



PIB potencial y el ciclo de la economía mexicana: un enfoque de filtros univariados

*Potential GDP and the cycle of the Mexican economy:
an univariate filter approach*

Horacio Catalán

Ulises Romero *

* Profesores de la Facultad de Economía
de la UNAM, catalanh@unam.mx

Palabras clave

PIB potencial, Brecha de producto, Ciclos

Key words

Potential GDP, Product Gap, Cycles

JEL

C32, E23, E32

24

Resumen

El presente documento tiene por objetivo estimar los componentes de ciclo y el PIB potencial de la economía mexicana. Se aplican tres técnicas de filtros univariados sobre la serie del PIB, considerando el periodo de 1980q1 a 2015q4. Los resultados muestran, que es posible identificar seis ciclos económicos (cambio de cresta a cresta) y el más amplio de ellos, es de 1985Q1 a 1994Q2 y el menor de 1998Q1 a 2000Q3. En el contexto de la crisis financiera internacional, el crecimiento de la economía mexicana se mantiene por debajo de su crecimiento potencial, a pesar de las reformas estructurales, lo cual es un reflejo de una disminución en la capacidad productiva del país.

Abstract

The objective of this paper is to estimate the components of the cycle and potential output of the Mexican economy. Three univariate filter techniques are applied on the GDP series, considering the period from 1980q1 to 2015q4. The results show that it's possible to identify six economic cycles (change from peak to peak) and the broadest of them, from 1985Q1 to 1994Q2 and the lowest from 1998Q1 to 2000Q3. In the context of the international financial crisis, the growth of the Mexican economy remains below its potential growth, despite structural reforms, which is a reflection of a decrease in the productive capacity of the country.

I. Introducción

El diseño de la política fiscal y monetaria requieren de la construcción de diferentes indicadores sobre la evolución de la economía, como es el caso del ciclo de la economía y su crecimiento potencial. En el ámbito de política monetaria, por ejemplo, sus acciones están orientadas a garantizar la estabilidad de precios, por lo tanto, la estimación de la brecha entre el producto observado y el potencial proveen información de las posibles presiones inflacionarias que pueda enfrentar la economía (Mishkin, 2007; Acevedo, 2009; Ramírez 2012). En efecto, una brecha positiva indica que la economía está consumiendo demasiados recursos, generando una presión alcista en los precios, información que puede ser utilizada por los bancos centrales para definir las medidas de la política monetaria. En cambio, una brecha negativa implica que no se están utilizando plenamente los recursos de la economía y, por tanto, se estaría produciendo menos de los que se alcanzaría si los factores disponibles están trabajando a ritmo normal, en consecuencia la economía se ubica en una fase depresiva del ciclo (Mishkin, 2007).

Por otra parte, el concepto de producto potencial es útil en las finanzas públicas. Este indicador ayuda a examinar la relación entre la variación de los ingresos y el saldo de las cuentas fiscales, estableciendo límites a las políticas fiscales expansivas, ya sea a través de un límite al gasto público o con la implementación de reglas fiscales (Villágomez, 2012). De esta forma, el producto potencial es un instrumento de análisis clave para la determinación de una política que persiga la estabilidad macroeconómica. Por lo tanto, las políticas fiscal y monetaria deberían actuar de forma coordinada para cerrar la brecha. Sin embargo, el PIB

potencial es una variable no observable, por lo tanto, se requiere alguna técnica para su estimación.

Al respecto, no hay un consenso sobre un método en particular para identificar la trayectoria del Producto potencial de una economía, por lo que se sugiere utilizar más de una técnica en el proceso de estimación del PIB potencial y en consecuencia de la brecha del producto. Las investigaciones empíricas, para el caso de la economía mexicana se han aplicado distintos métodos como: la estimación de una función de producción (Faal, 2005; Acevedo, 2009); estimación de modelos VAR estructural (SVAR) (DeSerres, Guay y St-Smant, 1995; Hernández y Posadas, 2007); modelos de espacio de estados (Loría, Ramos y de Jesús, 2008); y el uso del filtro Hodrick-Prescott (Sarabia, 2010; Guerrero, 2011; Loría y Salas, 2014). Sin embargo, las técnicas de filtros univariados (band-pass filter), no han sido considerados en el cálculo del PIB potencial de la economía mexicana. Este tipo de técnicas, permite descomponer las series de tiempo en su tendencia, ciclo y componente irregular, que si bien estas no se basan en un modelo teórico son relativamente fáciles de implementar y brindan resultados robustos para calcular el producto potencial y el ciclo de la economía, a diferencia de otras técnicas como en el caso de la función de producción o los modelos de espacio de estado.

El presente artículo tiene por objetivo estimar el PIB potencial y la brecha del producto para el caso de la economía mexicana utilizando las técnicas de tres filtros univariados, mediante la descomposición de la serie del PIB real, para el periodo 1980q1 a 2015q4. Los principales resultados, muestran que el PIB potencial en el periodo reciente de 2010q1 a 2015q4 se ubica en una banda entre 1.2% a 3.4% . El artículo se integra por

cuatro apartados, considerando la presente introducción; en el segundo se expone la metodología de filtros univariados; en la tercera la evidencia empírica y finalmente las conclusiones.

II. Metodología: Filtros Univariados

Beveridge y Nelson (1981) señalan que la mayoría de las series económicas se pueden aproximar como la suma de dos componentes,¹ un componente permanente que se define como la trayectoria del producto potencial² y otro transitorio, relacionado con la teoría de los ciclos económicos y que representa las desviaciones temporales de su tendencia de largo plazo (Canova, 1997; Hodrick y Prescott, 1992).

$$Y_t = Y_t^p + Y_t^c \quad \text{para } t = 1, 2, 3, \dots, T \quad (1)$$

Donde Y_t es la serie observada del PIB, Y_t^p representa el producto potencial y la diferencia entre la serie observada y su crecimiento potencial es la brecha del producto o el componente de ciclo Y_t^c . En el contexto de la teoría de filtros lineales, es posible extraer el componente permanente de la serie de tiempo por medio de la estimación de una tendencia lineal o polinómica, o bien aplicar una media móvil centrado simétrica.

La estimación de ambos componentes puede realizarse utilizando diversas técnicas, pero no existe un consenso sobre la mejor específica-

1 Excluyendo el componente estacional en la serie de tiempo.

2 Un proceso sin tendencia normalmente consiste en una serie que tiene media y varianza constante o estacionaria mientras que el filtro de una serie utiliza operadores particulares que elimina ciertas puntos o características de las series.

ción del modelo o forma de estimación. Tampoco existe garantía de unicidad en el proceso de descomposición y donde además distintos modelos tendenciales generan diferentes componentes cíclicos, con el riesgo de generar resultados espurios (Watson, 1986; Maravall y Planasb, 1999; Mills, 2003). En este sentido, la aplicación simultánea de un amplio espectro de métodos de descomposición de las series permite obtener evidencia robusta sobre estos patrones regulares; y, en consecuencia, de una mejor aproximación de la brecha del producto. El filtro HP (Hodrick y Prescott, 1992) es la técnica más utilizada y consiste en extraer una tendencia suavizada de la serie observada (g_t), la cual representa el producto potencial, y las desviaciones entre la serie original y su tendencia suavizada ($C_t = Y_t - g_t$) definen al ciclo. El producto potencial es la serie de valores generados al minimizar la siguiente expresión:

$$\min_{g_t} \left\{ \sum_{t=1}^T C_t^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [g_t - 2g_{t-1} + g_{t-2}]^2 \right\} \quad (2)$$

El método consiste en minimizar la suma de cuadrados de las desviaciones de la serie respecto a su tendencia (ciclo) y la suma de cuadrados de la segunda diferencia de la tendencia (curvatura de la tendencia). Así, el primer término de la ecuación (2) puede definirse como una bondad de ajuste y el segundo término una medida del grado de suavidad de la serie. El valor de lambda (λ) es un número positivo que compensa entre el ajuste de la serie a la tendencia (ciclo) y el grado de suavizamiento de la tendencia. La representación matricial de la ecuación (2) se define como:

$$F(Y) = (Y-g)'(Y-g) + \lambda g'D'Dg \quad (3)$$

Donde la matriz $D'D$ de orden $T \times T$ permite calcular la segunda diferencia de la tendencia. Al resolver el problema de optimización,³ el componente permanente de la serie (tendencial) se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$g = [I + D'D]^{-1}Y \quad (4)$$

