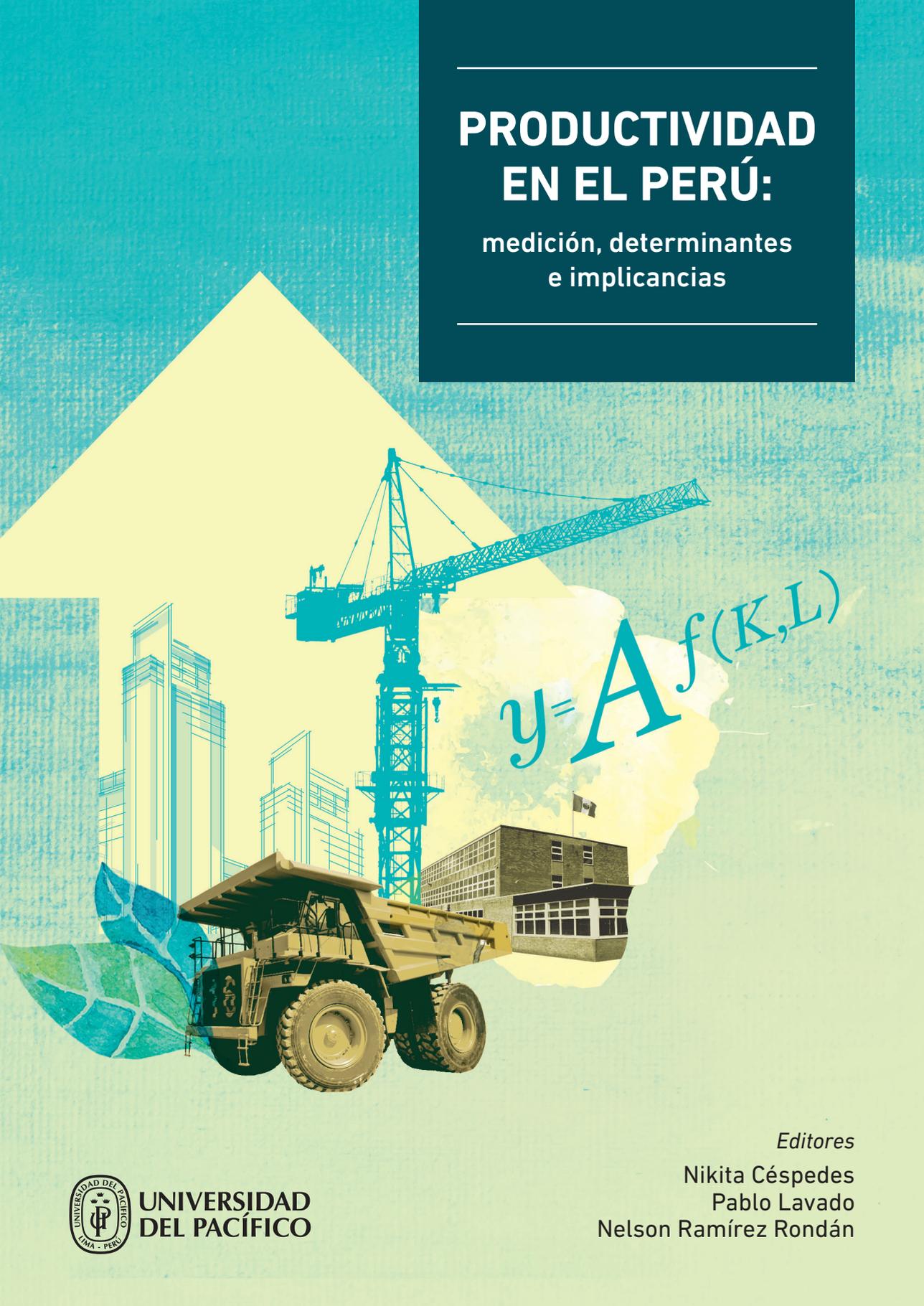


---

# PRODUCTIVIDAD EN EL PERÚ:

medición, determinantes  
e implicancias

---


$$y = A f(K, L)$$

*Editores*

Nikita Céspedes

Pablo Lavado

Nelson Ramírez Rondán



UNIVERSIDAD  
DEL PACÍFICO

---

# PRODUCTIVIDAD EN EL PERÚ:

medición, determinantes  
e implicancias

---



**UNIVERSIDAD  
DEL PACÍFICO**

*Editores*

Nikita Céspedes  
Pablo Lavado  
Nelson Ramírez Rondán

# CAPÍTULO 2

## ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL PERÚ:

### ENFOQUES PRIMAL Y DUAL

*Nikita Céspedes y Nelson Ramírez Rondán<sup>1</sup>*

*Resumen:* En este capítulo se estima la productividad total de los factores (PTF) para la economía peruana en el período 2003-2012 por los métodos primal y dual. Según el método primal, procedimiento que utiliza al residuo de Solow como indicador de la productividad, la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.6% en el período en consideración; esta estimación considera ajustes en los factores de producción por cambios en el uso y en la calidad de estos. Según el método dual, cálculo que considera estimados de las productividades marginales de los factores de producción, la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.7%.

## 2.1 INTRODUCCIÓN

La productividad total de factores se puede considerar como un factor de producción, y como tal contribuye al crecimiento económico. La principal característica de este indicador es que no es directamente observable, con lo cual su medición depende del método de estimación y en general es condicional a los supuestos que se tomen respecto al número de factores de producción observables y sobre la función de producción subyacente en su

<sup>1</sup> Este capítulo es una versión extendida en español del documento "Total Factor Productivity Estimation in Peru: Primal and Dual Approaches", publicado en *Revista Economía*, 37(73), pp. 9-29. Los autores agradecen a Marco Vega, Fernando Vásquez, Carlos Montoro, Francisco Galarza, Guillermo Moloche y a los participantes del seminario de investigación y del XXXI encuentro de economistas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), por los comentarios y discusiones que enriquecieron este trabajo. Jorge Luis Guzmán, Fabiola Alba, Luis La Rosa y Fernando Melgarejo brindaron valiosa asistencia en el desarrollo del estudio. Los puntos de vista de este documento corresponden a los autores y no necesariamente a la institución a la cual se encuentran afiliados. Los posibles errores de este trabajo son responsabilidad de los autores.  
Nikita Céspedes <nikita.cespedes@bcpr.gob.pe> y Nelson Ramírez Rondán <nelson.ramirez@bcpr.gob.pe> son investigadores en la Subgerencia de Investigación del Banco Central de Reserva del Perú, Jr. Miró Quesada 441, Lima, Perú.

cálculo. Tradicionalmente, la PTF se estima utilizando el enfoque propuesto por Solow (1957), método que considera a la PTF como el residuo que resulta luego de descontar la contribución de los factores de producción conocidos del crecimiento del producto. Dado que hay incertidumbre acerca de la verdadera función de producción, del número y la calidad de los factores de producción considerados en el cálculo, así como de su significativa contribución al crecimiento económico, se ha sugerido que este término residual sea referido como el “tamaño de nuestra ignorancia” (Abramovitz 1956).

Existe discrepancia en la literatura acerca de lo que mide la PTF<sup>2</sup>. En este capítulo se sigue la medición de la PTF considerada por Abramovitz (1956) y por Jorgenson y Griliches (1967), donde la PTF mide las externalidades positivas que contribuyen indirectamente al aumento de la producción. En ese sentido, ni las mejoras tecnológicas incorporadas en nuevo capital ni las mejoras en capital humano se consideran parte de la PTF.

El método de Solow (1957), comúnmente denominado método de la función de producción, también se denomina método primal. La correcta estimación de la PTF bajo este método requiere la correcta medición de los dos principales factores de producción que la literatura ha enfatizado: capital físico y trabajo. Este método se ha aplicado a casi todas las economías a nivel mundial<sup>3</sup>, y en la economía peruana ha sido implementado por diversos estudios<sup>4</sup>. En la mayoría de estos estudios, los factores de producción considerados corresponden a indicadores generales del *stock* de capital físico y del trabajo. En el caso del factor trabajo, el indicador considerado es el número de trabajadores<sup>5</sup>, y en el caso del factor capital físico corresponde al *stock* de capital físico estimado por el método de inventario perpetuo, donde no se consideran ajustes por la calidad y por el uso de los factores de producción que la literatura ha considerado relevantes (Jorgenson y Griliches 1967; Greenwood y Jovanovic 2001; Costello 1993).

