

**BANCO CENTRAL DE BOLIVIA**  
**Asesoría de Política Económica**  
**Departamento de Investigaciones Especiales**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CONJUNTA SOBRE VARIABLES NO  
OBSERVABLES**

**PRODUCTO POTENCIAL**  
Versión para discusión

El comportamiento de la brecha del producto –la diferencia entre el producto observado y alguna medida de equilibrio del producto (potencial o natural)– es una pieza clave para la formulación de la política monetaria. El producto potencial o natural se asocia generalmente con el componente permanente del producto, mientras que la brecha se relaciona con el transitorio. Como la primera es una variable no observable por definición, su cálculo no es una tarea fácil. El presente trabajo presenta su estimación por distintos métodos. El primero consiste en el filtro de Hodrick – Prescott, en el que se calibra el parámetro de suavización en la aceleración del componente de tendencia, de tal manera que los resultados son comparables con otros estudios. El segundo consiste en descomponer el crecimiento potencial siguiendo la metodología de *growth accounting*. Finalmente, se estima esta variable por medio de vector de corrección de errores. Los resultados sugieren un crecimiento potencial en torno a 3%, ligeramente superior a la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo se debe recalcar que los mismos no toman en cuenta al recurso natural (hidrocarburos y minería), sectores que tienen una incidencia importante el producto.

**Buenos Aires, Argentina.**  
**Junio de 2007**

Trabajo preparado por Hugo A. Rodríguez G. ([hrodriguez@bcb.gov.bo](mailto:hrodriguez@bcb.gov.bo)). El autor agradece la colaboración de Fernando Cernadas, Claudia Silva y Mabel Lara. Las opiniones y análisis expresados en el presente documento corresponden al autor y no necesariamente reflejan la posición del Banco Central o la de sus autoridades.

# Variables no observables: Producto potencial.

Versión preliminar

## 0. Introducción

El comportamiento de la brecha del producto –la diferencia entre el producto observado y alguna medida de equilibrio del producto (potencial o natural)<sup>1</sup>– es una pieza clave para la formulación de la política monetaria. Un nivel de producto real por encima del potencial alude a la existencia de presiones inflacionarias y sugiere modificaciones a la política monetaria; un nivel de producto por debajo del potencial indica una dinámica de precios distinta con implicaciones diferentes en términos de ajuste al estado de la política monetaria (Dupasquier, Guay y St-Amant, 1997).

El producto potencial o natural se asocia generalmente con el componente permanente del producto, mientras que la brecha se relaciona con el transitorio. Como la primera es una variable no observable por definición, su cálculo no es una tarea fácil. Por esta razón se han desarrollado varias metodologías que aíslan el componente de baja frecuencia (o permanente) del de alta frecuencia (transitorio o cíclico).<sup>2</sup>

El presente documento presenta una estimación preliminar del producto potencial por medio de filtros estadísticos y por el método de la función de producción para la economía boliviana.

## 1. Estimación por medio de filtros estadísticos

### 1.1. Hodrick-Prescott

El filtro Hodrick-Prescott (filtro HP) tiene su fundamento teórico en la literatura estadística de ajuste de curvas y en el principio de Fourier, introducido por Sluzky (1937) al análisis de ciclos económicos.<sup>3</sup> Este filtro extrae óptimamente el componente estocástico de baja frecuencia  $\{y_t^{tr}\}$  del componente de mayor frecuencia  $\{y_t^c\}$  de una serie de tiempo  $\{y_t\}$  resolviendo el siguiente problema de minimización:

$$\underset{\{y_t, y_t^{tr}\}_{t=1}^T}{\text{Min}} \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^{tr})^2 + \lambda ((y_{t+1}^{tr} - y_t^{tr}) - (y_t^{tr} - y_{t-1}^{tr}))^2$$

El primer término es la función objetivo resultante del problema de descomponer una serie en sus componentes de tendencia y ciclo, tal que  $y_t = y_t^{tr} + y_t^c$ , sujeta a la penalización  $\lambda$  de la variabilidad de la tendencia. En el límite, cuando  $\lambda \rightarrow \infty$ , el componente de tendencia tiende a una línea recta permitiendo fluctuaciones importantes en el componente cíclico; cuando  $\lambda \rightarrow 0$ , el componente de tendencia tiende a la serie original  $\{y_t\}$ . En términos analíticos, el problema de minimización implica la solución a un sistema de  $T$  ecuaciones lineales simultáneas en  $T$  variables,  $\mathbf{y}^{tr} = \mathbf{A}\mathbf{y}$ , donde  $\mathbf{y}^{tr} = [y_1^{tr}, y_2^{tr}, \dots, y_T^{tr}]'$  es el componente de baja frecuencia,  $\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_T]'$  es la serie original y  $\mathbf{A}$  es una matriz de transformación. Cabe recalcar que la estimación original utiliza la técnica de suavización de Kalman (Hodrick, R. y Prescott, E., 1997).