El valor de lambda (λ) es un número positivo que define el grado en que es suavizada la serie; por ejemplo, un valor grande de λ , genera una tendencia suavizada de la serie original, pero cuando $\lambda \rightarrow \infty$, implica penalizar fuertemente las variaciones de segundo orden y el componente permanente converge a una tendencia lineal; es decir, la tasa de crecimiento potencial de la economía se vuelve constante en el tiempo. En el caso contrario cuando $\lambda \rightarrow 0$, el PIB potencial resulta igual al PIB observado. Hodrick y Prescott (1992), asumen que el componente de ciclo y la segunda diferencia del componente permanente tienen media igual a cero, y ambas series se distribuyen como una normal con varianzas σ_c^2 y σ_{y*}^2 , así la media condicional del componente permanente (g_t) está dada por la solución del problema de optimización de la ecuación (2), bajo la siguiente restricción:

$$\lambda = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_{y*}^2} \text{ o } \sqrt{\lambda} = \frac{\sigma_c}{\sigma_{y*}} \quad (5)$$

En este contexto, Hodrick y Prescott (1992) observan que en el caso de la economía de los Estados Unidos para el periodo de 1950:1 a 1979:2, el 5% del componente cíclico cambia o

3 Derivando la función respecto a la tendencia (g) igualando a cero y resolviendo para g

está relacionado con 1/8% del cambio en cada trimestre del componente permanente. Relacionando ambas cantidades $\sqrt{\lambda} = 5/(1/8) = 40$ o bien $\lambda = 1600$, que es el factor de ajuste para el caso de observaciones trimestrales.⁴

Por su parte, Baxter y King (1999) (filtro BK), se concentra en la extracción del ciclo de una serie y no propiamente en su tendencia. No obstante, la aplicación de la técnica genera ambos componentes. En este enfoque, la serie de tiempo observada se integra por tres componentes: el primero que describe un movimiento lento o de baja frecuencia⁵ que es identificado como la tendencia denominado como filtro de tipo “low-pass”. Existe también un componente de alta frecuencia denominado “irregular” o filtro de tipo “high-pass” y un tercero que es intermedio, en términos de la frecuencia, que representa al ciclo de la serie, identificado como filtro “band-pass” o filtro ideal que se obtiene al aplicar una media móvil centrada simétrica sobre la serie original:

$$C_t = \sum_{h=-\infty}^{\infty} b_h Y_{t-h} = b_0 Y_t + \sum_{h=1}^{\infty} b_h (Y_{t-h} + Y_{t+h}) \quad (6)$$

Donde b_h , representan las ponderaciones de la media móvil⁶ que debe cumplir con la condición de simetría ($b_h = b_{-h}$). Sin embargo, aplicar el filtro ideal, de la ecuación (6), requiere una serie de tiempo con observaciones infinitas y, en consecuencia, se tienen infinitos ponderadores. Este problema se puede resol-

ver en el contexto del análisis de dominio de frecuencia⁷ (Frequency Domain Analysis), el cual permite definir ponderadores de la media móvil por medio de la transformación inversa de Fourier:⁸

$$b_h = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \beta(\omega) e^{i\omega h} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\omega}^{\omega} e^{i\omega h} d\omega \quad (7)$$

Donde $\beta(\omega)$ es una función de frecuencia-respuesta, es decir, indica la extensión a la cual el ciclo (c_t) responde a la serie original en una frecuencia ω . Evaluando la integral⁹ de la expresión (7), se obtienen las ponderaciones para el filtro ideal:

$$b_0 = \omega/\pi \text{ y } b_h = \text{sen}(h\omega)/h\pi, \text{ para } h=1,2,\dots, \quad (8)$$

Donde $\omega = 2\pi(1/pl - 1/ph)$, en tanto que pl y ph son el corte inferior y superior, respectivamente de la frecuencia del ciclo. Es importante, resaltar que la ponderación tiende a cero cuando h crece a infinito. Por su parte, el promedio móvil finito aplicado a la serie, también se puede representar mediante la inversa de Fourier y calcular su función de frecuencia-respuesta mediante la siguiente expresión: $\alpha_K(\omega) = \sum_{h=-K}^K a_h \exp(-i\omega h)$. La propuesta de Baxter y King

4 En el caso de datos de frecuencia anual se utiliza un factor lambda igual a 100

5 La frecuencia se refiere a la periodicidad o la amplitud del periodo, en la que cambia el componente de la serie, por lo cual se distinguen estos tres componentes: tendencia, ciclo e irregular.

6 Una condición en las ponderaciones de la media móvil es que sean simétricos

7 Si la serie de tiempo presenta un comportamiento cíclico, es posible realizar una aproximación por medio de funciones trigonométricas.

8 La serie de Fourier es una suma infinita de funciones seno y coseno, que describen un ciclo continuo. De esta manera los ponderadores de la media móvil permiten extraer el ciclo ideal de la serie. Sin embargo, se requiere una serie con un número de observaciones infinito.

9 Mayor detalle de la solución de la integral (Baxter y King, 1999, p. 593)

(1999) es seleccionar el filtro que minimice la distancia entre los ponderadores del filtro ideal $\beta(\omega)$ y el filtro estimado $\alpha_K(\omega)$:

$$\min Q = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |\beta(\omega) - \alpha_K(\omega)|^2 d\omega \quad (9)$$

La aproximación óptima del filtro dado un máximo de rezagos K , es truncar las ponderaciones infinitas del filtro ideal en número igual a K rezagos. El filtro estimará ponderaciones hasta el rezago K , e igualará a cero todas las ponderaciones mayores a $K+1$. De tal manera, que el número de rezagos adquiere una gran relevancia toda vez que define la precisión de los ponderadores. No existe un número ideal de rezagos, pero cuando se incrementan los rezagos se mejora la aproximación con el filtro ideal, a costa de perder información al principio y al final de la muestra (Flores, 2000). Así, el ciclo de la serie puede ser calculado como:

$$C_t = \sum_{h=-K}^K \hat{b}_h Y_{t-h} \quad (10)$$

Donde $\hat{b}_h = b_h - (\sum_{h=-K}^K b_h)/(2K+1)$, los ponderadores b_h son definidos como en la ecuación (8) pero truncados en K rezagos. Baxter y King (1999), utilizan la información de Burns y Michel (1946), donde los ciclos económicos son fluctuaciones recurrentes, pero no periódicas, con duración no menor a 6 trimestres (año y medio) y no superior a treinta trimestres (8 años).

Un procedimiento alternativo al filtro BK, es la propuesta de Christiano y Fitzgerald, (2003) (filtro CF), el cual utiliza una media móvil con ponderaciones cambiantes no simétricas, además de considerar que la serie describe un camino aleatorio. El filtro CF asume

que el problema de optimización entre el filtro ideal y el filtro estimado debe considerar las propiedades de la serie de tiempo, así la función a minimizar se modifica incluyendo una función de densidad espectral $f_y(\omega)$ de la serie observada (Y_t):

$$\min Q = \int_{-\pi}^{\pi} |B(e^{i\omega}) - \hat{B}^{p,f}(e^{i\omega})|^2 f_y(\omega) d\omega \quad (11)$$

Donde $B(e^{i\omega})$ es el filtro ideal y $\hat{B}^{p,f}(e^{i\omega})$ el filtro estimado, el promedio móvil está acotado por los valores¹⁰ de $-f$ a p , que no es simétrico. Christiano y Fitzgerald (2003), sugieren utilizar la función espectral de un proceso estocástico de camino aleatorio¹¹ sin constante, como una aproximación del espectro de la serie observada. Además, el filtro CF utiliza todas las observaciones disponibles en la muestra, y por lo tanto no es simétrica. Así el ciclo de la serie se obtiene de la siguiente ecuación:

$$C_t = b_0 Y_t + \sum_{j=1}^{T-t-1} b_j Y_{t+j} + \tilde{b}_{T-t} Y_T + \sum_{j=1}^{t-2} b_j Y_{t-j} + \tilde{b}_{t-1} Y_1 \quad (12)$$

