejorar la capacidad predictiva del modelo. De igual manera, a medida que transcurre el tiempo, los factores dinámicos que se obtengan, serán mejores dado que la muestra se irá incrementando. Por otro lado, quedan como temas pendientes por investigar, evaluar la posibilidad de generar un modelo que reconozca de manera explícita la no linealidad del ciclo del PBI, así como estudiar la contribución al análisis que pueda generar una mayor desagregación de los sectores económicos.

Por todo ello, el presente documento se constituye como una contribución, dado que brinda herramientas útiles tanto para empresas como para hacedores de política, al brindar una información más detallada, limpia y precisa del estadio real de la economía en su conjunto.

¹⁰ Mendoza y Morales (2011).

BIBLIOGRAFÍA

- Anas, J. y Ferrara, L. (2002), "Detecting Cyclical Turning Points: The ABCD Approach and Two Probabilistic Indicators", CIRET, 26° Conferencia Taipei Octubre 2002.
- Apoyo Consultoría (2010), "La economía peruana en el 2009". Febrero 2010.
- Artis M.J, Bladen-Hovell R.C y Zhang W. (1995). "Turning Points in the International Business Cycle: An analysis of the OECD leading indicators for the G-7 countries". OECD Economic Studies N° 24.
- Artis M.J, K. Zenon y D. Osborn (1997). "Business cycles for G7 and European Countries, Journal of Business", The University of Chicago. Vol 70 N° 2.
- Auerbach, Alan (1982). "The Index of Leading Indicators: Measurement without Theory Thirty-five Years Later". The Review of Economics and Statistics 644, 589-595.
- Baxter & King (1999). "Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. Review of Economic and Statistics 81, 575-593.
- Bry-Boschan (1971). "Cyclical Analysis of Time Series", Selected Procedures and computer Programs, Columbia University Press.
- Burns, A., y Mitchell, W. (1946), "Measuring Business Cycles." NBER, Columbia.
- Canova, Fabio (1999). "Does detrending matter for the determination of the reference cycle and the selection of Turning Points?" The Economic Journal, N° 109, p. 126-150.
- Cartaya V., Sáez F. y Zavarce H. (2010). "Ciclos de Actividad económica y comovimientos sectoriales en Venezuela". Colección Economía y Finanzas Banco Central de Venezuela N° 10.
- Castillo, Montoro y Tuesta (2006). "Hechos estilizados de la economía peruana". Banco Central de Reserva del Perú.
- Christiano, L. and T. Fitzgerald (2003) "The Band Pass Filter", International Economic Review, 435-465.
- Christoffersen, Peter F. (2000). "Dating the Turning Points of Nordic Business Cycles". McGill University.

- Clark T.E. y M.W. McCracken (2001), Tests of equal forecast accuracy and encompassing for nested models, *Journal of Econometrics*, 105, 85-110.
- Espasa, A y Cancelo J.R. (1993), *Métodos Cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*. Alianza Editorial.
- Everts, Martin (2006). "Sectoral and Industrial Business Cycles". University of Bern. Munich Personal Repec Archive Paper N° 1176.
- Harding D. y A. Pagan (2002). "Dissecting the Cycle: a Methodological Investigation". *Journal of Monetary Economics*, 49, 365-381.
- Hodrick, R., and E. Prescott (1980) "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", *Discussion Papers* 451, Carnegie Mellon University.
- Hornstein Andreas (2000). "The Business Cycle and Industry Comovement". Federal Reserve Bank of Richmond. *Economic Quarterly* Volume 86/1 Winter 2000.
- INEI (2009). "Metodología de cálculo del índice mensual de la producción nacional". Dirección Técnica de Indicadores Económicos.
- Mendoza L. y Morales D. (2011). "Construyendo un índice coincidente de recesión para la economía peruana". Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) PB 13-2010.
- Reijer, A. H. J. den (2007) "Deviation Cycles in Manufacturing: Business Cycle Measurement and Leading Indicators", *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, Vol. 3, No. 1.
- Rogers J. (2004). "Hot Commodities: How Anyone Can Invest and Profit in the World's Best Market". New York: Random House.
- Sahinoz S. y Erdogan C.E. (2010). "Understanding Sectoral Growth Cycles and the Impacto of Monetary Policy in the Turkish Manufacturing Industry". Central Bank of the Republic of Turkey. Working Paper N° 10/13.
- Stock J. y Watson M. (1989). "New Indexes of Coincident and Leading Economic Indicators", *NBER Macroeconomics Annual* 4, 351-394.
- Stock J. y Watson M. (1999). "Business Cycle Fluctuations in U.S. Macroeconomic Time Series". National Bureau of Economic Research. Working Paper N° 6528.
- Stock J. y Watson M. (2010). "Indicators for Dating Business Cycles: Cross-History Selection and Comparisons".

- Swanson N. y Halbert. (1997). "A Model Selection Approach to Real-Time Macroeconomic Forecasting Using Linear Models and Artificial Neural Networks"
- Zarnowitz V. y Boschán C. (1975). "Cyclical Indicators: An Evaluation and New Leading Indexes". U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, Business Conditions Digest (May).