



**BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ**

## **Productividad sectorial en el Perú: un análisis a nivel de firmas**

Nikita Céspedes\* María Aquije\*\* Alan Sánchez\*\*\*  
Rafael Vera-Tudela \*\*\*\*

\* Banco Central de Reserva del Perú

\*\* SUNAT

\*\*\* GRADE

\*\*\*\* SNI

DT. N° 2014-013  
Serie de Documentos de Trabajo  
Working Paper series  
Diciembre 2014

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

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

# Productividad sectorial en el Perú: un análisis a nivel de firmas\*

Nikita Céspedes\*\*    Maria E. Aquije    Alan Sánchez    Rafael Vera-Tudela

Setiembre 2014

## Resumen

*En este documento se estima la función de producción y la productividad a nivel de firmas de la economía peruana. Los datos corresponden a todas las empresas formales que reportan datos entre el 2002 y 2011, información que permite corregir los tradicionales problemas de endogeneidad de regresores y selección de la muestra, aspectos presentes en los estudios vigentes que estiman los parámetros de la función de producción en el Perú. Encontramos que la participación del factor capital en el ingreso es alrededor de 0.64, siendo heterogéneo según los principales sectores económicos. La productividad es mayor en los sectores secundarios y terciarios, en empresas grandes y en Lima Metropolitana.*

## Abstract

*In this paper we estimate the production function by economic sectors in Peru, we also characterize the productivity of firms by using two indicators: the total factor productivity and the labour productivity. The data correspond to the total formal firms observed between 2002 and 2011, information that allows to correct the traditional econometric problems behind the current studies that estimate the production function in Peru (endogeneity and selection bias). We find that the capital income share is about 0.64, a parameter that is widely heterogeneous across the main economic sectors. Also, productivity is higher in the secondary and tertiary sectors, in large companies and among firms located in the metropolitan area of Lima.*

*Clasificación JEL:* C23, E23, O47.

*Palabras clave:* Función de Producción, Productividad, Perú, Residuo de Solow, Olley-Pakes.

## 1. Introducción

La función de producción identifica la capacidad que tiene una economía de transformar insumos y/o factores en producto final. La función de producción de mayor uso en la literatura es la función *Cobb Douglas* la cual se caracteriza al conocer los factores de producción (capital y trabajo), la productividad total

---

\*Los autores agradecen a Nelson Ramírez, Juan Manuel García y Renzo Castellares por los comentarios y discusiones que enriquecieron este trabajo. Del mismo modo, Fabiola Alba, Daggiana Tocon, Luis La Rosa, Margoth Rivera y Reegan Orozco colaboraron en distintas etapas de la elaboración de este estudio. El estudio recoge valiosos comentarios de los participantes del Seminario de Investigación del Banco Central de Reserva del Perú. Los posibles errores son de exclusiva responsabilidad de los autores.

\*\* Autor de contacto: Nikita Céspedes: nikita.cespedes@bcrp.gob.pe.

de factores y un parámetro que representa a la participación del factor trabajo en el ingreso total. El objetivo del presente estudio es doble, en primer lugar se estima los parámetros de la función de producción *Cobb Douglas* a nivel de sectores económicos para la economía peruana, y en segundo lugar se caracteriza la productividad a nivel de empresas y por sectores económicos considerando dos indicadores de amplio uso en la literatura como son la productividad total de factores y la productividad laboral. Estos objetivos complementan el conocimiento actual sobre la productividad y la función de producción en el Perú.

La función de producción *Cobb-Douglas* para el Perú ha sido estimada por diversos estudios que se muestran en el Cuadro 1 (p. 2), los cuales sugieren que la participación del factor capital, se estima, está en el intervalo comprendido entre 0.40 y 0.65. Los estudios mencionados utilizan en su mayoría datos agregados y podrían incorporar sesgos en los parámetros estimados que la metodología de estimación no logra aislar. La técnica de estimación se restringe a mínimos cuadrados ordinarios en la mayoría de casos.<sup>1</sup> En el presente documento se estima la función de producción para la economía peruana a nivel de sectores económicos utilizando datos de empresas formales para el periodo 2002-2011. La información utilizada permite corregir por los problemas econométricos usuales presentes en los documentos que utilizan datos agregados como son la endogeneidad de los factores y la selección en la muestra que potencialmente pueden generar estimadores sesgados. El principal problema empírico (endogeneidad) radica en la existencia de determinantes de la producción no observables, los que pueden estar correlacionados con los niveles de capital y trabajo escogidos por la firma. Con el fin de superar este problema, se aplican dos metodologías. Primero, la función de producción se estima por el método de Arellano-Bond (Arellano y Bond , 1991) utilizando la muestra panel completa, procedimiento que permite lidiar con componentes no observables tanto fijos en el tiempo como variables, y segundo, se implementa la estimación por el método sugerido por Olley y Pakes (1996), procedimiento que permite controlar por el potencial sesgo que podría generarse la rotación y/o salida de empresas de la muestra (sesgo de selección).<sup>2</sup>