Los ponderadores b_0 y b_j y corresponden a los calculado por medio del filtro Baxter-King, en tanto que los ponderadores \tilde{b}_{T-t} y \tilde{b}_{t-1} , son una función lineal de los ponderadores b_j , los cuales se pueden calcular como:

$$\tilde{b}_{T-t} = -\frac{1}{2}b_0 - \sum_{j=1}^{T-t-1} b_j \quad (13)$$

10 Estos valores se refieren al número mínimo y máximo de periodos por ciclo.

11 El proceso de la serie se define como: $y_t = y_{t-1} + \theta(L)\varepsilon_t$, $E\varepsilon_t^2 = 1$, $\theta(L)$ es un polinomio de rezagos de orden q , L es el operador rezago.

$$\tilde{b}_{t-1} = -\frac{1}{2}b_0 - \sum_{j=1}^{t-2} b_j \quad (14)$$

III. Evidencia Empírica

Se considera la serie del Producto Interno Bruto (PIB) en millones de pesos a precios de 2008 con observaciones trimestrales para el periodo 1980q1 a 2015q4. Es importante señalar que, la serie del PIB fue ajustada por su componente estacional,¹² es decir se requiere de una serie suavizada que no registre movimientos erráticos o que no son explicados por factores económicos, disminuyendo la posibilidad de correlaciones espurias además de que los efectos periódicos que se repiten cada año y tienden a exagerar los movimientos de la serie. El procedimiento aplicado fue el X-12 ARIMA (US Census Bureau, 2009), basado en promedios móviles ponderados, los cuales se sustentan en el desarrollo de un sistema de factores que explican la variación estacional en una serie. Este método consta de dos módulos: el RegArima,¹³ el cual se encarga de realizar el ajuste previo a la serie y el módulo X11, mismo que realiza el ajuste estacional.

Resultados Filtro HP

Se aplicó el filtro HP a la serie del PIB ajustada por su componente estacional y en logaritmo natural. Es importante señalar que el filtro

HP, ha sido objeto de diversas críticas, el punto central del debate reside en que el componente de tendencia se obtiene a partir de la imposición (selección *a priori*) del parámetro de suavizamiento λ la cual es arbitraria (Guerrero, 2011). Hodrick y Prescott (1997) decidieron elegir el valor de $\lambda = 1600$ de manera que el filtro fuera tal que produjera un componente de tendencia libre de fluctuaciones cíclicas, ya que cancela todas las frecuencias menores a ocho años. En el caso de los trabajos realizados para la economía mexicana: Sarabia (2010), propone un valor de $\lambda = 1096$, que captura con mayor precisión la volatilidad propia de la serie del PIB con un suavizamiento de 92.69 por ciento. Loría y Salas (2014) realizan el cálculo de 31 filtros asociados al mismo número de factores (λ 's), a partir de la metodología de Guerrero (2011), para la correcta determinación del componente tendencia y del ciclo, con niveles de suavizamiento de 92.55 a 94.43 por ciento, concluyen que en un rango de valores para lambda entre 1000 y 3700; los puntos de inflexión y la recurrencia de los ciclos no varían, y la mayoría de las diferencias se aprecian en periodos de recuperación, al contrario de los periodos de recesión en los cuales hay mayor similitud.

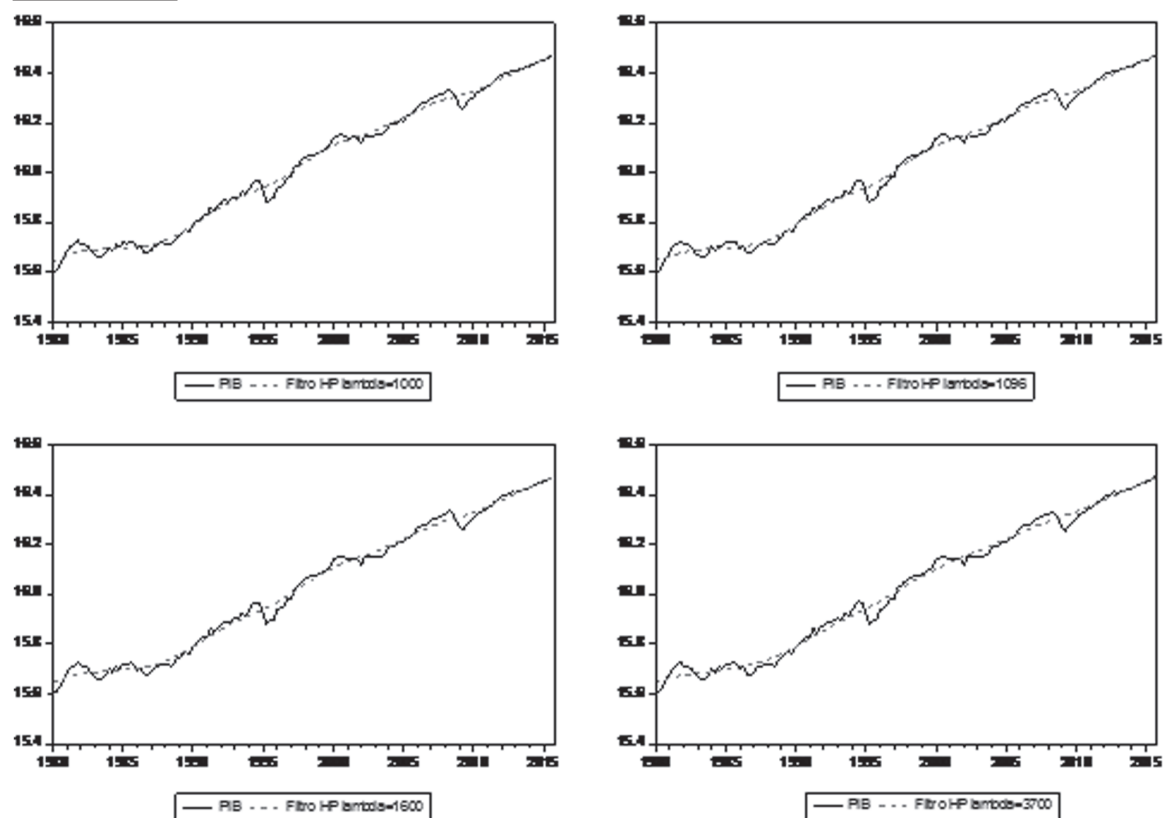
En el presente trabajo, se aplicaron cuatro valores para el parámetro de suavizamiento correspondientes a 1600 (Hodrick y Prescott, 1997); de 1096 (Sarabia, 2010), de 1000 y 3700 (Loría y Salas, 2014). En la Gráfica 1, se presentan las trayectorias generadas para el PIB potencial, las cuales son bastante similares para los cuatro valores de lambda, confirmando que para el caso de la economía mexicana el rango de valores de lambda de 1000 a 3700 no se presentan diferencias en la estimación del PIB potencial.

12 Representa un movimiento periódico que se producen en forma similar cada año por la misma época, en correlación con los meses o con las estaciones del año y aun con determinadas fechas.

13 Los modelos RegArima son usados para extender la serie, usando promedios móviles simétricos para el ajuste estacional, de esta manera se logra una mejor corrección. A su vez, permite identificar la presencia de efecto calendario o puntos atípicos (*outliers*), estimarlos y limpiar la serie de sus efectos que distorsionan el resultado del proceso de ajuste estacional.