La elección de  $\lambda = 1600$  se basa en la consideración *a priori* de que una desviación estándar “del 5% en el componente cíclico es moderadamente grande, así como también lo es una de 1/8 de un punto porcentual en el cambio en el crecimiento en un trimestre” y porque ese valor “reproduce una trayectoria de tendencia del logaritmo del PIB, que los estudiantes de ciclos económicos y crecimiento dibujarían a través de su gráfico en el tiempo” (Hodrick y Prescott, 1997).<sup>4</sup> Para la economía boliviana, aún no se cuenta con consideraciones *a priori* en tal

<sup>1</sup> El producto potencial se define como el nivel de producto compatible con estabilidad de precios; el producto natural se define como aquel nivel de producción observado si todos los precios fueran flexibles.

<sup>2</sup> Una revisión de los métodos (aplicados a la economía del Perú) se encuentra en Miller (2005).

<sup>3</sup> Slutsky, E. “The Summation of Random Causes as the Source of Cyclic Processes”, *Econometrika*, Vol. 5; 2: pp.105-146, Abril, 1937.

<sup>4</sup> En el planteamiento del problema, “si los componentes cíclicos y las segundas diferencias en el componente de tendencia fueran i.i.d., variables normales con media cero y varianzas  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  (lo cual no son), la expectativa condicional de  $y_t^{tr}$  sería la solución al programa de minimización, cuando  $\sqrt{\lambda} = \sigma_1 / \sigma_2$ ” (Hodrick y Prescott, 1997).

sentido; sin embargo es posible que el uso “estándar” del parámetro de minimización, genere resultados no deseados cuando es aplicado a datos de economías con propiedades distintas a las de la economía americana.

En efecto, si el filtro HP asocia fluctuaciones de baja frecuencia –incluido partes del verdadero componente cíclico– a la tendencia, si la persistencia de esta última es elevada, mantener  $\lambda = \lambda^{US}$  implicaría que una parte del componente cíclico será atribuida al de tendencia. Por tanto, países con una alta correlación serial tenderían a observar una menor volatilidad en el componente cíclico aún (Marcel y Ravn, 2004). Las implicaciones para el análisis del componente de tendencia y para la comparación de momentos de datos de distintos países son obvias. Por ejemplo, Miller (2004), reporta un crecimiento del componente de baja frecuencia de 2,3% con un parámetro  $\lambda = 1000$ , 3,3% con  $\lambda = 100$  y en torno a 7% con  $\lambda = 7$ , para la serie del producto.<sup>5</sup>

El análisis en la presente sección parte de la premisa que la aplicación “estándar” del filtro HP a la economía boliviana podría no generar resultados deseables. Para ello se calibra un parámetro óptimo, de tal manera que los resultados sean comparables con otros países, siguiendo el método de propuesto por Marcet y Ravn op.cit. Este enfoque consiste en modificar el programa de minimización y obtener  $\lambda$  de manera endógena; el programa de minimización modificado es:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{\{y_t\}_{t=1}^T} \quad & \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^{tr})^2 \\ \text{s.a.} \quad & \frac{\sum_{t=2}^{T-1} ((y_{t+1}^{tr} - y_t^{tr}) - (y_t^{tr} - y_{t-1}^{tr}))^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - y_t^{tr})^2} \leq V \end{aligned}$$

donde  $V$  es el valor objetivo para la aceleración en la tendencia relativa a la variabilidad en el componente cíclico. Manteniendo fijo este cociente se asegura la comparabilidad de los resultados entre países; es más deseable mantener  $V$  constante antes que  $\lambda$ , dado que éste tiene una interpretación directa *i.e.*, un nivel comparable de variabilidad en la aceleración de la tendencia relativa a la del componente cíclico constante. De esta manera el parámetro  $\lambda$  será obtenido de manera endógena.

El programa de minimización modificado tiene similares propiedades a las del programa original:

- $V \rightarrow 0 \Rightarrow \lambda \rightarrow \infty$ , y el componente de tendencia tiende a una línea recta.
- $V \rightarrow \infty \Rightarrow \lambda \rightarrow 0$ , y el componente de tendencia tiende a la serie original.
- El mapeo de  $\lambda \in [0, \infty)$  y  $\lambda' \in [0, V^{-1})$  es uno a uno, por tanto, resolver para  $\lambda$  es equivalente a resolver para  $\lambda'$ .<sup>6</sup>

La solución propuesta es por iteración, de tal manera que cuando  $F(\lambda) - V > 0$  se ajusta  $\lambda$  hacia arriba y viceversa, lo cual implica un comportamiento suave a lo largo del dominio de la función  $F(\lambda)$ , eliminando así la posibilidad de múltiples soluciones.

La aplicación de la metodología descrita por estos autores a datos de la economía española, revela que el parámetro de penalización que hace comparables los resultados es  $\lambda_1 = 5385$ .<sup>7</sup> Siguiendo esta línea de razonamiento, Restrepo y Soto (2006) encuentran que el  $\lambda$  “óptimo” para datos agregados de la economía chilena es 3024.