Cuadro 1: Estimados de la participación del capital en el producto

Estudio	Valor	Estudio	Valor
Bernanke y Gurkaynak (2002)	[0.41; 0.49]	Seminario y Beltran (1998)	0.51
Carranza y otros (2005)	0.44 y 0.33	Valderrama y otros (2001)	0.64
Cabredo y Valdivia (1999)	0.40	Vega-Centeno (1989)	0.55
Elias (1992)	0.66	Vega-Centeno (1997)	0.65
Miller (2003)	0.51		

<sup>1</sup>La excepción es Tello (2012) y Göbel y otros (2013). Tello (2012) estima la función de producción en el sector manufactura por el método de Olley y Pakes, mientras Göbel y otros (2013) estudian la productividad en el sector informal.

<sup>2</sup>La función de producción *Cobb-Douglas* y la estimación de la PTF a la *Solow* tiene limitaciones documentadas por la literatura. Los resultados de este estudio, en este sentido, podrían estar sesgados si se consideran supuestos menos restrictivos en torno a la función de producción. Entre las limitaciones que la literatura enfatiza tenemos: 1) La función de producción *Cobb-Douglas* tienen una elasticidad de sustitución de los factores de producción constante e igual a 1. La participación del capital y del trabajo en el producto no cambia, tanto entre individuos y/o empresas como a través del tiempo, y 3) se asume, usualmente, retornos constantes a escala.

Se estima dos indicadores de productividad a nivel de empresas: la productividad total de factores, que se calcula como el residuo de *Solow*, a partir de los estimados de la función de producción a nivel de sectores económicos, y el producto por trabajador. La caracterización de estos dos indicadores, según los elementos observables de las empresas, dan información útil aun no documentada de este indicador para el universo de empresas formales del Perú.<sup>3</sup>

Se encuentra interesantes características de la productividad y de la función de producción en el Perú que complementan la investigación llevada a cabo sobre este indicador. Así por ejemplo, se encuentra que la participación del factor capital en el producto es de aproximadamente 0.64, valor estimado luego de realizar las correcciones sugeridas. Los diversos métodos de estimación sugieren que este parámetro es sensible a la metodología de estimación. Este parámetro muestra una considerable heterogeneidad entre los diversos sectores económicos, dependiendo del grado de intensidad del uso de los factores en cada uno de ellos. Destaca, además, que este parámetro ha mostrado una tendencia decreciente, ya que a final de la década la participación del factor trabajo es menor que la participación a inicios de la década. Respecto a la productividad, este indicador ha mostrado una tendencia creciente entre el 2002 y 2011; asimismo, la productividad en promedio es mayor en los sectores minería y electricidad, en empresas grandes y en Lima Metropolitana. Estas características de la productividad son similares en los dos indicadores de productividad considerados (productividad total de factores y la productividad laboral).

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta la metodología utilizada para la estimación de la función de producción y de la productividad. La sección 3 presenta estadísticas descriptivas de los datos utilizados para las estimaciones. La sección 4 presenta estimaciones de los parámetros de la función de producción y caracteriza la productividad según características observables de las firmas. La sección 5 resume los resultados del estudio.

## 2. Metodología

El modelo es la función de producción tipo *Cobb Douglas* con retornos constantes a escala y con dos factores de producción. La forma funcional en su versión log-lineal es

$$y_{it} = a_{it} + \alpha^k k_{it} + \alpha^l l_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

donde  $k_{it}$  y  $l_{it}$  son el logaritmo de los factores de capital y trabajo utilizados por la firma  $i$  en el año  $t$ ;  $\alpha^k$  y  $\alpha^l$  son las elasticidades de los factores capital y trabajo, respectivamente.  $y_{it}$  es el producto de la firma  $i$  en el año  $t$  y  $a_{it}$  es la productividad total de factores (en adelante PTF) de la firma en el mismo año.  $\varepsilon_{it}$  representa al error de medición. Como es usual, se asume que  $a_{it}$  no es observable para el econometrista. Una extensa literatura se ha desarrollado alrededor de la estimación de funciones de producción utilizando datos a nivel de firmas, ver Griliches y Mairesse (1995) para una revisión histórica. Un aspecto central de esta literatura se dedica a las condiciones de identificación y/o métodos de estimación de las elasticidades de los factores.

---

<sup>3</sup>Para una caracterización de la productividad en empresas pequeñas desde la perspectiva de la informalidad en el Perú ver Göbel y otros (2013), quienes estiman indicadores de productividad utilizando datos de encuestas de hogares.