Gráfica 1

PIB observado y Filtro Hodrick-Prescott (HP) (escala logarítmica)



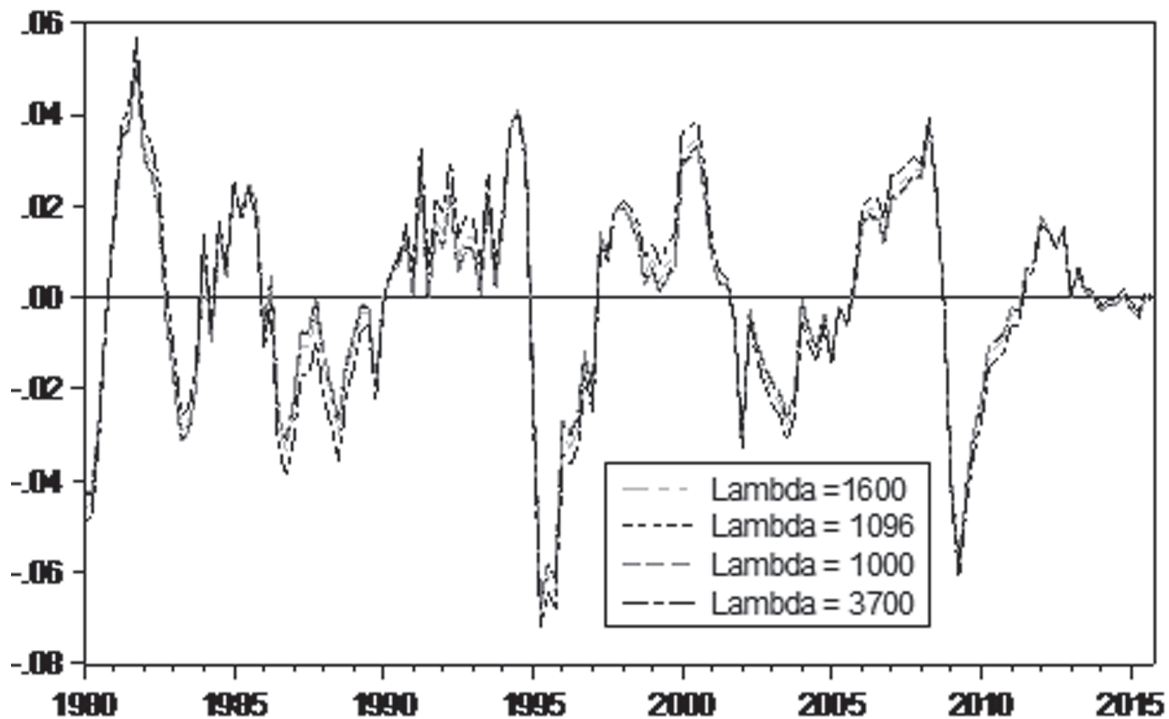
Por otra parte, en la historia reciente los periodos donde el PIB observado se mantiene por arriba de su trayectoria potencial entre los años de 2006q1 a 2008q3, precisamente en este último año es donde se inicia el periodo de la crisis internacional y el último periodo donde la economía registró un crecimiento por arriba de su trayectoria potencial en los cuatro trimestres de 2012. Posterior a este último año, no se ha logrado superar la tendencia potencial y prácticamente se ha mantenido en un ritmo de crecimiento de 2.5 por ciento anual. La Brecha del Producto, calculada como la diferencia entre el PIB observado y su potencial, para los diferentes valores de λ permite observar un ciclo prácticamente similar salvo en algunos valles y picos (Gráfica 2).

Las brechas generadas por el filtro HP presenta gran volatilidad debido a que se concentra principalmente en el componente permanente de la serie, cancelando las frecuencias menores a ocho años. Por otra parte, se asume que el ciclo se distribuye como una normal con medida cero, lo cual resulta difícil de sostener en la gran mayoría de las variables macroeconómicas. En efecto, este supuesto sobre el componente cíclico¹⁴ implica que las series originales deberían mostrar una trayectoria bastante estable, disminuyendo la influencia de posibles quiebres estructurales. Finalmente,

¹⁴ Hodrick y Prescott (1992) observan que en el caso de la economía de Estados Unidos para el periodo de 1950:1 a 1979:2, el 5% del componente cíclico cambia o está relacionado con 1/8% del cambio en cada trimestre del componente permanente. Calculando el valor de λ , que es el factor de ajuste para el caso de observaciones trimestrales.

Gráfica 2

Brechas del PIB generada por el filtro HP (escala logarítmica)

**Cuadro 1. Frecuencia y amplitud del ciclo generados por el filtro HP**

Máximos Locales		Mínimos Locales		Ciclos de la economía	
Fecha	Brecha (%)	Fecha	Brecha (%)	Período	Duración (trimestres)
1981Q4	5.15	1980Q2	-4.33	1981Q4-1985Q1	13
1985Q1	2.50	1983Q2	-3.09	1985Q1-1994Q3	38
1991Q2	2.74	1986Q4	-3.14	1994Q3-1998Q1	14
1994Q3	4.10	1988Q3	-2.74	1998Q1-2000Q3	10
1998Q1	1.98	1989Q4	-1.95	2000Q3-2008Q2	31
2000Q3	3.31	1995Q2	-6.69	2008Q2-2012Q1	15
2008Q2	3.77	2002Q1	-3.19		
2012Q1	1.75	2003Q3	-2.63		
		2009Q2	-5.80		

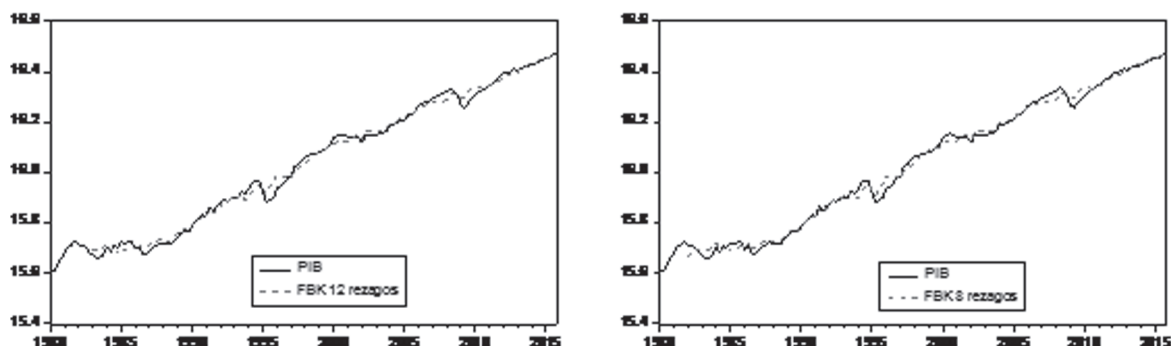
el filtro es bastante sensible tanto a los valores iniciales y valores finales de la serie, en consecuencia, se argumenta que el filtro HP tiende a calcular ciclos espurios o bien distorsiona el componente cíclico de la serie.

El filtro HP¹⁵ identifica 8 puntos máximos en el periodo de análisis; siendo 1981Q4, donde se obtuvo el mayor valor de crecimiento del PIB, el segundo punto más alto fue en 1994Q3; siendo su punto más bajo en 1995Q2, seguido

15 Se considera el filtro HP con un valor de siguiendo la propuesta de Sarabia (2010).

Gráfica 3

PIB observado y Filtro Baxter-King (FBK) (escala logarítmica)



de la crisis del 2008, con el punto más bajo en el 2009Q2. Estos resultados son consistentes con los reportados por Loría, Ramos y de Jesús (2008), entre el período 1981Q2-2004Q4, los cuales identifican 10 crestas y 10 valles. En lo que respecta a los ciclos económicos en la economía mexicana, el filtro HP identifica 6 ciclos (Cuadro 2). El ciclo más largo comprende 38 trimestres y el segundo 31 trimestres. El más corto de 10 trimestres y uno de 13 trimestres.