<sup>5</sup> Cabe recalcar que la literatura menciona como “estándar” un parámetro de 100 para datos con frecuencia anual.

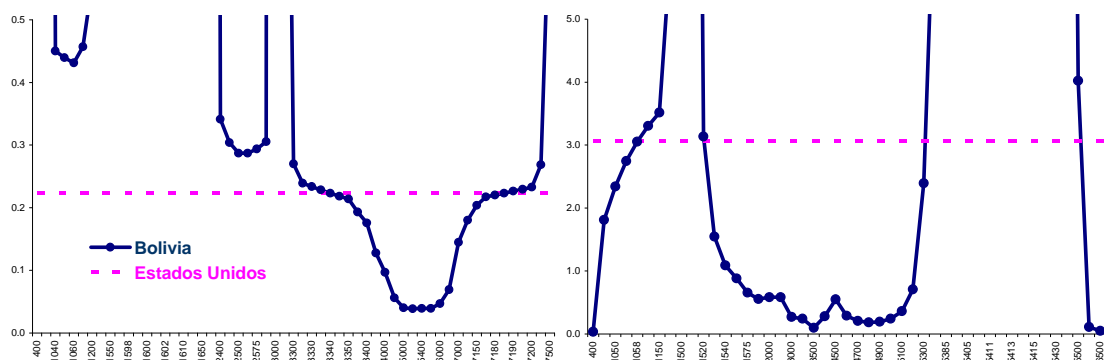
<sup>6</sup> Para el caso boliviano, esta propiedad no se cumplió ya que se encontró mas de una solución para un determinado nivel de  $V$ .

<sup>7</sup> El mismo trabajo plantea un segundo método en el cual el parámetro obtenido es  $\lambda_2 = 6369$ .

### Resultados para la economía boliviana<sup>8</sup>

Siguiendo la metodología descrita se realizaron ejercicios para la serie del producto expresada en logaritmos (ejercicio 1) y en niveles (ejercicio 2). El parámetro  $V^{EUA}$  de referencia se obtiene de aplicar el filtro HP ( $\lambda = 1600$ ) a datos trimestrales de la economía americana para el período correspondiente a la muestra de nuestro estudio. Encontramos que  $V_1^{EUA} = 2.24 \times 10^{-1}$  y  $V_1^{BOL} = 1.23 \times 10^4$  para datos en logaritmos (panel a en el gráfico a continuación), lo que de acuerdo a la regla implica incrementar  $\lambda$  hasta que  $V_1^{EUA} = V_1^{BOL}$ ; para datos en niveles (panel b) encontramos que  $V_2^{EUA} = 3.06$  y  $V_2^{BOL} = 5.54 \times 10^{-1}$ , lo cual acorde con la regla descrita anteriormente, implica ajustar  $\lambda$  hacia abajo. Como se puede apreciar en los gráficos, ninguna de las funciones  $F(\lambda)$  observa un comportamiento estrictamente decreciente, lo cual garantizaría una única solución. Para el primer ejercicio, se encontraron dos parámetros que satisfacen  $V_1^{EUA} = V_1^{BOL}$ :  $\lambda_{1a}^* = 3340$  y  $\lambda_{1b}^* = 7185$ , para el segundo se tienen tres candidatos:  $\lambda_{2a}^* = 1058$ ,  $\lambda_{2b}^* = 5300$  y  $\lambda_{3b}^* = 5500$ .

**Gráfico 1**  
**Comportamiento de la función  $F(\lambda)$**   
**Paneles a y b**



Nuestra estrategia a continuación es simple: una vez obtenido un *set* de candidatos posibles seleccionamos aquel cuyo componente cíclico es consistente con el “conocimiento convencional” sobre el estado de la economía para el período de estudio.

Con ese objetivo, revisamos las Memorias del Banco Central de Bolivia para caracterizar el “conocimiento común” en este período. Con base en esta revisión se caracterizó al período 1999 – 2003, como de **crisis severa** para la economía boliviana. El cuadro a continuación, resume los principales criterios para esta decisión.

<sup>8</sup> Debido a la disponibilidad de información para la economía boliviana, únicamente se presentan resultados para el período 1990:01 a 2006:04.