<sup>2</sup> La literatura considera definiciones alternativas de la PTF, lo cual dificulta su estimación. Por ejemplo, según una definición de amplio uso, la PTF se considera como un indicador que mide tanto la eficiencia como el cambio tecnológico de largo plazo de todos los factores de la economía. En Hulten (2001) se hace una revisión de la literatura poniendo énfasis en las diversas definiciones de esta variable, así como en las críticas y los debates sobre la PTF desde una perspectiva histórica.

<sup>3</sup> Para estudios recientes que calculan la PTF para varios países, véanse Collins y Bosworth (1996), Easterly y Levine (2001), Loayza *et al.* (2005), entre otros.

<sup>4</sup> Abusada y Cusato (2007); Elías (1992); Loayza *et al.* (2005); Miller (2003); Ministerio de Economía y Finanzas (2013); Seminario y Beltrán (1998); Valderrama *et al.* (2001); Vega-Centeno (1989, 1997), entre otros

<sup>5</sup> O población económicamente activa (PEA) en algunos casos.

La estimación de la PTF sin corregir por la calidad y por el uso de los factores de producción puede conducir a estimadores sesgados; por ejemplo, si la calidad de los factores ha crecido (se ha reducido) a una tasa relevante, entonces los estimados de PTF estarían sobrestimados (subestimados) al contabilizar el crecimiento (reducción) de la calidad del factor como parte del crecimiento (reducción) de la productividad. Algunos estudios han intentado corregir estos sesgos de estimación en la economía peruana: Valderrama *et al.* (2001), Carranza *et al.* (2005) y Loayza *et al.* (2005) incorporan la calidad de la fuerza de trabajo o capital humano en sus estimaciones. Loayza *et al.* (2005), además, consideran el uso de los factores de producción. En este documento se estiman los cambios de la PTF considerando de manera conjunta los cambios en la calidad y en el uso del *stock* de capital físico y trabajo. El procedimiento permite además descomponer el crecimiento del producto en componentes asociados con los cambios en la calidad y en el uso de los factores de producción.

La PTF se puede estimar por un método alternativo denominado enfoque dual. Este método fue desarrollado por Hsieh (2002) y, en términos generales, estima el crecimiento de la PTF partiendo de indicadores de las productividades marginales de los factores de producción (precios de los factores de producción). Bajo condiciones ideales, las estimaciones de crecimiento de la PTF por el método primal y por el método dual son equivalentes. En este capítulo se estima la tasa de crecimiento de la PTF por el método dual para la economía peruana considerando indicadores vinculados con las tasas de crecimiento de las productividades marginales de los factores capital físico y trabajo. Los salarios reales identifican a la productividad marginal del factor trabajo y la tasa de interés real identifica a la productividad marginal del factor capital físico. Se consideran distintos indicadores de salarios y de tasas de interés según las fuentes de información disponibles.

Se encuentra que los indicadores de calidad y de uso de los factores capital físico y trabajo que a continuación se describen han cambiado significativamente en el período de estudio (2003-2012), lo cual justifica la corrección de los estimados de la PTF por estos conceptos: (i) un índice de capital humano, como una medida que controla por la calidad del factor trabajo; este indicador creció a una tasa promedio anual de 0.9%; (ii) un

índice del precio relativo del capital nuevo (inversión), variable que se relaciona con la calidad del factor capital físico (Greenwood y Jovanovic 2001); esta variable creció a una tasa promedio anual de 0.7%; (iii) la tasa de empleo, variable que mide el uso del *stock* de la fuerza laboral, que creció a una tasa promedio anual de 0.2%; y (iv) un índice de capacidad instalada del capital de la economía, el cual creció a una tasa promedio anual de 0.1%.

Al considerar los indicadores descritos, la PTF por el método primal creció a una tasa promedio anual de 1.6% en la década de estudio, con lo cual se encuentra que el factor que contribuye en mayor magnitud en el crecimiento económico de dicha década es el capital físico. Se reporta, además, que la calidad y el uso de los factores capital físico y trabajo han contribuido con 21% del crecimiento económico en la década en consideración. Este último resultado es un indicador de la magnitud de la sobrestimación del crecimiento de la PTF cuando no se corrige por los cambios en la calidad y en el uso de los factores de producción. Adicionalmente, la tasa de crecimiento promedio anual de la PTF por el enfoque dual es 1.7% en el período en estudio, valor similar al estimado por el enfoque primal.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera: la sección 2.2 presenta formalmente los métodos de estimación de la PTF primal y dual, la sección 2.3 discute los datos utilizados en el documento, la sección 2.4 discute los resultados y en la sección 2.5 se resume el estudio.

## 2.2 EL MODELO

### ENFOQUE PRIMAL

El enfoque primal desarrollado por Solow (1957) identifica la tasa de crecimiento de la PTF partiendo de una función de producción que depende de los factores de producción: capital ( $K_t$ ), fuerza laboral ( $L_t$ ) y productividad total de los factores ( $A_t$ ). Las aplicaciones de este método consideran, en la mayoría de los casos, la siguiente función de producción tipo Cobb-Douglas con retornos constantes a escala:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (2.1)$$

donde  $Y_t$  es el producto,  $\alpha$  es la participación del capital físico en el producto y  $t$  es el tiempo. Tomando logaritmos a la ecuación 2.1 y diferenciando respecto al tiempo, esta ecuación se expresa en tasas de crecimiento de la siguiente manera:

$$\Delta y_t = \Delta a_t + \alpha \Delta k_t + (1 - \alpha) \Delta l_t, \quad (2.2)$$

donde  $\Delta y_t$ ,  $\Delta a_t$ ,  $\Delta k_t$  y  $\Delta l_t$  son las tasas de crecimiento del producto, de la productividad, del capital físico y del trabajo, respectivamente. De esta expresión, la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores se expresa en términos de variables observables mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta a_t = \Delta y_t - \alpha \Delta k_t - (1 - \alpha) \Delta l_t. \quad (2.3)$$

La tasa de crecimiento de la PTF se calcula de la ecuación 2.3, condicional a la información sobre las tasas de crecimiento del producto, del capital físico y del empleo. Asimismo, se requiere conocer el valor de la participación del capital en el producto.

### ENFOQUE DUAL

El enfoque dual, introducido por Hsieh (2002), permite estimar la PTF considerando la medición del PBI por el método del ingreso. Bajo condiciones ideales, este método reporta resultados similares a los estimados por el método primal. La derivación formal de la fórmula que relaciona los métodos primal y dual parte de la definición del PBI a precio de factores, la cual considera al PBI como la suma del pago que recibe cada factor que participa del proceso productivo, sean capital físico ( $K_t$ ) o trabajo ( $L_t$ ).

$$Y_t = r_t K_t + w_t L_t, \quad (2.4)$$

donde  $r_t$  es el retorno del capital físico y  $w_t$  es el retorno del trabajo. La ecuación 2.4 se expresa en términos de tasas de crecimiento como:

$$\Delta y_t = \alpha(\Delta r_t + \Delta k_t) + (1 - \alpha)(\Delta w_t + \Delta l_t), \quad (2.5)$$

donde  $\Delta r_t$  y  $\Delta w_t$  son la tasa de crecimiento de los retornos reales del capital físico y la de los retornos reales del trabajo, respectivamente.  $\alpha \equiv rK/Y$  y  $(1 - \alpha) \equiv wL/Y$  son la participación de los factores capital físico y trabajo en el ingreso, respectivamente. Reordenando la ecuación 2.5 se tiene:

$$\Delta y_t - \alpha \Delta k_t - (1 - \alpha) \Delta l_t = \alpha \Delta r_t + (1 - \alpha) \Delta w_t. \quad (2.6)$$

El lado izquierdo de la ecuación 2.6 es el indicador de la PTF por el enfoque primal, como se indica en la ecuación 2.3, mientras que el lado derecho de la ecuación 2.6 representa el indicador de la PTF por el enfoque dual, esto es:

$$\Delta a_t = \alpha \Delta r_t + (1 - \alpha) \Delta w_t. \quad (2.7)$$

Por construcción, ambos enfoques de medición dan el mismo resultado, coincidencia que en la práctica no necesariamente se cumple, pues las condiciones ideales que requiere la ecuación 2.6 no siempre se cumplen. Nótese que este método permite calcular la variación de la productividad de manera residual a partir de información de la variación de los precios de los factores de producción (capital físico y trabajo). Esta característica hace que la estimación de la PTF por este método no requiera de formas funcionales particulares de la función de producción; y, más interesante aún, este método, al utilizar la variación de los precios de los factores de producción, no depende directamente de indicadores estimados en las cuentas nacionales.