Acevedo (2009), en el período de 1980 a 2007, identificó cuatro fases expansivas de la brecha del producto. El primer ciclo de cresta a cresta, se da en 1981Q4 a 1985Q4, el segundo lo identifica de 1985Q4 a 1992Q3, el tercero de 1992Q3 a 1994Q4 y el último de 1994Q4 a 2000Q3. En el último período del 2004Q1 a 2007Q3, la economía había estado en una etapa de crecimiento, sin embargo, menciona que no había elementos que permitieran identificar su término, y en consecuencia su longitud, por tal razón no considera este período. Los resultados, de la presente investigación, permiten argumentar que este ciclo concluyó en el segundo trimestre de 2008 y se dio inicio a una fase depresiva que se prolongó hasta 2012q1

Resultados Filtro Baxter-King (BK)

En el cálculo del filtro BK, se utilizó un modelo ARIMA sobre la serie del PIB, debido a que es un filtro band-pass utiliza valores rezagados

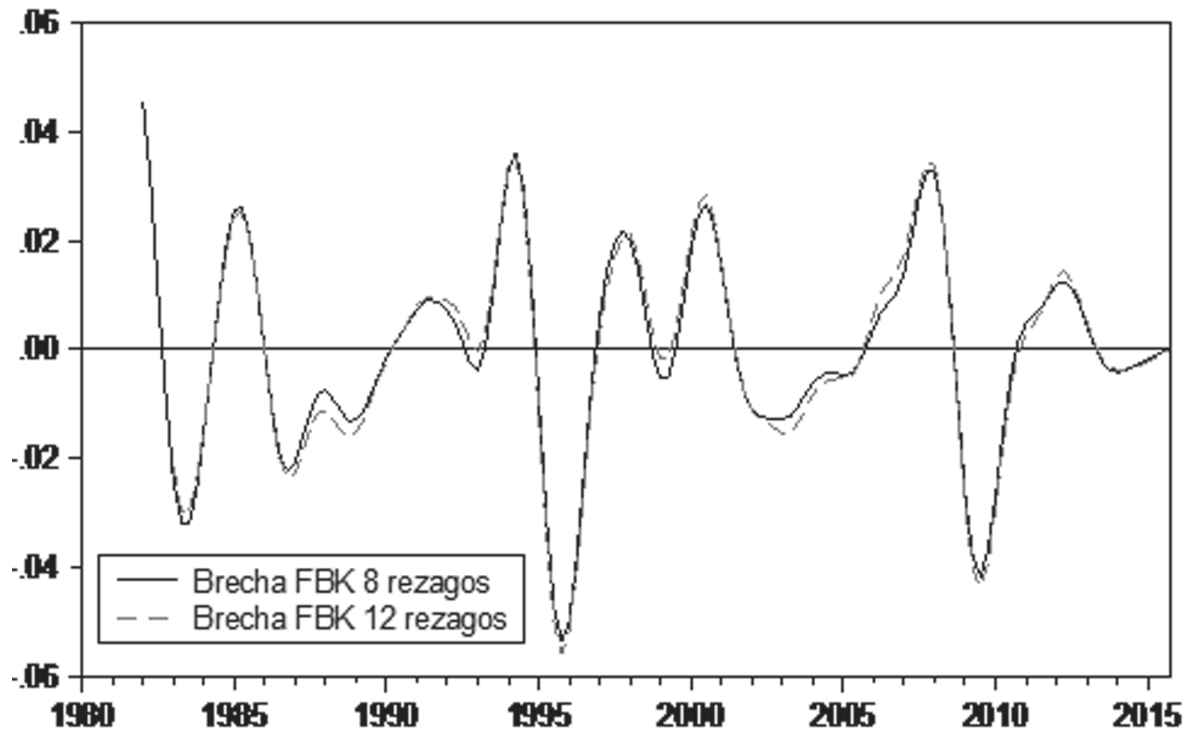
y adelantados de la serie observada¹⁶, perdiendo información al inicio y al final de la muestra. El principal punto de debate en la estimación del filtro BK, es encontrar los valores fijos de las bandas de fluctuación y el número de rezagos óptimo para una mejor aproximación al filtro ideal. Sin embargo, está aproximación al filtro ideal presenta un *trade off* entre un mayor número de rezagos y la pérdida de información al principio y final de la muestra (Flores, 2000). La literatura económica señala que para series trimestrales un nivel adecuado de rezagos sería de 12, sin embargo, cómo se presenta en la Gráfica 3 no hay grandes diferencias entre la elección de 8 y 12 rezagos para el caso de México, ya que prácticamente las tendencias son muy similares, salvó la pérdida de información por parte del filtro con un mayor rezago.

Por otra parte, Baxter y King (1999) señalan que el ciclo genera buenos resultados en una banda entre año y medio y ocho años. Sin embargo, se considera que se obtienen mejores resultados en una banda de 2 a 9 años, de acuerdo con el análisis de frecuencia del estudio de los ciclos de Loría y Salas (2014). Estos autores consideran los puntos críticos de cada fluctuación y su frecuencia, en los cuales identifican que la duración del ciclo más largo es de 36 trimestres entre 1985Q3-1994Q4 y el más

¹⁶ Se especificó un modelo ARIMA de orden de integración I(1), AR(4) y MA (3).

Gráfica 4

Brechas del PIB generada por el filtro BK (escala logarítmica)



pequeño de 9 trimestres 1998Q1-2000Q2. Con base en estos argumentos, se eligió una banda entre 8 a 36 trimestres, que permite obtener un ciclo suavizado¹⁷. Con base en esta banda de fluctuación (8 a 36 trimestres) se calcularon las brechas del producto para los filtros con 8 y 12 rezagos. Los resultados se muestran en la Gráfica 4, las brechas del producto generadas por el filtro BK, muestran trayectorias más suavizada a diferencia del filtro HP, lo cual permite distinguir con mayor claridad los ciclos de la economía. Además, el número de rezagos no influye de manera significativa

en los resultados, los picos y crestas del ciclo coinciden en ambas brechas sobre todo hacia el final de la muestra.

Considerando 8 rezagos y una amplitud de la banda entre 8 y 36 trimestres se aplicó el filtro BK a la serie del PIB, los resultados identifican 8 crestas o máximos locales, los resultados obtenidos son muy parecidos al filtro HP con una discrepancia en fecha entre 1 o 2 trimestres (Cuadro 2). Sin embargo, es de destacarse la similitud de resultados tanto en fechas como en valores. Así, el filtro BK identifica 8 fechas donde la brecha del PIB registra un máximo destacando 1982Q1 (4.53%) y 1994Q2 (3.62%), fechas que difieren con un rezago de dos trimestres con respecto a las reportadas en el trabajo de Loría, Ramos y de Jesús (2008). En un periodo reciente, el máximo registrado en 2007Q4 tiene una diferencia de un trimestre en relación a los resultados de Acevedo (2009), en tanto que Loría y Salas (2014) lo localizan en 2008Q2. Por otra parte,

¹⁷ Es importante señalar que el componente de alta frecuencia (High-Pass) entre 32 y 36 trimestres es relativamente intrascendente, las mayores diferencias se presentan en el valor del componente de baja frecuencia. Es decir, entre mayor sea el componente de baja frecuencia (más de 8 trimestres), los picos o crestas de la serie los reporta antes y los valles o caídas los reporta después.

el filtro BK identifica 9 valles, el punto más bajo se localiza en 1995Q4 y el segundo en 2009Q2, con diferencia a un trimestre respecto a las investigaciones ya citadas. En general, el filtro BK ubica los máximos y mínimos de la brecha en los mismos años con otros trabajos realizados para la economía mexicana, pero con una diferencia de entre 1 a 2 trimestres.

En lo que se refiere a la estimación del ciclo y su amplitud, el filtro BK reporta 7 ciclos, a diferencia del filtro HP que registra 6. Otra diferencia es que la duración de los ciclos es menor, en el caso del filtro BK se reporta una amplitud de hasta 25 trimestres para el periodo de 1985Q2 a 1991Q3 (Cuadro 2). Acevedo (2009) registró un ciclo muy parecido de 1985Q4 a 1992Q3; por su parte, Loria y Salas (2014) estiman un periodo más amplio considerando de 1985Q3 hasta 1994Q3. El segundo ciclo calculado con base en el filtro BK es de 29 trimestres que comprende las fechas de 2000Q3 a 2007Q4, similar al reportado por Acevedo (2009) pero menor al que estiman Loria y Salas (2014).

Resultados Filtro Christiano-Fitzgerald (CF)

En la especificación del filtro Christiano-Fitzgerald (2003) (FC), se asume que la serie sigue un proceso de camino aleatorio. De acuerdo a

los señalado en la literatura una frecuencia entre 6 y 32 trimestres para el filtro CF, debería presentar una buena aproximación a la Brecha del Producto (Christiano y Fitzgerald, 2003), sin embargo, para el caso de la economía mexicana estos valores generan una volatilidad en los periodos de 1985 a 1994, distorsionando el análisis de los ciclos económicos. En este mismo sentido, elegir valores superiores a los 36 trimestres, se obtiene un ciclo demasiado suavizado y se observa una mayor distorsión en los valores de cambio en las concavidades. En consecuencia, se eligió una frecuencia entre 7 y 36 trimestres, que captura con mayor precisión la brecha del producto además se aplicó el filtro con 12 rezagos.