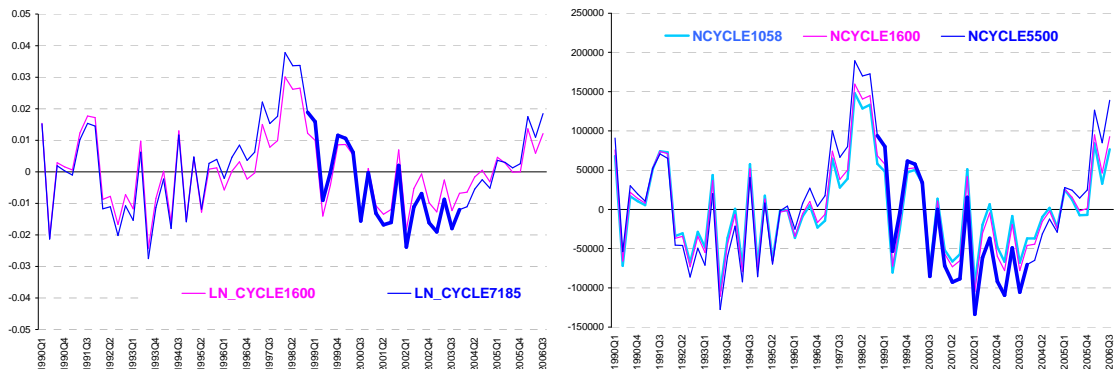
**Cuadro 1**

<b>1999</b>	<p>"Durante 1999 el contexto internacional fue especialmente difícil para Bolivia..."; "...la fuerte caída en los precios de los productos de exportación y la devaluación brasileña de enero de 1999 constituyeron los factores mas significativos de lo ocurrido en América del Sur durante la gestión..."; "Según estimaciones preliminares el crecimiento fue de 0,6%..."</p> <p>"La recesión minera se debió a la caída de los precios internacionales durante el primer semestre del año, ...la reducción de la producción de hidrocarburos obedeció a la culminación del contrato de exportación de gas a la Argentina y el retraso en el inicio de las exportaciones a Brasil."</p>
<b>2000</b>	<p>"Los resultados macroeconómicos de Bolivia en el año 2000 mostraron algunos signos de recuperación, aunque menores a los esperados a comienzos de la gestión ..."; "El crecimiento del producto interno bruto (PIB) alcanzó a 2.4%, luego de haber crecido solamente 0.4% en 1999."</p> <p>"Las actividades hidrocarburíferas e industriales asociadas al sector transable de la economía fueron las que presentaron mejores resultados, destacándose el subsector de gas natural, gracias a las mayores exportaciones de este producto al Brasil."</p>
<b>2001</b>	<p>"Por tercer año consecutivo, el crecimiento económico del país fue menor al originalmente avizorado. La difícil situación internacional incidió en el resultado logrado por la economía boliviana. El crecimiento del producto en Bolivia fue apenas 1.2%. El bajo crecimiento se explica ....así como por factores internos relacionados con el escaso dinamismo de la demanda."</p> <p>"Los sectores económicos que tuvieron crecimiento fueron hidrocarburos, como consecuencia de las mayores exportaciones de gas natural a Brasil, y telecomunicaciones, que, ante la anunciada desregulación del mercado, efectuó importantes inversiones adicionales. Casi todos los otros sectores decrecieron."</p>
<b>2002</b>	<p>"Por cuarto año consecutivo, Bolivia tuvo que enfrentar un delicado entorno internacional que explica, en parte, los resultados económicos obtenidos el año 2002."</p> <p>"Internamente, Bolivia tuvo un año especialmente difícil, caracterizado por cuatro aspectos que, a juicio del Banco Central de Bolivia (BCB), deben ser resaltados y servir de reflexión. Primero, en un año electoral, el surgimiento de nuevas fuerzas políticas con propuestas políticas y económicas muy disímiles de las aplicadas desde 1985 creó desconfianza de los ahorristas en el sistema financiero. Segundo, el aumento del déficit fiscal introdujo una dificultad adicional a la gestión macroeconómica del país. Tercero, la continua reducción de la intermediación financiera, como viene sucediendo desde 1999, inhibió la canalización de crédito hacia los sectores productivos. Cuarto, la persistencia y agudización de los conflictos sociales perjudicaron la recuperación de la demanda interna (especialmente de la inversión privada) y, por tanto, de los niveles de actividad económica."</p>
<b>2003</b>	<p>"En 2003 la economía boliviana presentó una moderada tasa de crecimiento de 2,5%, ...Las exportaciones netas fueron el elemento motor del crecimiento. La demanda interna, en cambio, fue poco dinámica por la debilidad del consumo privado y por la disminución de las inversiones, particularmente de la inversión extranjera directa. Además, los conflictos sociales y políticos afectaron al normal funcionamiento del sistema financiero y redujeron la actividad económica."</p>

Fuente: Banco Central de Bolivia, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003.

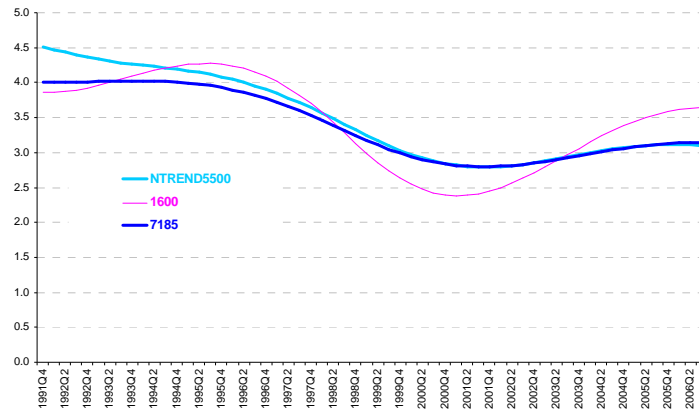
El gráfico 2 muestra el comportamiento del componente cíclico de obtenido a partir de nuestro set de candidatos. Con base en esta evidencia, observamos que los parámetros que mejor reflejan el conocimiento convencional, son  $\lambda_1 = 7185$  para datos en logaritmos y  $\lambda_2 = 5500$  para datos en niveles. Asimismo se aprecia el mismo comportamiento cuando la elección del parámetro es estándar, el cual subestima la magnitud de la crisis en ambos ejercicios. Una consecuencia directa importante podría referirse a la subestimación en la magnitud del ajuste a las políticas; un ejercicio preliminar indica que en promedio en el periodo 1999 – 2003, la elección del parámetro estándar subestima la intensidad de la crisis en un punto porcentual del PIB por año.