Las dos medidas de la PTF pueden diferir cuando el producto nacional excede los pagos de capital físico y trabajo. Por ejemplo, si la identidad del ingreso nacional es dada por  $Y_t = r_t K_t + w_t L_t + \pi_t$ , donde  $\pi_t$  puede ser interpretado como los beneficios o los pagos a los factores de producción omitidos de las cuentas nacionales. Cuando este es el caso, Hsieh (2002) muestra que el primal excede al dual en  $\widehat{s}_\pi (\widehat{s}_\pi - \widehat{\alpha})$ , donde  $\widehat{s}_\pi$  y  $\widehat{\alpha}$  son las tasas de crecimiento de  $\pi/Y$  y  $\alpha$ , respectivamente.

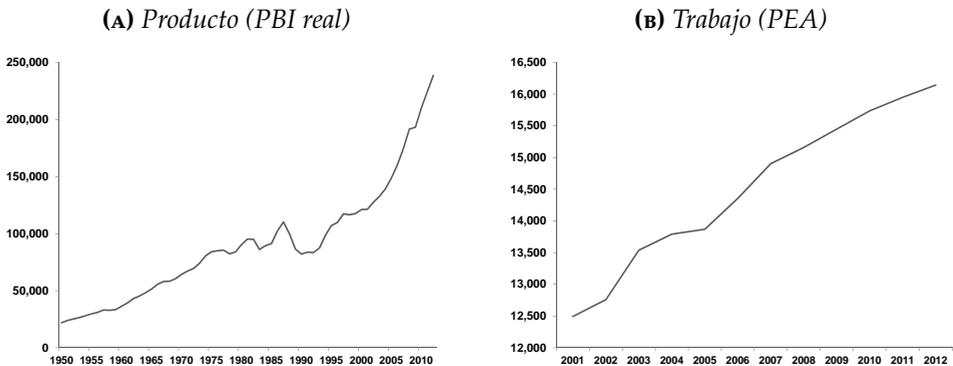
### 2.3 LOS DATOS

Los métodos de estimación de la PTF se implementan utilizando los datos para la economía peruana que se describen en esta sección.

## PRODUCTO Y TRABAJO

El indicador de producto considerado es el producto bruto interno (PBI) real estimado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI); esta serie se muestra en el gráfico 2.1a. El indicador del *stock* del factor trabajo es la población económicamente activa (PEA), indicador estimado por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). Esta serie se muestra en el gráfico 2.1b. Nótese que la serie solo se reporta desde el año 2001, característica que restringe la estimación de la tasa de crecimiento de la PTF a este período.

GRÁFICO 2.1 *Producto y trabajo*



NOTAS: panel (a): producto bruto interno real en millones de nuevos soles de 1994 (INEI, BCRP). Panel (b): población económicamente activa (PEA) en miles de personas (MTPE).  
FUENTE: elaboración propia.

## CAPITAL FÍSICO

El *stock* de capital físico se construye por el método de inventario perpetuo, procedimiento sugerido por [Nehru y Dareshwar \(1993\)](#). Este método utiliza la siguiente ecuación de acumulación de capital, la cual expresa el capital físico como una función del capital inicial y de la inversión:

$$K_t = (1 - d)^t K_0 + \sum_{s=0}^{t-s} I_{t-s} (1 - d)^s, \quad (2.8)$$

donde  $K_0$  es el capital físico en el período inicial,  $I_{t-s}$  es la inversión bruta interna en el período  $t - s$  y  $d$  es la tasa de depreciación. Reescribiendo la ecuación 2.8 se obtiene:

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + I_t. \quad (2.9)$$

La estimación de  $K_t$  según este método requiere conocer previamente  $K_0$ , valor que se estima utilizando una versión modificada de la técnica propuesta por Harberger (1978). El procedimiento de Harberger (1978) asume el supuesto de estado estacionario, mediante el cual la tasa de crecimiento del producto ( $g$ ) es igual a la tasa de crecimiento del capital físico. Según este enfoque,  $K_0$  se calcula por medio de la siguiente ecuación<sup>6</sup>:

$$K_0 = \frac{I_1}{g + d}. \quad (2.10)$$

Para los cálculos se considera que la tasa de depreciación del capital físico es igual a 5% anual y la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía ( $g$ ) es igual a 3.9% (tasa de crecimiento promedio anual del PBI real entre 1951 y 2012). La inversión bruta fija es estimada por el INEI. Con estos valores, se estima el valor inicial de capital físico mediante la ecuación 2.10 y los demás valores mediante la ecuación 2.9. La serie de capital estimada con los datos anteriores reporta una tasa de crecimiento promedio anual de 4% (véase el gráfico 2.2a). Nótese además que, por construcción, este indicador de capital físico no incluye el uso y la calidad de este factor.

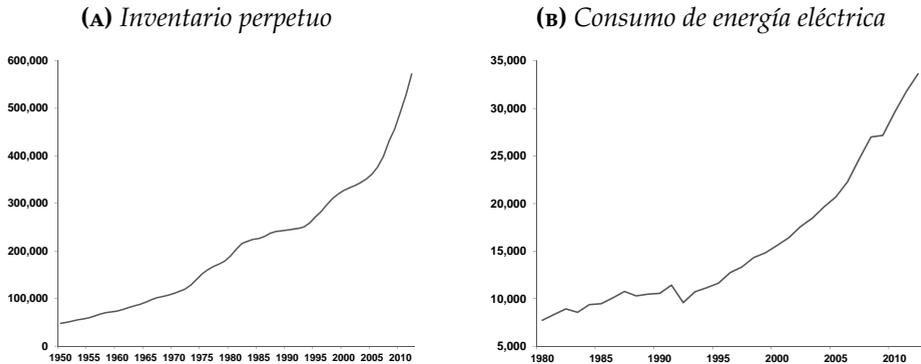
Un indicador alternativo de capital físico fue propuesto por Costello (1993), quien sugiere que el consumo de capital físico se identifica mediante el consumo de energía eléctrica. El indicador de Costello (1993) tienen dos ventajas como medida de capital: (1) es perfectamente homogéneo y mide la calidad invariante del capital, y (2) dado que la energía eléctrica no se almacena fácilmente, la cantidad de energía usada en el proceso de producción corresponde a la cantidad de electricidad que entra efectivamente al proceso de producción. Por lo tanto, esta medida de capital no tiene errores de medición como la medida de capital obtenida por el método de inventario perpetuo, que, por construcción, no incorpora

<sup>6</sup> De la ecuación 2.9, la tasa de crecimiento del capital físico se expresa de la siguiente manera:  $\frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} = -d + \frac{I_t}{K_{t-1}}$ . Al considerar el supuesto de estado estacionario,  $\frac{K_t - K_{t-1}}{K_{t-1}} = g$ , la anterior ecuación resulta  $K_{t-1} = \frac{I_t}{g+d}$ . Finalmente, haciendo  $t = 1$  se obtiene la ecuación 2.10.

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL PERÚ:  
ENFOQUES PRIMAL Y DUAL

cambios en la calidad y en el uso de dicho factor. No obstante, este indicador presenta una desventaja evidente al asumir que el uso del capital físico y el consumo de electricidad son altamente complementarios.

**GRÁFICO 2.2** *Medidas de capital físico*



NOTAS: panel (a): capital físico en millones de nuevos soles de 1994. Panel (b): consumo de energía eléctrica en millones de gigavatios por hora (Osinergmin).

FUENTE: elaboración propia.

El indicador alternativo del *stock* de capital se estima utilizando datos del consumo de energía eléctrica reportados por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin); los datos están disponibles para el período 2001-2012. Una serie más larga de este indicador (1980-2010) se obtiene del World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial. El gráfico 2.2b muestra la serie que combina las dos fuentes indicadas. Según estos datos, el capital físico mostró una tasa de crecimiento promedio anual de 5.3% entre los años 2003 y 2012.