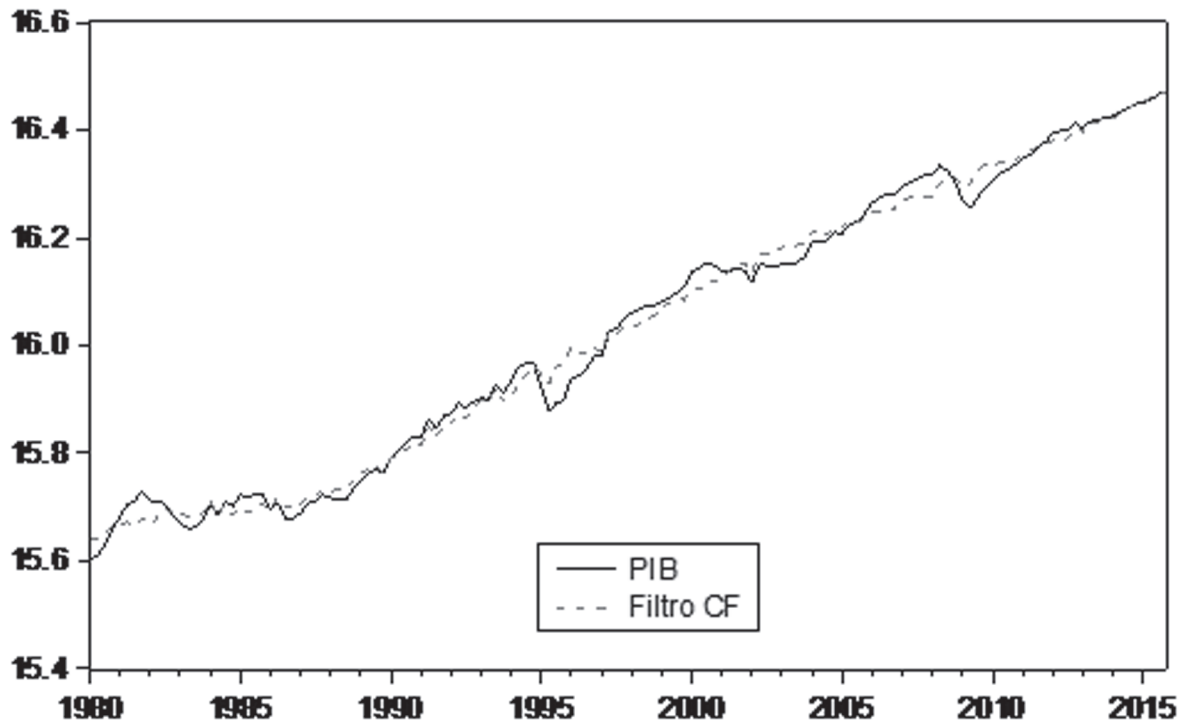
La Gráfica 5, presenta la evolución del PIB ajustado por su componente estacional y el filtro CF. Los resultados son muy similares al filtro BK con 12 rezagos (ver Gráfica 3), salvo en algunos periodos en donde el filtro BK o el filtro CF subestiman el producto potencial. Por ejemplo, en el periodo 1998Q1 a 2001Q1, el filtro BK se encuentra por encima del filtro CF, y en las fechas de 2001Q3 a 2005Q1, el filtro CF es ligeramente superior a los valores reportados por el filtro BK. Sin embargo, en el periodo de 1980 a 1997 el comportamiento es muy similar. Se puede observar que la úl-

Cuadro 2. Frecuencia y amplitud del ciclo generados por el filtro BK

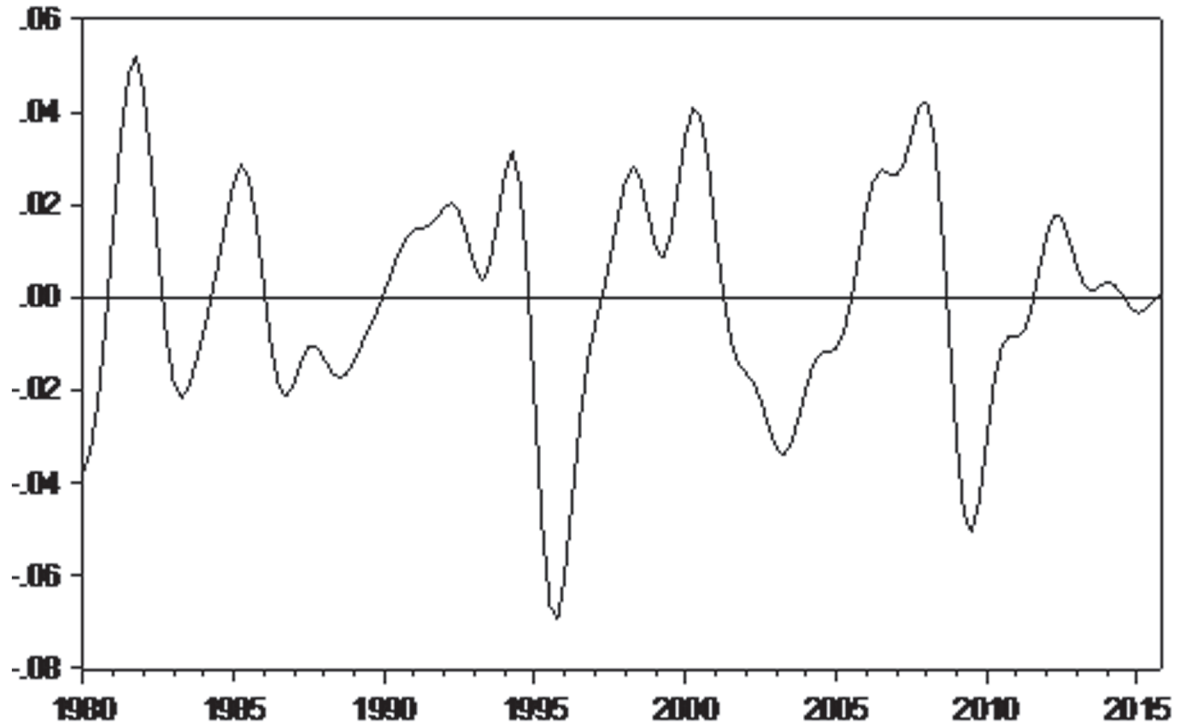
Máximos Locales		Mínimos Locales		Ciclos de la economía	
Fecha	Brecha (%)	Fecha	Brecha (%)	Período	Duración (trimestres)
1982Q1	4.53	1983Q3	-3.21	1982Q1-1985Q2	13
1985Q2	2.60	1986Q4	-2.24	1985Q2-1991Q3	25
1991Q3	0.89	1988Q4	-1.33	1991Q3-1994Q2	11
1994Q2	3.62	1993Q1	-0.38	1994Q2-1997Q4	14
1997Q4	2.18	1995Q4	-5.36	1997Q4-2000Q3	11
2000Q3	2.65	1999Q1	-0.54	2000Q3-2007Q4	29
2007Q4	3.29	2002Q4	-1.29	2007Q4-2012Q2	18
2012Q2	1.26	2009Q2	-3.83		
		2013Q4	-0.43		

Gráfica 5

PIB observado y Filtro Christiano-Fitzgerald (FCF) (escala logarítmica)

**Gráfica 6**

Brecha del PIB generada por el filtro CF (escala logarítmica)



tima fase expansiva, de acuerdo al filtro CF, fue entre los años de 2005 a 2008; y de igual forma que el anterior filtro se aprecia que hacia el final de la muestra el PIB de la economía mexicana se ubica ligeramente por debajo de su trayectoria potencial.