**Gráfico 2**  
**Componente cíclico**  
**Paneles a y b**



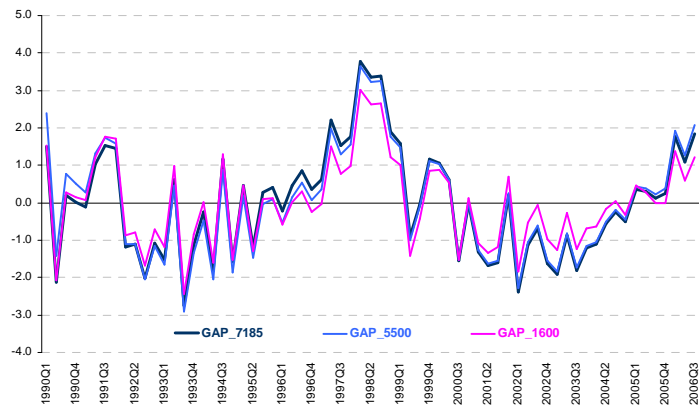
La hipótesis implícita es que aislando “correctamente” el componente de baja frecuencia, encontramos el componente “comparable” de baja frecuencia que refleja la evolución del producto potencial. El gráfico a continuación muestra la evolución para ambos ejercicios.

**Gráfico 3**  
**Componente de tendencia**



Para la elección del parámetro  $\lambda = 7185$  como el parámetro óptimo, los resultados obtenidos indican tres períodos: Un comprendido desde el inicio de la muestra hasta finales de 1997 con tasas de crecimiento promedio superiores a 3,5%, un segundo período caracterizado por la crisis con tasas inferiores al 3%; y un tercero de recuperación, aunque a niveles inferiores al período 1991 – 1997, con una tasa promedio de crecimiento del 3%. Esta menor recuperación podría coincidir con la mayor incertidumbre de la economía observada en el presente.

**Gráfico 4**  
**Brecha del producto**



En línea con nuestro anterior razonamiento, las decisiones de política basadas en una brecha de producto calculada a partir de un parámetro estándar, subestiman la magnitud del ajuste hasta un 1,5% del PIB anual.

Los cálculos anteriores sugieren una amplitud y frecuencia de ciclos para la economía boliviana; en este sentido una tarea pendiente es confrontar los resultados implícitos con aquellos que podrían resultar de un estudio similar al de Burns y Mitchel (1952). Una vez estimada la duración máxima y mínima promedio de los ciclos y sus fechas de quiebre, se podrían validar los resultados obtenidos, con aquellos sugeridos por filtros que requieren esta información como *input* (band-pass). Asimismo, una segunda instancia deberá revisar si los resultados son robustos para datos con una frecuencia anual.

## 2. Estimación por el método de la función de producción.

Esta metodología cuenta con la ventaja de estar basada en un aparato teórico sólido del que carecen las metodologías estadísticas de la sección anterior lo que permite un análisis de las fuentes del crecimiento potencial. Sin embargo su principal desventaja es el elevado requerimiento de información para su cálculo, lo cual en nuestro caso es una limitante importante dada la no disponibilidad de series históricas consistentes del mercado de trabajo principalmente.

Esta sección presenta una aplicación de la metodología de la función de producción a la economía boliviana. La primera parte describe como se construyeron las variables relevantes (capital y trabajo), la segunda descompone el crecimiento en sus componentes principales bajo el enfoque de contabilidad del crecimiento; y finalmente, se presentan los resultados de estimaciones.

### 2.1 Medición del capital y del trabajo.

#### Factor capital

Desde una perspectiva teórica, la medida relevante para factor capital es el flujo de servicios del capital, por ejemplo “horas máquina” empleadas en el proceso productivo durante un período (Barro y Sala-i-Martin, 2004). Sin embargo esta estadística no está disponible en Bolivia por lo que se asume que el flujo de servicios del capital es proporcional a su stock, lo cual es muy común en la literatura.