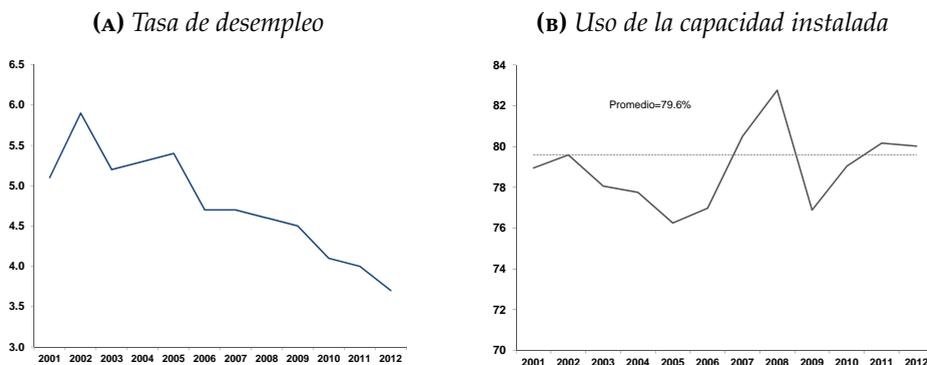
**USO DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN**

La PTF que se calcula en la ecuación 2.3 depende de la apropiada medición de los factores de producción (capital físico y trabajo). Los cambios en el uso de los factores de producción pueden tener influencia en la tasa de crecimiento de la PTF. Por ejemplo, una economía con altas tasas de crecimiento puede no estar relacionada con ganancias de productividad laboral si es que el crecimiento se fundamenta en una mayor participación de trabajadores que antes se encontraban inactivos o fuera de la fuerza

laboral. Similarmente, el *stock* de capital instalado puede utilizarse sin que cambie la calidad del capital ni la cantidad (*stock*) de este.

El uso de los factores de producción se aproxima mediante índices que representan el uso de capacidad instalada de los factores de producción. El uso del factor trabajo se aproxima mediante la tasa nacional de empleo que estima el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). Este indicador mide la proporción de la fuerza laboral (PEA) que se encuentra efectivamente trabajando y se mide como uno menos la tasa de desempleo<sup>7</sup>. El gráfico 2.3a muestra la evolución de la tasa de desempleo nacional desde el año 2001, tasa que muestra una tendencia decreciente consistente con el crecimiento sostenido de la economía de estos años<sup>8</sup>.

**GRÁFICO 2.3** Uso de los factores de producción



**NOTAS:** panel (a): la tasa de desempleo nacional es estimada por el MTPE, y es medida en porcentaje de la PEA. Panel (b): el índice de uso o utilización de la capacidad instalada es la desviación del consumo de energía respecto a su tendencia; se usa el filtro HP.

**FUENTE:** elaboración propia.

El uso del factor capital físico se aproxima utilizando el enfoque de Fuentes *et al.* (2006)<sup>9</sup>. El índice de uso de capital se construye bajo esta propuesta como la desviación del consumo efectivo de electricidad de su tendencia

<sup>7</sup> Este indicador podría tener algunas deficiencias como indicador de capacidad instalada de la fuerza laboral al no considerar, por ejemplo, el autoempleo y la informalidad de la fuerza laboral. Si los estimados del PBI no incorporan adecuadamente la producción en el sector informal y de autoempleo, entonces los cálculos podrían ser sensibles a la dinámica de la informalidad laboral y del autoempleo. Céspedes *et al.* (2013) muestran que la informalidad laboral ha mostrado una tendencia ligeramente decreciente en un contexto de crecimiento de la actividad económica, lo cual sugiere una mayor preponderancia de los empleos formales y, por lo tanto, un mayor uso del factor trabajo en actividades formales.

<sup>8</sup> Otro elemento que los cálculos no consideran son medidas intensivas de la fuerza laboral como son las horas de trabajo; en este caso el indicador del empleo agregado en unidades intensivas corresponde al *stock* de trabajadores por el número de horas trabajadas promedio. Según Céspedes (2011), las horas de trabajo han mostrado una tendencia decreciente durante el período de estudio, lo cual podría compensar al menos parcialmente el incremento del *stock* de la fuerza laboral.

<sup>9</sup> Existen otros índices que se usan para aproximar la capacidad instalada del capital físico, en Loayza *et al.* (2005); por ejemplo, se utiliza la tasa de desempleo como indicador del uso del capital físico.

de largo plazo<sup>10</sup>. Este índice se estandariza de tal modo que el promedio en el período 1980-2012 sea igual al promedio del índice de utilización de la capacidad instalada (79.6%), similar al promedio de los EE. UU. entre 1983 y 2012. El gráfico 2.3b muestra el índice estimado para el Perú entre los años 2001 y 2012.

### CALIDAD DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN

Como señala [Hulten \(2001\)](#), una importante contribución al estudio de la PTF fue hecha por [Jorgenson y Griliches \(1967\)](#), quienes desagregan el capital físico y el trabajo en sus componentes, evitando el sesgo de agregación asociado a cambios internos en la composición de los factores. Por ejemplo, el sesgo de composición de maquinaria antigua de menor calidad con maquinaria reciente de mejor calidad, o el sesgo debido al cambio por trabajadores mejor educados (jóvenes). Siguiendo a [Jorgenson y Griliches \(1967\)](#), el producto puede crecer también tanto por mejoras en la calidad del insumo (específico al capital físico o al trabajo). Si la tasa de crecimiento de la calidad del insumo es positiva (negativa) y significativa, entonces la tasa de crecimiento de la PTF estimada mediante la ecuación 2.3 estaría sobrestimada (subestimada). En otros términos, si no se incorpora la calidad de los factores de producción, la tasa de crecimiento de la PTF estimada recogería incorrectamente dichas mejoras específicas al capital físico o al trabajo como parte del crecimiento de la PTF, lo cual es incorrecto si las mejoras en la calidad son significativas.

#### *Calidad del trabajo*

Se construye un índice de calidad de la fuerza laboral siguiendo el procedimiento aplicado por [Collins y Bosworth \(1996\)](#), [Bernanke y Gürkaynak \(2002\)](#) y [Loayza et al. \(2005\)](#). El proceso consiste en estimar un índice de calidad del trabajo,  $H$ , como el promedio ponderado de la fuerza laboral en cada categoría educativa,  $E$ , ponderado por los retornos de la educación  $j$ :

$$H = \sum_j W_j E_j, \quad (2.11)$$

<sup>10</sup> La tendencia de largo plazo del consumo de energía eléctrica es calculada por el filtro de Hodrick-Prescott (HP).

donde  $W_j$  es el ponderador que se define como el retorno social del nivel de educación  $j$ <sup>11</sup>.

El índice  $H$  para el Perú se estima mediante el siguiente procedimiento: los retornos de la educación se estiman en Psacharopoulos (1994) para siete niveles de educación: sin educación, primaria incompleta, primaria completa, secundaria incompleta, secundaria completa, superior incompleta y superior completa. Asimismo, la proporción de la población en cada nivel educativo ( $E_j$ ) se obtiene de Barro y Lee (2010)<sup>12</sup>.  $H$  se estima desde 1950 en adelante, y como resultado interesante destaca el crecimiento significativo de la calidad de la fuerza laboral, como se ilustra en el gráfico 2.4a. Estudios previos han aplicado un procedimiento similar para estimar un índice de calidad de la fuerza laboral en el Perú; a diferencia de este trabajo, Valderrama *et al.* (2001) utilizan como ponderadores el ingreso medio relativo a cada grupo; además, dichos autores estiman la participación de la población económicamente activa por grados educativos a partir de la Encuesta Nacional de Niveles de Vida (Enniv).

### *Calidad del capital físico*

Existen diversos métodos para construir un índice de calidad del capital físico. En Jorgenson y Griliches (1967), por ejemplo, se construye un índice utilizando el promedio ponderado de la inversión en máquinas/equipos y edificios/estructuras. Asimismo, en Greenwood y Jovanovic (2001) se propone una medida alternativa de calidad de capital físico, que se relaciona con la evolución del precio relativo de la inversión en términos del consumo. En este estudio se sigue el procedimiento de Greenwood y Jovanovic (2001), principalmente, porque no se dispone de series desagregadas de inversión por las categorías indicadas. En Greenwood y Jovanovic (2001), el indicador de calidad del capital aparece en la ecuación de acumulación de capital, con lo cual la calidad del capital aparece como un cambio tecnológico específico a la inversión. La acumulación de capital sigue ahora el siguiente proceso:

<sup>11</sup> Pesos: sin educación = 1, educación primaria incompleta = 1.68, educación primaria completa = 2.69, educación secundaria incompleta = 3.91, educación secundaria completa = 5.53, educación superior incompleta = 5.87 y educación superior completa = 8.8.