Con base en la información generada por el filtro CF se calculó la brecha, que es presentada en la Gráfica 6. En principio la brecha generada por CF sobreestima los máximos, así como los mínimos locales en comparación a los filtros BK y HP. Es decir, la brecha tiende a ser más amplia cuando se calcula por medio del filtro CF. Además, registran 9 crestas e identifica los valores más altos en 1981Q4, seguido del año 2007Q4 y 2000Q2 (Cuadro 3). De igual forma, se registran 9 mínimos locales, de los cuales el menor se registra en la fecha de 1995Q4 (-6.43%), seguido de 2009Q3 y 1980Q1.

El filtro CF identifica 8 ciclos económicos (Cuadro 3), el ciclo más largo tiene una duración de 30 trimestres correspondientes al periodo de 2000Q2 a 2007Q4, compatible con los resultados de los otros filtros, así como de las investigaciones ya citadas, que ubican este periodo como uno de los ciclos de mayor duración en la historia reciente de la eco-

nomía mexicana. Hay dos ciclos cortos de 8 trimestres de 1992Q1 a 1994Q1 y 2012Q4 a 2014Q4. El filtro HP ubica el ciclo más largo desde 1985Q1 a 1994Q3, no distingue claramente el pequeño ciclo de 1992Q1 a 1994Q1, que reportan los filtros BK y CF, del mismo modo el filtro HP no identifica el último ciclo que reporta el filtro CF.

Brecha y PIB potencial: Promedio Filtros

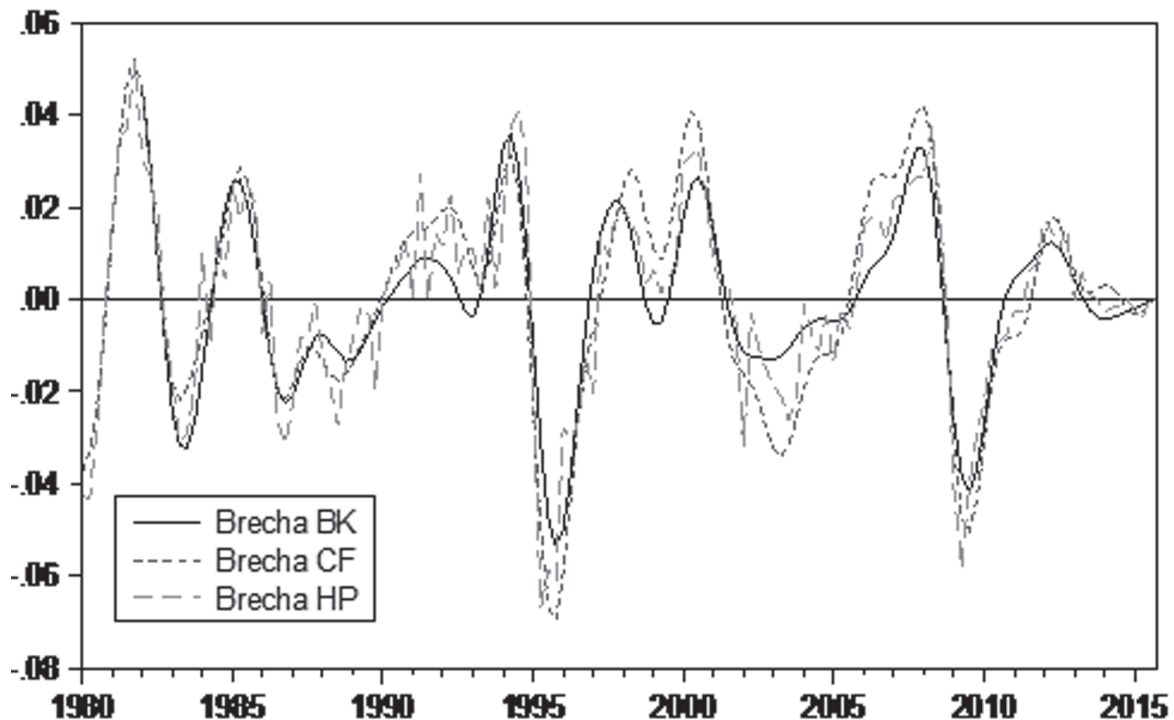
Considerando los filtros con mejores resultados para el periodo de análisis 1980Q1-2015Q4: filtro HP con parámetro $\lambda=1096$; el filtro BK con 8 rezagos y una amplitud de banda de 8 a 32 trimestres y el filtro CF con una banda de 7 a 36 trimestres con 12 rezagos. Se calcularon las brechas del producto para cada uno de los filtros, la Gráfica 7 presenta el comparativo, los tres filtros, se observa que después de un largo período de crisis durante los años 80s, la economía mexicana presentó una recuperación en su crecimiento por arriba de su trayectoria potencial, muy probablemente como consecuencia de las reformas estructurales que se aplicaron entre 1989 y 1994. Los tres filtros coinciden en señalar que 1995 se registra la contracción más fuerte de la historia reciente. Sin embargo, el inicio del Tratado de

Cuadro 3. Frecuencia y amplitud del ciclo generados por el filtro CF

Máximos Locales		Mínimos Locales		Ciclos de la economía	
Fecha	Brecha (%)	Fecha	Brecha (%)	Período	Duración (trimestres)
1981Q4	5.14	1980Q1	-3.79	1981Q4-1985Q2	14
1985Q2	2.44	1983Q2	-2.29	1985Q2-1992Q1	27
1992Q1	2.50	1986Q4	-2.28	1992Q1-1994Q1	8
1994Q1	2.89	1988Q4	-1.92	1994Q1-1998Q1	16
1998Q1	2.49	1993Q1	0.10	1998Q1-2000Q2	9
2000Q2	3.65	1995Q4	-6.43	2000Q2-2007Q4	30
2007Q4	4.39	2003Q2	-3.20	2007Q4-2012Q4	20
2012Q4	1.20	2009Q3	-4.78	2012Q4-2014Q4	8
2014Q4	1.47	2013Q4	-0.26		

Gráfica 7

Brecha calculada por los diferentes filtros (escala logarítmica)



Libre Comercio (TLCAN), sumado con la expansión de la economía de Estados Unidos, condujo a un repunte de la economía alcanzando la mayor tasa de crecimiento entre 1996 hasta el 2000, con un promedio de crecimiento en este periodo del 5 por ciento.

Para el año 2001, nuevamente el PIB de México se vio impactado por la burbuja tecnológica, el cual volvió a contraer la economía mexicana cerca -0.6% promedio en 2001, experimentando una lenta recuperación a mediados del 2005, para colocarse por arriba de su crecimiento potencial hasta la crisis del 2008. Si bien, se observa una ligera recuperación del producto entre 2010 y 2012, no se presenta el mismo fenómeno observado después de la crisis de 1995, por el contrario, a raíz de la última crisis financiera se observa un lento crecimiento, a pesar de las reformas estructurales del 2013, la economía mexicana se mantiene por debajo de su crecimiento potencial.

El Cuadro 4, reporta las tasas de crecimiento del PIB ajustado por el factor estacional, de los filtros calculados y su promedio simple. El periodo de 1990Q1-1994Q4 representa el de mayor crecimiento de la economía mexicana, en el periodo de análisis, por arriba de su crecimiento potencial. En cambio, en el periodo de los años de 2000 a 2015 el PIB potencial se ha reducido de manera significativa en un punto porcentual, respecto a la década de los 90s. Este resultado, se puede explicar por los efectos de la recesión internacional de 2008, pero también es un reflejo de una disminución en la capacidad productiva del país, originada por una menor dotación de factores de producción (el tamaño de la fuerza laboral, el capital humano, el capital físico, incluyendo infraestructuras, etc.), una menor intensidad a la que estos factores son utilizados o bien a una caída en la productividad de distintos sectores de la economía mexicana.