Utilizamos el método de inventarios perpetuos (*capital accumulation equation*) que indica que el capital disponible para el siguiente período ( $K_{t+1}$ ) es el resultado del capital del período anterior –que es igual al capital disponible en ese período ( $k_t$ ) menos depreciación ( $\delta$ )– más la inversión del período. Analíticamente:

$$K_{t+1} = K_t + I_t - \delta K_t = I_t + (1 - \delta)K_t$$

El flujo de formación bruta de capital público y privado esta disponible en Cuentas Nacionales con frecuencia trimestral para el período 1990.01-2006.03 y es calculado por el Instituto Nacional de estadística (INE). La depreciación se calcula en 3,2% a lo largo del período de estudio con base a estudios previos para la economía nacional.<sup>9</sup> El único ingrediente necesario es el stock inicial de capital ( $K_0$ ), el que se estima partiendo de una relación capital producto de 3.2 para el año 1989 (Guarachi, Ayala, Escobar y Valverde, 1991). No ajustamos la serie del capital por un índice de utilización promedio de la capacidad instalada, debido a esta última estaría sesgada por la recesión de 1999-2003, toda vez que sólo se tiene información desde 1996.

#### Factor Trabajo

El valor añadido viene dado por el nivel de empleo y la cantidad de horas trabajadas, sin embargo esta última no esta disponible para el caso boliviano. Por su parte, de empleo bajo el enfoque de la fuerza de trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), esta disponible con frecuencia anual desde 1989 hasta 2005 y no es consistente debido a múltiples cambios metodológicos.<sup>10</sup>

Sin embargo, desde 1996 y con frecuencia trimestral, el INE realiza la Encuesta de Salarios, Remuneraciones Medias y Empleo al sector productivo no agrícola, la cual tiene una cobertura de aproximadamente el 25% de la población ocupada. Para construir la serie de empleo, se toma como base la Población Ocupada de 1999 por la mayor cobertura y se asume una estructura sectorial similar a la de la Encuesta cuya base es de 1995. El supuesto implícito es que la Encuesta de Salarios, Remuneraciones Medias y Empleo es una muestra representativa y refleja la “verdadera” estructura del empleo por sector productivo de la población. (Young, 1994).

<sup>9</sup> Laguna (2006) indica lo siguiente con relación a la depreciación:

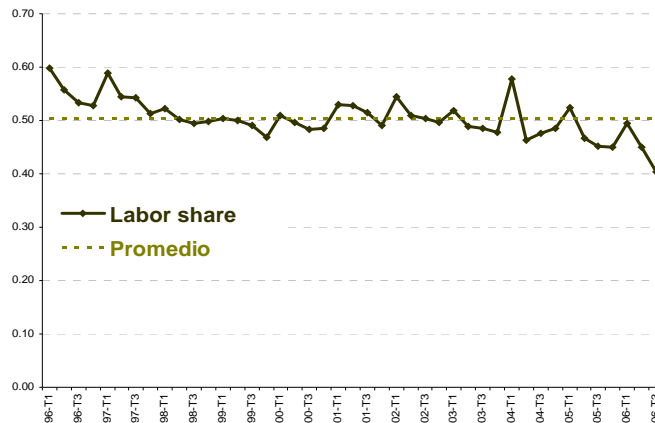
- > En el año 1969 el ministerio de planificación estima una tasa de depreciación del capital de un 3%.
- > En trabajos de otros países las series de capital implican una tasa de depreciación entre 3 a 4% (Coeymans 1992)
- > Varios trabajos mencionan que tasas de depreciación por más allá del 6% en las declaraciones de encuestas, serían tasas sobreestimadas.

<sup>10</sup> Para el período 1989 – 1995, esta serie contiene información de las nueve ciudades capitales (Encuesta Integrada de hogares). Durante 1996-1997 se realizó la Encuesta Nacional del Empleo, descontinuando la serie anterior. A partir de 1999, la Encuesta Permanente de Hogares, obtiene información de la fuerza laboral en las zonas urbanas (> 2,000 habitantes).

## 2.2 Productividad Total de los factores (PTF).

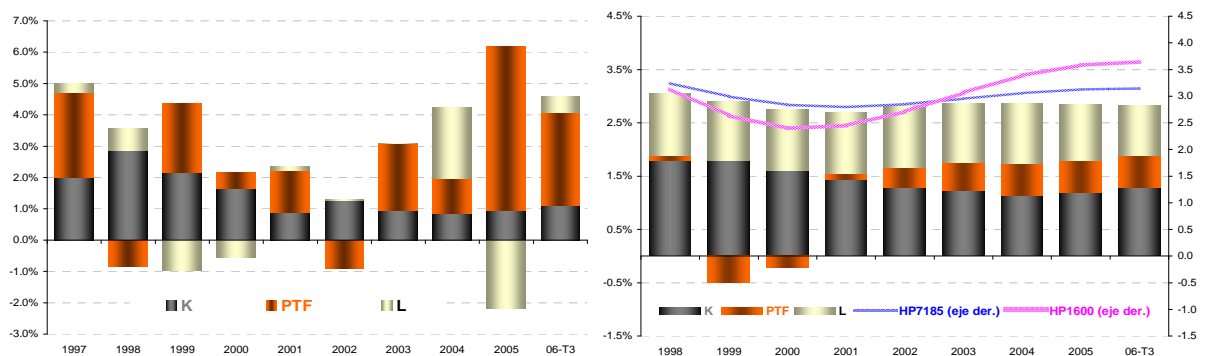
El cálculo de la PTF es estándar. El pago total al factor empleo (desde el punto de vista del productor) como porcentaje del PIB ( $\alpha_L$ ), se calcula con base a los datos de empleo y remuneraciones medias, ya que este último involucra un concepto más amplio al del salario e incluye el pago por horas extras y otras prestaciones. El pago al factor capital se obtiene por diferencia ( $1-\alpha_L$ ), lo cual asume implícitamente competencia perfecta y rendimientos constantes de escala por simplicidad.<sup>11</sup> Pese a lo último, el supuesto de que la Encuesta es una muestra representativa de la población, parece no ser alejado de la realidad, ya que el peso relativo del pago al factor trabajo en el producto total es razonable como se observa en el gráfico a continuación.