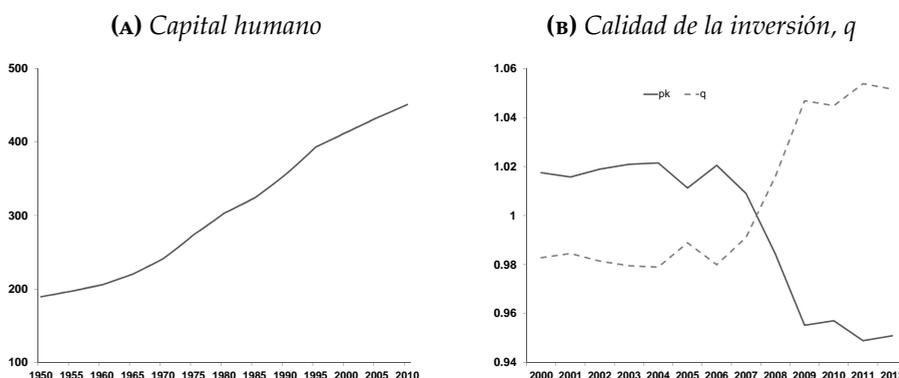
<sup>12</sup> Barro y Lee (2010) estiman estos indicadores hasta el año 2010. Para 2011 y 2012, se considera que el índice de capital humano crece a una tasa igual a la del quinquenio 2006-2010.

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL PERÚ:  
ENFOQUES PRIMAL Y DUAL

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + q_t I_t, \quad (2.12)$$

donde  $q_t$  representa el estado actual de la tecnología para producir nuevo equipo. Esta ecuación recoge la intuición de que cuando  $q_t$  se incrementa, entonces se pueden producir más bienes de capital físico por una unidad menor de producto o consumo. Esta forma de progreso técnico es específica a las inversiones de la economía. Por lo tanto, cambios en  $q_t$  pueden interpretarse como progreso tecnológico específico a la inversión, lo cual es distinto al enfoque de progreso tecnológico neutral de Solow (1957). El cambio tecnológico específico a la inversión se estima utilizando el precio relativo de la inversión (nuevo capital físico) sobre el consumo, esto es,  $q_t = 1/p_{kt}$ <sup>13</sup>.

**GRÁFICO 2.4** Calidad de los factores de producción



**NOTAS:** panel (a): el índice de capital humano es el promedio de la población por niveles educativos ponderado por retornos sociales a la educación. Panel (b): el progreso tecnológico específico a la inversión,  $q$ , se refiere al deflactor implícito de la inversión relativo al del consumo;  $p_k$  es el precio del nuevo capital físico.

**FUENTE:** elaboración propia.

Las series  $p_{kt}$  y  $q_t$  se estiman para el Perú utilizando los precios implícitos del consumo y la inversión. Los deflatores implícitos se calculan para cada categoría a partir de los datos disponibles de consumo e inversión en términos nominales y reales de las cuentas nacionales que publica el BCRP. El gráfico 2.4b muestra el precio relativo estimado del nuevo capital (inversión),  $p_{kt}$ , y el progreso tecnológico específico a la inversión,  $q_t$ , desde el año 2000. El gráfico muestra la caída del precio relativo de la inversión sobre el consumo, lo cual se podría relacionar con el grado de obsolescencia

<sup>13</sup> Esta identidad se basa en el resultado de que, en mercados competitivos, el precio relativo de la inversión sobre el consumo,  $p_{kt}$ , satisface la siguiente ecuación:  $p_{kt} = 1/q_t$  (Greenwood y Jovanovic 2001).

del capital físico antiguo causado por el arribo de capital nuevo y de mejor calidad<sup>14</sup>; dicho comportamiento también se observa en la economía de los EE. UU. desde 1940 (Greenwood y Jovanovic 2001).

Las medidas de capital físico y trabajo que incorporan los indicadores de calidad de los factores de producción son calculadas multiplicando el *stock* del factor por el índice de calidad considerado. Los ajustes por el uso de los factores se realizan siguiendo el mismo procedimiento. Es importante notar que estos cálculos son realizados a nivel agregado.

### RETORNO DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN

La medición de la PTF por el enfoque dual requiere estimadores adecuados de la variación de la tasa de interés y de los salarios, indicadores que representan idealmente la variación de la rentabilidad de los factores de producción. Nótese que, con esta consideración, la estructura de mercado en la cual se determina cada uno de estos precios tiene una influencia fundamental en la evolución del indicador de la PTF estimado por el enfoque dual.

#### *Retorno del capital físico*

La tasa de retorno real del capital físico se estima utilizando una variación de la fórmula sugerida por Hsieh (2002). La corrección para el caso peruano incorpora la dolarización del mercado de créditos, característica fundamental del mercado de capitales peruano. La tasa de interés real neta de depreciación en soles se estima mediante la siguiente fórmula:

$$r_t = \frac{P_I}{P_C}(i_t - \Delta p_t + d), \quad (2.13)$$

donde  $\frac{P_I}{P_C}$  es el ratio del precio de la inversión respecto al precio del consumo,  $i_t$  es la tasa activa en moneda nacional (Tamn) en términos nominales,  $\Delta p_t$  es la tasa de inflación y  $d$  es la tasa de depreciación que toma el valor de 5%. La tasa de interés real neta en moneda extranjera se

<sup>14</sup> La tendencia decreciente del precio relativo de la inversión se observa desde 1950 (año desde el que se tienen datos). No obstante, esta serie muestra una alta variabilidad antes del año 2000, explicada en parte por los cambios estructurales que atravesó la economía peruana en este período.

calcula siguiendo una fórmula similar a la anterior, pero descontando la tasa de depreciación del tipo de cambio y considerando a la tasa activa en moneda extranjera (Tamex) como indicador de tasa de interés.

El indicador anual de tasa de interés se calcula como la suma ponderada de la tasa de interés real anual en moneda nacional y de la tasa de interés real anual en moneda extranjera; el ponderador es el coeficiente de dolarización de la liquidez del sistema bancario<sup>15</sup>. Otros niveles de desagregación serían recomendables, por ejemplo, por tamaño de empresa o por sector económico; sin embargo, las series anuales de tasa de interés no están disponibles a estos niveles de desagregación. La evolución de este indicador se muestra en el gráfico 2.5a. Nótese que al separar esta tasa por tipo de moneda (moneda nacional y moneda extranjera) se controla por la alta dolarización de la economía peruana.

### *Retorno del trabajo*

Los retornos del trabajo se estiman a partir de los salarios, los cuales se estiman de diversas fuentes de información al no existir un único indicador de esta variable. Un primer indicador es la serie de remuneraciones de asalariados en empresas de 10 y más trabajadores de Lima Metropolitana publicada por el MTPE. Se consideran, además, las remuneraciones estimadas por el INEI según la Encuesta Permanente de Empleo (EPE). La PTF estimada por este método considera la heterogeneidad de los factores de producción. De este modo, la tasa de crecimiento de las remuneraciones se estima como la suma ponderada de las remuneraciones promedio en cada sector y entre empleados y obreros.

$$\Delta w_t = \sum_{j=1}^n s_{Lj} \Delta w_{jt}. \quad (2.14)$$

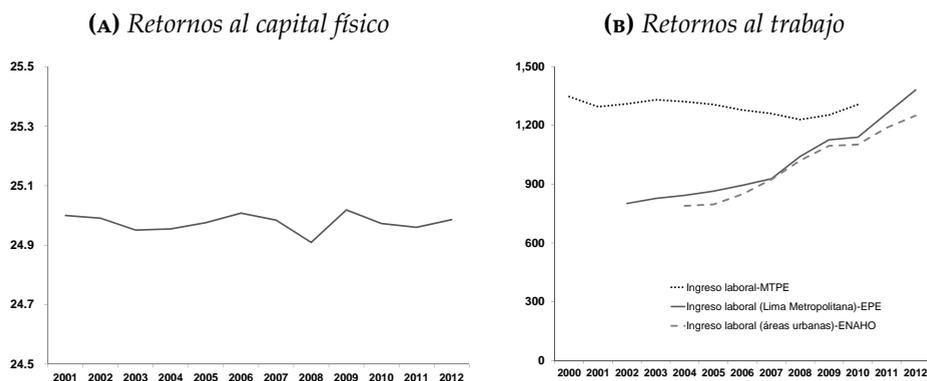
El gráfico 2.5b muestra la evolución de las remuneraciones de empleados y obreros durante el período de estudio. Los ponderadores, en este caso  $s_{Lj}$ , son la participación de cada sector económico en la masa salarial, valores que se estiman de la EPE<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Los ponderadores capturan la reducción de la dolarización que se registró en la década de estudio.