Cuadro 4. Tasa de Crecimiento Promedio del PIB Potencial (porcentaje)

Periodo	PIB (ajustado)	HP	BK	CF	Promedio
1980Q1-1984Q4	2.0	1.0	0.4	1.2	0.9
1985Q1-1989Q4	1.2	1.5	1.4	1.5	1.5
1990Q1-1994Q4	4.0	3.2	3.2	3.5	3.3
1995Q1-1999Q4	2.9	3.3	3.6	2.8	3.2
2000Q1-2004Q4	2.1	2.3	2.0	2.9	2.4
2005Q1-2009Q4	1.6	2.3	2.2	2.0	2.2
2010Q1-2015Q4	2.8	2.6	2.5	2.6	2.6

Si bien existe cierto nivel de incertidumbre respecto a calcular el valor exacto de la brecha de producto en un momento determinado del tiempo, la ventaja de usar diferentes técnicas de estimación permite dar un sustento empírico sobre las tendencias de la economía, mediante un promedio simple de los filtros generamos una mejor aproximación del PIB potencial. En efecto, considerando que el PIB potencial de una economía mantiene una senda ascendente gracias a la acumulación gradual de factores de producción y a las innovaciones tecnológicas. La contracción observada en los últimos 15 años del PIB potencial, puede estar asociado a que parte del stock de capital se vuelve inservible, mercados monopolísticos que dificultan el incorporar nuevas tecnologías, un estancamiento de la productividad en los sectores que no enfrentan competencia, problemas en el mercado laboral e informalidad, serían los factores que estarían explicando este descenso en el crecimiento potencial.

IV. Conclusiones

La técnica propuesta al inicio de la investigación mediante el uso de filtros univariados, permitió descomponer la serie de tiempo PIB, en sus componentes no observables (tendencia y ciclo). La tendencia obtenida por parte de los


cuatro filtros nos da una buena aproximación acerca de la medida del producto potencial y a partir de esta obtener la brecha del producto, la cual es de vital importancia, pues brinda un amplio panorama respecto a la fase del ciclo en la cual se encuentra la actividad económica. Del mismo modo, de manera retrospectiva, la brecha del producto permitió identificar la periodicidad y marcar las fases por las que atravesó la economía; y de esta manera brinda elementos importantes para el correcto diseño y orientación de las políticas económicas, por parte de las autoridades encargadas de ello.

Los principales resultados arrojados, una vez obtenida la brecha del producto, identifica fechas muy importantes para México. Los ciclos económicos reportados difieren mayor medida de acuerdo con la metodología de cada filtro. El filtro HP reporta seis ciclos, el filtro BK reporta siete y el filtro CF reporta 8. La discrepancia registrada se debe a que los filtros de frecuencia identifican un pequeño ciclo, entre el periodo de 1985 a 1994 y por otro lado, el filtro HP registra todo el ciclo completo en este periodo. La diferencia entre el filtro HP y los otros filtros es que son muy sensibles al valor que se le da a la banda de fluctuación. Otra diferencia importante corresponde al filtro CF, ya que registra un breve ciclo entre 2012Q4 y 2014Q4, la cual los demás filtros no registran. A lo largo del pe-

riodo estudiado, se han presentado seis ciclos económicos (cambio de cresta a cresta) y el más amplio de ellos, es de 1985Q1 a 1994Q2 y el menor de 1998Q1 a 2000Q3. Al omitir el filtro HP, debido a la volatilidad que presentaba, se registraron 7 ciclos y un ciclo intermedio, el cual abarca 1985Q1 a 1991Q4. Esta diferencia va a depender en mayor medida de los valores que se consideren para las bandas de fluctuación. Sin embargo, las fechas son muy similares (incluyendo o excluyendo el filtro HP) con diferencia de un trimestre en algunos periodos.

La tasa de crecimiento potencial se ha mantenido en un rango entre 0.6 a 4.4%. Las depresiones que afectaron negativamente la trayectoria del producto notablemente fueron las fechas de 1983, 1986, 1995, 2003, 2009. Con respecto a las fases expansivas, coinciden en los periodos de 1981, 1985, 1994 y 2000. Siendo la década de los 90's el mejor comportamiento del PIB potencial, y a finales del año 2000 se observa una clara desaceleración del producto. La crisis del 2008, con su punto más bajo en el 2009, ha marcado la pauta de un crecimiento lento, sin grandes cambios, y sin el efecto, que se esperaba que tuvieran las reformas económicas en México.

En consecuencia, se plantean retos importantes para los hacedores de la política fiscal y monetaria, la correcta coordinación entre estas es de vital importancia para el crecimiento del Producto Interno Bruto, ya que, de seguir con las mismas condiciones económicas actuales, sin cambios en el aparato productivo, se espera un crecimiento por debajo de su potencial hacia 2020. Desde el ámbito de la teoría económica se esperaría que una brecha de producto negativa, debería conducir a una disminución de la inflación. Pero en cambio, se ha registrado un repunte de la inflación, lo cual indicaría la presencia de costos de pro-

ducción y baja productividad, así que una posible explicación del repunte en la inflación sea precisamente la falta de crecimiento. 

Bibliografía

- ACEVEDO, C. F. E. (2009). "PIB potencial y productividad total de los factores Recesiones y expansiones en México". *Economía Mexicana Nueva Época*, vol. XVIII, núm. 2, pp. 175-219.
- BAXTER M. Y R. G. King (1999). "Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic times series". *The Review of Economics and Statistics*, 81(4): 575-593.
- BEVERIDGE, S. y C. R. Nelson (1981). "A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle". *Journal of Monetary Economics*, 7, pp. 151-174.
- BURNS, A.F. y W.C. Mitchell (1946). "Measuring Business Cycles". *NBER Books*.
- CANOVA F., (1997). "Detrending and business cycle facts". *Journal of Monetary Economics*, 41, pp. 475-512.
- CHRISTIANO L. C. y T. J. Fitzgerald, (2003). "The Band Pass Filter". *International Economic Review*, Department of Economics, 44(2), pp. 435-465.
- DESERRES, A., Alain Guay y Pierre St-Amant (1995). "Estimating and Projecting Potential Output Using Structural var Methodology: The Case of the Mexican Economy". *Working Paper 95-2*, Bank of Canada.
- FAAL, E. (2005). "Crecimiento del PIB, producto potencial y brecha del producto en México". *IMF Working Papers WPI/05/93*, Fondo Monetario Internacional.
- FLORES, M. (2000). "El filtro Baxter-King, Metodología y Aplicaciones", *Documento de Investigación DIENT-01-2000*, Banco Central de Costa Rica.
- GUERRERO, V. (2011). "Medición de la tendencia y el ciclo de una serie de tiempo económica desde una perspectiva estadística". *Realidad, Datos y Espacio*.

- Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 2(2):50-73.
- HERNÁNDEZ O. y C. Posadas, (2007), “Determinantes y características de los ciclos económicos en México y estimación del PIB potencial”, *Working Papers BBVA No 0703*.
- HODRICK, R.J. y E.C. Prescott (1997). “Postwar US business cycles: An empirical investigation”. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29(1), 1-16.
- LORÍA E. y E. Salas (2014), “Ciclos, Crecimiento Económico y Crisis en México, 1980.1-2013.4”, *Estudios Económicos*, vol.29, núm.2, pág. 131-161.
- LORÍA, E., M. Ramos y L. de Jesús (2008), “Producto potencial y ciclos económicos en México”, 1980.1-2006.4, *Estudios Económicos*, 23(1): 25-47.
- MARAVALL A., y C. PLANASB (1999), “Estimation error and the specification of unobserved component models”, *Journal of Econometrics*, 92(2), pp. 325-353.
- MILLS, T. C. (2003), *Modelling Trends & Cycles in Economic Time Series*, Palgrave Macmillan.
- MISHKIN, F. (2007). “Will Monetary Policy Become More of a Science?”. *National Bureau of Economic Research*, WP 13566.
- RAMÍREZ de León, F. (2012), “Modelos de Estimación de la Brecha de Producto: Aplicación al PIB de la República Dominicana”, *Serie de Estudios Económicos*, núm. 6, Banco Central de la República Dominicana.
- SARABIA, A. (2010), “El problema al final de la muestra en la estimación de la brecha del producto”, *Economía Mexicana*, 19(1): 5-29.
- US CENSUS BUREAU (2009), *X-12-ARIMA. Reference Manual*. Version 0.3, Washington.
- VILLAGÓMEZ F.A. (2012), Estudio sobre el desarrollo económico y perspectivas para Centroamérica y la República Dominicana: Metodología para el cálculo del desempeño fiscal con corrección cíclica, *Serie Estudios y Perspectivas CEPAL*, núm. 138.
- WATSON, M., (1986). “Univariate detrending methods with stochastic trends”. *Journal of Monetary Economics*, 18, pp. 49-75.