**Gráfico 5**  
**Pago total al factor trabajo como porcentaje del PIB**



El gráfico merece varios comentarios. En primer lugar, la magnitud parece guardar relación con la literatura empírica ( $\alpha_L = 0,64$ ) aunque varios autores indican que podría estar alrededor de 0,33 si se considera al capital humano en el *capital share* (Mankiw, Romer, Weil, 1992). En segundo la tendencia es claramente decreciente, lo cual podría ser el resultado del período de capitalización. Tercero, resalta el cambio de pendiente en el período 2004 – 2006, el cual podría explicar la migración observada en los últimos años. Con base en este ejercicio, se procedió a descomponer el crecimiento a precios básicos de la manera usual; los resultados se muestran en el gráfico a continuación:

**Gráfico 6**  
**Productividad Total de los factores observada y potencial (Incidencias)**



<sup>11</sup> La validación de estos supuestos exigiría un mayor estudio el cual va más allá de los alcances de este trabajo.

El gráfico de la derecha muestra la descomposición del PIB actual. Resalta el período de capitalización de 1997 y 1998;<sup>12</sup> el período de crisis 1999-2003, su recuperación en 2004 y su impacto en el factor trabajo; y finalmente la fuerte migración observada en 2005. El gráfico de la derecha muestra una descomposición del producto potencial. En este ejercicio el producto es una variable endógena calculada a partir del comportamiento de la población, el capital y la PTF en sus niveles potenciales.

El crecimiento potencial requirió de la evaluación de los valores potenciales de los componentes de la función de producción: trabajo, capital y PTF. Para la primera, se asume como nivel potencial, el de la Población Económicamente Activa (PEA) ajustado por el factor de crecimiento poblacional. El segundo y el tercero, son los respectivos niveles de tendencia obtenidas con el filtro HP ( $\lambda = 7185$ ). El gráfico resalta también la comparación del comportamiento con los valores de crecimiento potencial obtenidos en el ejercicio anterior.

## 2.3 Resultados de la estimación de la función de producción del tipo Cobb-Douglas.

### 2.3.1. Una estimación alternativa por el método VEC

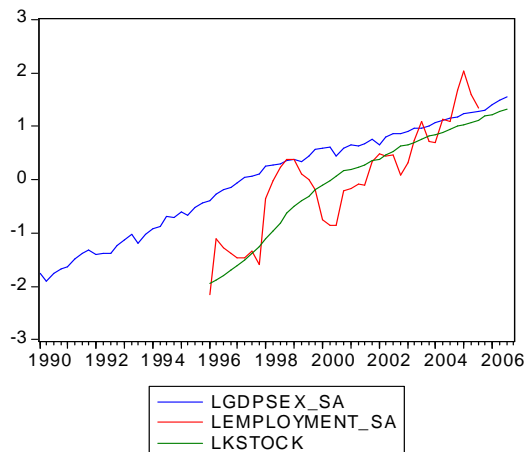
La relación que analizamos contempla una muestra trimestral comprendida entre los años 1996 y 2006, tenemos tres variables, las cuales son desestacionalizadas y expresadas en logaritmos:

LGDPSEX\_SA: PIB de Bolivia sin considerar la producción del sector minero y de hidrocarburos.

LEMPLOYMENT\_SA: La serie de empleo descrita anteriormente.

LKSTOCK: Stock de capital descrito anteriormente.

**Gráfico 7**  
**PIB sin actividades extractivas, empleo y stock de capital.**



Podemos observar que las series que representan al PIB y al stock de capital poseen un comportamiento creciente, sin muchas oscilaciones en el tiempo, ese no es el caso cuando analizamos la serie “empleo”, la cual muestra bruscos (y varios), quiebres en el tiempo, es por esa razón que se tuvo que construir variables ficticias las cuales suavicen ese comportamiento y nos proporcionen una regresión con coeficientes razonables y económicamente significativos.<sup>13</sup>

Para elegir la técnica de estimación aplicamos pruebas de raíz unitaria a cada serie; en el cuadro a continuación mostramos los resultados.