<sup>16</sup> Se asume que los ponderadores no cambian a lo largo del tiempo. Este supuesto se sustenta en la poca dinámica de la distribución del ingreso entre categorías laborales durante el período de estudio.

Las medidas de capital físico y trabajo que incorporan los índices de calidad de los factores de producción se calculan como el producto del *stock* del factor y el índice de calidad considerado. El ajuste por uso de los factores se realiza siguiendo similar procedimiento. Nótese además que este cálculo se realiza a nivel agregado.

**GRÁFICO 2.5** *Retornos de los factores de producción*



**NOTAS:** panel (a): la tasa de retorno considera las tasas de interés reales en nuevos soles y dólares ponderadas por el coeficiente de dolarización de la liquidez del sistema bancario. Panel (b): retornos del trabajo según varias fuentes de información.

**FUENTE:** elaboración propia.

### *Retorno como indicador de productividad marginal*

El cálculo de la PTF por el enfoque dual utiliza como supuesto fundamental que la variación de productividad marginal está altamente correlacionada con la variación de los precios (tasa de interés y salarios). Este supuesto se cumple con certeza en economías donde los factores de producción se determinan en un entorno altamente competitivo. La literatura relevante en economías desarrolladas relaciona la existencia de diferencias entre los términos considerados con la existencia de fricciones en los mercados de factores; entre las fricciones que son responsables de esta brecha se documentan los impuestos, el *mark up*, los sindicatos, el racionamiento de crédito, entre otras. Este tema es de particular importancia pues las ganancias de productividad podrían ocurrir por cambios en las fricciones antes que en la productividad propiamente dicha. Al respecto, no se han encontrado estudios publicados que documenten cuantitativamente la importancia de las fricciones como determinantes de la brecha de

ineficiencia en la economía peruana, tema sobre el cual se podría seguir investigando a futuro.

Una variable relacionada con la brecha de ineficiencia en el Perú es el salario mínimo. En [Céspedes y Sánchez \(2014\)](#), se muestra que el salario mínimo tiene efectos sobre el ingreso medio al encontrarse que el mercado laboral reporta una masa de trabajadores relevante, quienes perciben salarios en la vecindad del valor del salario mínimo. Se considera que la magnitud de la elasticidad que captura esta correlación en términos agregados no es suficiente como para argumentar que los cambios en los salarios capturados en los datos obedecen a cambios de fricciones de este tipo. Asimismo, en la economía peruana, que se caracteriza por tener un alto grado de informalidad laboral y un sector financiero en proceso de desarrollo, las cuñas de ineficiencia en los mercados de factores deben ser tomadas en consideración. Estas cuñas en la práctica son difíciles de estimar y podrían ser significativas en mercados altamente dinámicos. En este caso y durante el período de estudio, la economía peruana ha experimentado un escenario de crecimiento sostenido, con un crecimiento del sistema financiero<sup>17</sup> y una reducción gradual de la informalidad laboral ([Céspedes et al. 2013](#)). Estos hechos que han caracterizado a la economía peruana en el período de estudio podrían ser argumentos que podrían relativizar los cálculos de la PTF por el método dual.

## 2.4 RESULTADOS

### RESULTADOS DEL MÉTODO PRIMAL

Según el método primal, la PTF creció<sup>18</sup> a una tasa promedio anual de 1.6% entre los años 2001 y 2012, valor inferior a lo reportado por estudios previos

<sup>17</sup> El mercado de créditos y depósitos de la economía peruana ha mostrado una ligera transformación en el período de estudio; sin embargo, los indicadores de competencia en este sector indican un mercado poco competitivo, en el cual los indicadores de competencia se han mantenido estables. Véase [Céspedes y Orrego \(2014\)](#) para un diagnóstico del grado de competencia en el sector bancario en el Perú.

<sup>18</sup> Se utiliza un valor de  $\alpha = 0.5$ , valor cercano al utilizado en [Miller \(2003\)](#) y además cercano al estimado utilizando datos de las cuentas nacionales en el período 1950-2000 (véase el cuadro 2.3 para valores de  $\alpha$  estimados para el Perú). El valor de este parámetro es consistente con estimados obtenidos utilizando datos administrativos de empresas formales; véase [Céspedes et al. \(2014\)](#). Asimismo, se considera una tasa de depreciación del capital físico de 5%.

(2.5%) para similar período (Ministerio de Economía y Finanzas 2013)<sup>19</sup>. Al descomponer por la calidad y el uso de los factores, se encuentra que la contribución conjunta de estos dos elementos podría alcanzar el 21% del crecimiento del producto (0.8 puntos porcentuales) en el período de estudio.

Un resultado que se deriva del ejercicio anterior es que el factor capital es el de mayor contribución en el crecimiento del producto. Este resultado se acentúa principalmente en el segundo subperíodo, como se muestra en el cuadro 2.1. Tentativamente, se puede sostener que las altas tasas de crecimiento de la inversión en bienes de capital físico, tanto interna como externa, que se registraron en estos años, constituyen el sustento de los resultados encontrados. Asimismo, el factor trabajo reporta una contribución menor debido a que los indicadores de empleo reportan tasas de crecimiento bajas y estables en el segundo subperíodo de estudio.

**CUADRO 2.1** *Productividad total de los factores: enfoque primal*

	2003-2007	2008-2012	2003-2012
<b>Crecimiento PBI</b>	6.3	6.3	6.3
<b>Contribución del capital físico</b>	1.9	4.1	3.0
<i>Stock</i> del capital físico	1.7	3.6	2.6
Calidad del capital físico	0.1	0.6	0.3
Uso efectivo del capital físico	0.1	-0.1	0.0
<b>Contribución del trabajo</b>	2.1	1.3	1.7
Total de trabajadores	1.6	0.8	1.2
Calidad del trabajo	0.4	0.4	0.4
Uso efectivo del trabajo	0.1	0.1	0.1
<b>Crecimiento PTF</b>	2.3	0.8	1.6
<b>Contribución del capital físico 1/</b>	3.4	3.1	3.3
<b>Crecimiento PTF 1/</b>	0.6	1.8	1.2

**NOTA:** 1/ es cuando el consumo de electricidad es considerado como medida de capital físico y los estimados correspondientes de crecimiento de la PTF toman en cuenta esta segunda medida de capital físico.

**FUENTE:** elaboración propia.

<sup>19</sup> Los estimados del Ministerio de Economía y Finanzas (2013) no incorporan las correcciones sugeridas en este estudio y reportan que el crecimiento del producto tiene la siguiente composición: capital, 2%; trabajo, 1.7%; y productividad, 2.5%. Los valores reportados por el Ministerio de Economía y Finanzas (2013) son similares a los estimados reportados en el cuadro 2.1 sin las correcciones sugeridas en este estudio. Del cuadro 2.1 se deduce que sin las correcciones, la descomposición del crecimiento sigue la siguiente estructura: capital, 2.6%; trabajo, 1.2%; y productividad, 2.5%. Cabe indicar que el Ministerio de Economía y Finanzas (2013) asume un valor de 0.42 para la participación del capital físico en el producto y una tasa de depreciación de 3%.

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL PERÚ:  
ENFOQUES PRIMAL Y DUAL

Como un ejercicio alternativo, se estima el crecimiento de la PTF tomando como indicador de capital físico el consumo de energía eléctrica. Como se mencionó anteriormente, este indicador de capital no tiene problemas de medición, pues incorpora la calidad y el uso de dicho factor. Utilizando este indicador, la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.2% en el período de estudio. No obstante, este indicador tiene el problema de asumir una fuerte complementariedad del consumo de electricidad con el capital físico de la economía.

La principal desventaja del método primal radica en los potenciales errores en la estimación de las tasas de crecimiento de los factores de producción. Asimismo, la especificación que se asume de la función de producción podría introducir sesgos; este sería el caso de la función de producción Cobb-Douglas si la participación de los factores de producción en el producto agregado cambia en el tiempo o si el supuesto de retornos constantes a escala de la función de producción no se cumple.

### RESULTADOS DEL MÉTODO DUAL

Según el método dual, la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.7% en el período 2003-2012, valor que corresponde con el estimado utilizando datos de remuneraciones del INEI. Se consideran dos estimadores alternativos de la tasa de crecimiento de la PTF solo para submuestras por la disponibilidad de datos de salarios. Al utilizar el indicador de remuneraciones del MTPE<sup>20</sup>, la tasa de crecimiento promedio anual de la PTF es -0.1%, para el período 2003-2007. Asimismo, al utilizar el indicador de remuneraciones de trabajadores del área urbana según la Enaho<sup>21</sup>, la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.5% para el período 2008-2012.

La diferencia entre los dos métodos (dual y primal) se atribuye principalmente a las discrepancias entre la productividad marginal de cada uno de los factores de producción con sus respectivos precios. Teóricamente, los dos métodos reportan resultados equivalentes si las

<sup>20</sup> Considera datos de sueldos y salarios en empresas de 10 y más trabajadores por sectores económicos de Lima Metropolitana, información publicada por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y disponible desde el año 2004. Con estos datos se construye el indicador de la variación de los salarios como un promedio ponderado de la variación de los salarios en diversas categorías (sectores, obreros y empleados).

<sup>21</sup> Considera como remuneraciones a la serie de ingresos publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) mediante la Encuesta Permanente de Empleo, información disponible solo desde el año 2002.

tendencias de las productividades marginales están en línea con la tendencia de los precios. Asimismo, la presencia de fricciones y otras distorsiones en el mercado de capitales y de trabajo podría hacer que los métodos difieran. En el caso peruano, las tasas de interés han mostrado una tendencia decreciente durante casi todo el período de estudio, lo cual podría no ser consistente con las ganancias de productividad que se estiman para este período. Asimismo, los indicadores de remuneraciones/salarios sugieren que este indicador se ha mantenido relativamente estable durante los primeros años del período en estudio, lo cual refleja un mercado laboral rígido con una dinámica de salarios no necesariamente consistente con las ganancias de productividad laboral registradas en este período. A partir de 2007, los salarios reportan tasas de crecimiento significativas (véase el gráfico 2.5b), lo cual es consistente con el argumento de que las distorsiones del mercado laboral tienen un efecto menor sobre la dinámica de los salarios y/o ingresos en este período<sup>22</sup>.

**CUADRO 2.2** *Productividad total de los factores: enfoque dual*

	2003-2007	2008-2012	2003-2012
<b>Remuneraciones de INEI-EPE</b>			
Contribución retornos del capital	-0.2	0.1	-0.1
Contribución retornos del trabajo	0.4	2.9	1.7
Crecimiento PTF	0.2	3.0	1.6
<b>Remuneraciones de MTPE</b>			
Contribución retornos del trabajo	-0.2	-	-
Contribución retornos del capital	0.1	-	-
Crecimiento PTF	-0.1	-	-
<b>Remuneraciones de INEI-Enaho</b>			
Contribución retornos del capital	-	0.1	-
Contribución retornos del trabajo	-	1.4	-
Crecimiento PTF	-	1.5	-

FUENTE: elaboración propia.

La diferencia que se encuentra entre los estimados de la PTF por los dos métodos (primal y dual) no es exclusiva del Perú. La aplicación de este método en otros países documenta esta posibilidad. El caso es documentado por [Hsieh \(2002\)](#), quien al estudiar a Corea del Sur,

<sup>22</sup> En [Céspedes y Rendón \(2012\)](#) se encuentra que la elasticidad de la oferta laboral en la economía peruana ha experimentado un cambio significativo, cambio que sugiere una mayor dinámica de los salarios a finales de la década de 2010 en un contexto de crecimiento económico persistente.

Singapur, Hong Kong y Taiwán, encuentra que los métodos difieren en el caso de Singapur. La razón fundamental de ello está en la discrepancia entre los estimados de los precios del capital y del trabajo, y los correspondientes valores implícitos en las cuentas nacionales. Del mismo modo, reporta discrepancia para Taiwán, aunque de una magnitud menor que la de Singapur. Asimismo, al encontrar mejores estimadores de las productividades marginales, muestra que la PTF estimada por el método dual captura mejor la evolución de este indicador en Taiwán.

### ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

#### *Participación del capital físico en el producto*

Los cálculos previos asumen que la participación del capital físico en el producto ( $\alpha$ ) es 0.5. Dicha participación usualmente se estima por dos métodos: (1) el primer método utiliza los datos de cuentas nacionales; específicamente, considera la medición del PBI por el método del ingreso. Según este método,  $\alpha$  se estima como la proporción del PBI que se destina al pago del factor capital físico; (2) el segundo método estima el parámetro  $\alpha$  utilizando métodos econométricos, donde se utiliza el método de cointegración, el cual sugiere la existencia de una relación de largo plazo entre el producto y los factores de producción (capital y trabajo). Los estudios disponibles para el Perú consideran valores de  $\alpha$  entre 0.33 y 0.69, como se muestra en el cuadro 2.3.

**CUADRO 2.3** *Participación del capital en el producto en distintos estudios*

Estudio	Valor	Estudio	Valor
Bernanke y Gürkaynak (2002)	[0.41; 0.69]	Seminario y Beltrán (1998)	0.51
Carranza <i>et al.</i> (2005)	0.44 y 0.33	Valderrama <i>et al.</i> (2001)	0.64
Cabredo y Valdivia (1999)	0.40	Vega-Centeno (1989)	0.55
Elías (1992)	0.66	Vega-Centeno (1997)	0.65
Miller (2003)	0.51		

**NOTA:** en Bernanke y Gürkaynak (2002) se reporta la participación del trabajo en el producto; los valores del cuadro son 1 menos dicho valor.

**FUENTE:** elaboración propia.

Como una medida de la robustez de los resultados a distintos valores de la participación del capital en el ingreso total, se estima la tasa de crecimiento de la PTF para valores de este parámetro en un intervalo razonable. Los

valores de  $\alpha$  considerados son 0.4, 0.5 y 0.6. Los resultados indican que el crecimiento de la PTF por el método primal para el período 2003-2012 se ubica entre 1.3% y 1.8%, mientras que según el método dual el crecimiento de la PTF varía entre 1.2% y 1.9% (véase el cuadro 2.4). Los valores son cercanos al promedio estimado con  $\alpha = 0.5$ .

**CUADRO 2.4** *La PTF según distintos valores de los parámetros: 2003-2012*

	$\alpha$			$d$		
	0.4	0.5	0.6	5%	6%	7%
<b>Crecimiento PBI</b>	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
<b>Contribución capital físico</b>	2.4	3.0	3.6	3.0	3.1	3.2
Total del capital físico	2.1	2.6	3.2	2.6	2.7	2.9
Calidad del capital físico	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
Uso efectivo del capital físico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Contribución del trabajo</b>	2.1	1.7	1.4	1.7	1.7	1.7
Total de trabajadores	1.4	1.2	0.9	1.2	1.2	1.2
Calidad del trabajo	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4
Uso efectivo del trabajo	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
<b>Crecimiento PTF primal</b>	1.8	1.6	1.3	1.6	1.4	1.3
<b>Contribución retornos del capital</b>	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
<b>Contribución retornos del trabajo</b>	2.0	1.7	1.3	1.7	1.7	1.7
<b>Crecimiento PTF dual</b>	1.9	1.6	1.2	1.6	1.5	1.4

**NOTAS:** los cálculos para distintos valores de  $\alpha$  consideran una tasa de depreciación de 5%. Los cálculos para distintos valores de  $d$  consideran un valor de  $\alpha = 0.5$ .