<sup>12</sup> La capitalización hace referencia a la venta del 50% más uno de las acciones de las empresas públicas en los sectores de Hidrocarburos, Telecomunicaciones, Transporte Aéreo y por Ferrocarril y Electricidad, quedando la administración en manos del socio estratégico. El restante 49% corresponde a los bolivianos mayores de 21 años al 31 de diciembre de 1995, las que constituyen el Fondo de Capitalización Colectiva (FCC), el cual es administrado por las Administradoras de Pensiones.

<sup>13</sup> Las variables ficticias se justifican en los frecuentes *shocks* de oferta a los que la economía boliviana ha estado sujeta, principalmente en el período 2000 – 2005.

**Cuadro 2**  
**Test de Raíz unitaria**

<b>LGDP_SALEMPLOYMENT_SA KSTOCK</b>			
Augmented Dickey-Fuller	-1.75	-1,85	-2,99
1% level	-3,53		
5% level	-2,90		
10% level	-2,59		
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin	1,05	0,67	0,80
1% level	0.73		
5% level	0.46		
10% level	0.34		

Podemos observar en el cuadro que en el caso del test ADF, las variables producto y empleo son integradas de primer orden a cualquier nivel de significancia, en cambio el stock de capital es integrada de primer orden únicamente al 1% ya que tanto al 5% como al 10% rechazamos la hipótesis nula.

Por lo tanto como nuestras tres series son integradas de primer orden, la metodología que aplicaremos será la de encontrar cointegración. En este caso aplicaremos la técnica de cointegración de Johansen,

Para comenzar analizamos el test de cointegración, y dada la cantidad de datos disponibles, realizamos la corrección de Chaung y Lai. En el cuadro a continuación presentamos el test de cointegración donde encontramos que los valores críticos al 5% sin ajustar, nos indican la existencia de dos relaciones de cointegración, en cambio cuando ajustamos los valores críticos, hallamos tan solo una relación de cointegración. Este resultado era previsible por el tamaño de muestra que poseemos.

**Cuadro 3**  
**Unrestricted Cointegration Rank Test**

Hypothesized	Trace	Valores críticos al 5%	
		Sin ajustar	Ajustados
No. of CE(s)	Statistic		
None	63,21	35,01	40,845
At most 1	21,80	18,39	22,455

A continuación presentamos los resultados obtenidos:

**Cuadro 4**  
**Estimaciones por Vector de Corrección de Errores**

Cointegrating Eq:	CointEq1
LGDPSEX_SA(-1)	1
LEMPLOYMENT_SA(-1)	-0,46
	[-3.14]
LKSTOCK(-1)	-0,24
	[-2.21]
@TREND(90Q1)	-0.002835
C	-5,06

Analizando los resultados del modelo podemos concluir que como se esperaba el empleo posee mayor efecto que el stock de capital en el crecimiento del producto, esta relación es la esperada ya que una economía como la boliviana no puede ser intensiva en capital, además la variable dependiente que empleamos muestra el PIB sin el sector minero ni de hidrocarburos.

Por lo tanto las magnitudes de los coeficientes encontrados son razonablemente adecuadas y nos muestran que la mano de obra prácticamente duplica la elasticidad del capital. Interpretando los resultados tenemos; que un incremento de la mano de obra en 1%, incrementa el producto en 0.46%.

Realizando pruebas sobre los residuos tenemos los siguientes resultados:

**Cuadro 5**  
**Test sobre los residuos**

VEC Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms	0.4735
VEC Residual Serial Correlation LM Tests	0.1354

### 3. Conclusiones.

El crecimiento potencial es una variable clave para el análisis de la dinámica de los precios, ya que a partir de ella es posible calcular la brecha del producto, la cual es una pieza clave para la evaluación cuantitativa del estado de la política monetaria. Empero, el análisis del comportamiento del producto potencial para Bolivia, adquiere una dimensión adicional de relevancia dadas las características del desarrollo.

La estimación del producto potencial a través de distintos métodos, permite una mayor información del comportamiento de esta variable, por definición, no observable. Con base en el ejercicio realizado, los resultados se resumen en el Cuadro 6 a continuación.

**Cuadro 6**  
**Crecimiento potencial estimado para Bolivia**

	1991 - 1998	1999 - 2003	2004 -2006	Muestra
Filtro HP	3.85	2.90	3.08	<b>3.42</b>
<i>Growth accounting</i> 1/	2.47	2.61	2.86	<b>2.67</b>
VEC 2/	2.54	2.18	1.93	<b>2.32</b>

1/ La muestra abarca el período 1998 – 2006

2/ La muestra abarca el período 1996 - 2006

A partir de ellos, el cuadro a continuación sugiere una dinámica del producto potencial ligeramente superior al crecimiento de la población. En una economía con un alto grado de pobreza, esto debe llamar la atención toda vez que los resultados del estudio sugieren que, si el crecimiento de la población es de dos por ciento, se necesitarán 87 años para duplicar el actual crecimiento per cápita.