**FUENTE:** elaboración propia.

### *Depreciación del capital físico*

En el escenario central se asume una tasa de depreciación del capital físico de 5%; no obstante, el avance tecnológico debiera acelerar la depreciación del capital físico. No se encuentran estudios sobre la estimación de dicho parámetro para la economía peruana, por lo que un estudio de ello sería interesante como futura agenda de investigación. Se consideran como medida de sensibilidad valores mayores que el asumido en el escenario central. En el cuadro 2.4 se reportan los valores del crecimiento de la PTF por el método primal y dual para valores de depreciación de 5%, 6% y 7%. Los resultados muestran que el crecimiento de la PTF en el período 2003-2012 se ubican entre 1.3% y 1.6%, con lo cual la sensibilidad de los

resultados no depende, fundamentalmente, de la tasa de depreciación en los intervalos considerados.

## 2.5 CONCLUSIÓN

El documento estima la tasa de crecimiento de la PTF para la economía peruana por los métodos primal y dual en el período comprendido entre 2003 y 2012. El cálculo de la PTF por el método primal incorpora las mejoras en la calidad y en el uso de los factores de producción, características que en el período de estudio son relevantes. Los ajustes considerados complementan los estudios existentes en la economía peruana. El procedimiento que se sigue en el estudio permite, además, identificar la contribución de la cantidad y de la calidad de los factores de producción en el crecimiento económico.

Al controlar por la calidad en el uso de los factores de producción se encuentra que la PTF creció a una tasa promedio anual de 1.6%, donde el capital físico ha mostrado una mayor contribución sobre el crecimiento económico, seguido del empleo y, finalmente, en menor medida, la PTF. Estos resultados difieren de estudios previos, que sugieren que el crecimiento se explica principalmente por la productividad, seguida por el capital físico y, finalmente, por el empleo.

La tasa de crecimiento de la PTF según el enfoque dual es 1.7%. Este método enfatiza la relación de la tasa de crecimiento de la PTF con la tasa de crecimiento de productividad marginal de los factores de producción. La existencia de fricciones en el mercado de trabajo y de capitales sugiere que el indicador de la tasa de crecimiento de la PTF es ligeramente diferente del estimado por el método primal.

Finamente, los estimados de la PTF en términos de los métodos primal y dual, así como la estimación de la contribución de la calidad y el uso de los factores de producción, son una primera aproximación para la economía peruana. Se requiere continuar con este esfuerzo y tratar de descomponer la evolución del crecimiento económico en elementos medibles que puedan facilitar una intervención de política que fomente el crecimiento económico y de la productividad total de los factores en el largo plazo.

## REFERENCIAS

- ABUSADA, R. y A. CUSATO  
2007 *Crecimiento e instituciones en el Perú: 1970-2006*. Instituto Peruano de Economía (IPE).
- ABRAMOVITZ, M.  
1956 "Resource and Output Trends in the United States since 1870". *American Economic Review* 46(2), 5-23.
- BARRO, R. y J. LEE  
2010 "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010". NBER Working Paper 15902.
- BERNANKE, B. y R. GÜRKAYNAK  
2002 "Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously". En: Bernanke, B. y K. Rogoff (eds.), *NBER Macroeconomics Annual* 16, 11-72. MIT Press.
- CABREDO, P. y L. VALDIVIA  
1999 "Estimación del PBI potencial: Perú 1950-1997". *Revista Estudios Económicos* 5.
- CARRANZA, E.; J. FERNÁNDEZ-BACA y E. MORÓN  
2005 "Peru: Markets, Government and the Sources of Growth". En: Fernández-Arias, E.; R. Manuelli, y J. Blyde (eds.), *Sources of Growth in Latin America: What is Missing?*, 373-419. Inter-American Development Bank, Washington D. C.
- CÉSPEDES, N.  
2011 "Tendencia de las horas de trabajo en el mercado laboral peruano". *Revista Moneda* 149, 13-17.
- CÉSPEDES, N.; M. AQUIJE, A. SÁNCHEZ y R. VERA TUDELA  
2014 "Productividad sectorial en el Perú: un análisis a nivel de firmas". *Revista Estudios Económicos* 28, 9-26.
- CÉSPEDES, N. y F. ORREGO  
2014 "Competencia de intermediarios financieros en Perú". Documento de Trabajo 2014-10. Banco Central de Reserva del Perú.
- CÉSPEDES, N. y N. RAMÍREZ-RONDÁN  
2014 "Total Factor Productivity Estimation in Peru: Primal and Dual Approaches". *Revista Economía* 37(73), 9-29.
- CÉSPEDES, N. y S. RENDÓN  
2012 "The Frisch Elasticity in Labor Markets with High Job Turnover". IZA Discussion Papers 6991.
- CÉSPEDES, N. y A. SÁNCHEZ  
2014 "Minimum Wage and Job Mobility". *Journal of Centrum Cathedra* 7(1), 23-50.
- CÉSPEDES, N.; R. VERA TUDELA y J. GUTIÉRREZ  
2013 "Informalidad laboral y crecimiento económico en el Perú". Mimeo. Banco Central de Reserva del Perú.

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN EL PERÚ:  
ENFOQUES PRIMAL Y DUAL

COLLINS, S. y B. BOSWORTH

1996 "Economic Growth in East Asia: Accumulation versus Assimilation". *Brookings Papers on Economic Activity* 27(2), 135-204.

COSTELLO, D.

1993 "A Cross-Country, Cross-Industry Comparison of Productivity Growth". *Journal of Political Economy* 101(2), 207-222.

EASTERLY, W. y R. LEVINE

2001 "What Have We Learned from a Decade of Empirical Research on Growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models". *World Bank Economic Review* 15(2), 177-219.

ELÍAS, V. J.

1992 *Sources of Growth: A Study of Seven Latin American Economies*. San Francisco: ICS Press.

FUENTES, R.; M. LARRAÍN y K. SCHMIDT-HEBBEL

2006 "Sources of Growth and Behavior of TFP in Chile". *Cuadernos de Economía* 43(127), 113-142.

GREENWOOD, J. y B. JOVANOVIĆ

2001 "Accounting for Growth". En: Hulten, C.; E. Dean y M. Harper (eds.), *New Developments in Productivity Analysis*, 179-224. University of Chicago Press.

HARBERGER, A.

1978 "Perspectives on Capital and Technology in Less Developed Countries". En: Artis, M. J. y A. R. Nobay (eds.), *Contemporary Economic Analysis*, 15-40. Londres: Croom Helm.

HSIEH, C-T.

2002 "What Explains the Industrial Revolution in East Asia? Evidence from Factor Markets". *American Economic Review* 92(3), 502-526.

HULTEN, C.

2001 "Total Factor Productivity: A Short Biography". En: Hulten, C.; E. Dean y M. Harper (eds.), *New Developments in Productivity Analysis*, 1-54. University of Chicago Press.

JORGENSEN, D. y Z. GRILICHES

1967 "The Explanation of Productivity Change". *Review of Economics Studies* 34(3), 249-283.

LOAYZA, N.; P. FAJNZYLBER y C. CALDERÓN

2005 *Economic Growth in Latin America and the Caribbean: Stylized Facts, Explanations, and Forecasts*. The World Bank.

MILLER, S.

2003 "Métodos alternativos para la estimación del PBI potencial: una aplicación para el caso del Perú." *Revista Estudios Económicos* 10.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

2013 *Marco Macroeconómico Multianual 2014-2016*. Lima, Perú.

NEHRU, V. y A. DARESHWAR

1993 "A New Database On Physical Capital Stock: Sources, Methodology and Results". *Revista de Análisis Económico* 8(1), 37-59.

PSACHAROPOULOS, G.

1994 "Returns to Investment in Education: A Global Update". *World Development* 22(9), 1325-1343.

SEMINARIO, B. y A. BELTRÁN

1998 "Crecimiento económico en el Perú: 1896-1995. Nuevas evidencias estadísticas". Documento de trabajo 32. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

## PRODUCTIVIDAD EN EL PERÚ: MEDICIÓN, DETERMINANTES E IMPLICANCIAS

SOLOW, R.

1957 "Technical Change and the Aggregate Production Function". *Review of Economics and Statistics* 39(3), 312-320.

VALDERRAMA, J.; J. CORONADO, J. VÁSQUEZ y G. CHIANG

2001 "Productividad y crecimiento económico en el Perú". Series de Estudios 075. Instituto Peruano de Economía (IPE).

VEGA-CENTENO, M.

1989 "Inversiones y cambio técnico en el crecimiento de la economía peruana". *Revista Economía* 12(24), 9-48.

1997 "Inestabilidad e insuficiencia del crecimiento: el desempeño de la economía peruana durante 1950-1996". *Revista Economía* 20(39-40), 11-61.