Si la ecuación (1) es la verdadera función de producción, los estimadores por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de  $\alpha^k$  y  $\alpha^l$  son consistentes solo si se satisfacen ciertos supuestos. Si la firma observa primero  $a_{it}$  y escoge los valores óptimos de  $k_{it}$  y  $l_{it}$  sujeto a este valor observado (por ejemplo, ante un choque de productividad positivo la firma puede escoger invertir más en insumos), los estimados de  $\alpha^k$  y  $\alpha^l$  por MCO serán sesgados e inconsistentes, debido a un clásico problema de variable omitida. Como señalan Bond y Soderbom (2005), si  $k_{it}$  y  $l_{it}$  son difíciles de modificar en el corto plazo (por ejemplo por existencia de costos de ajuste) el problema de identificación se vuelve menos agudo. También se podría asumir que el proceso de maximización de la firma toma lugar *ex-ante*, antes de que  $a_{it}$  es observado, lo cual también resuelve el problema. Aún si ese fuese el caso, el problema remanente es que la PTF puede estar determinada en gran medida por factores que varían poco en el tiempo. Por ejemplo,  $a_{it}$  podría modelarse de la siguiente manera:  $a_{it} = a_i + s_{it}$ , donde  $s_{it}$  son choques de productividad y  $a_i$  es un componente de la productividad de la firma, fijo en el tiempo.

Diferentes estrategias han sido propuestas en la literatura para obtener estimados consistentes de  $\alpha^k$  y  $\alpha^l$ . Una alternativa es utilizar una estrategia de variables instrumentales utilizando el precio de los insumos  $k_{it}$  (capital) y  $l_{it}$  (trabajo) como instrumentos para  $k_{it}$  y  $l_{it}$ , respectivamente (Mundlak, 1961). Otra alternativa es implementar una estimación de efectos fijos a nivel de la firma, la cual permite controlar por el componente de la productividad que es fijo en el tiempo, así como por otros posibles insumos no observables que sean fijos en el tiempo. Así mismo, métodos de panel dinámico (Blundell y Bond, 1998) y procedimientos estructurales (Olley y Pakes, 1996; Levinsohn y Petrin, 2003) han sido propuestos. Para el presente análisis se optó por estimar utilizando cuatro métodos. En primer lugar, una estimación referencial con mínimos cuadrados ordinarios. En segundo lugar, estimaciones con efectos fijos a nivel de la firma. En tercer lugar, estimaciones en primera diferencia donde se utiliza los factores de capital y trabajo observados en  $t - k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, 9$ ) como variables instrumentales de los factores de capital y trabajo observados en el momento  $t$  (método de Arellano-Bond). Tanto el segundo como el tercer método permiten obtener estimaciones consistentes de los parámetros de interés en los casos en que la PTF es constante en el tiempo. El tercer método es consistente incluso en el caso en que la PTF tiene un componente que varía en el tiempo y que está correlacionado de manera contemporánea con los insumos. Finalmente, se implementa la corrección de Olley y Pakes (en adelante, OP), método que permite controlar por sesgo de selección que podría generarse si las empresas que salen de la muestra tienen sistemáticamente baja productividad respecto a las empresas sobrevivientes. La corrección de Olley y Pakes permite además estimar los parámetros consistentemente al controlar por el tradicional problema de simultaneidad entre el producto e insumos variables y por la existencia de heterogeneidad no observable en la productividad que está correlacionado con los residuos estructurales en la ecuación 2.<sup>4</sup> Los diversos métodos de estimación permiten ver la sensibilidad de los estimadores a los supuestos de estimación.

---

<sup>4</sup>Levinsohn y Petrin es un procedimiento alternativo al utilizado por Olley y Pakes.

## 2.1. Estimación por sectores económicos

La estimación de la ecuación (1) se realiza a nivel de sectores económicos, en este caso la ecuación (1) se modifica para incorporar el índice  $j$  que identifica al sector económico como se indica en la siguiente ecuación:

$$y_{ijt} = a_{ijt} + \alpha_j^k k_{ijt} + \alpha_j^l l_{ijt} + \varepsilon_{ijt}, \quad (2)$$

donde los sectores  $j$  son agricultura, comercio, construcción, electricidad, industria (primaria y no primaria), intermediación financiera, minería, pesca y servicios. La producción de la firma,  $y_{ijt}$ , se define como el valor agregado por la firma, obtenido de la diferencia entre las ventas totales y el costo de ventas al final del año  $t$  (diciembre). Para medir los factores  $k_{ijt}$  y  $l_{ijt}$  se utiliza el valor del activo neto de la firma y el número de trabajadores. Asimismo, la productividad por empresa se calcula considerando dos indicadores, la PTF según el residuo de *Solow* y el producto por trabajador. En el caso de la PTF, este se calcula considerando la función de producción estimada previamente mediante la siguiente ecuación:

$$PTF_{ijt} = y_{ijt} - \hat{\alpha}_j^k k_{ijt} - \hat{\alpha}_j^l l_{ijt}. \quad (3)$$

Asimismo, la productividad laboral se define como el valor agregado por trabajador, este indicador se expresa en logaritmos mediante la siguiente ecuación:

$$PL_{ijt} = y_{ijt} - l_{ijt}, \quad (4)$$

donde  $PL_{ijt}$  representa al producto por trabajador de la firma  $i$ , en el sector  $j$  y en el año  $t$ . Este indicador se estima utilizando la misma base de datos que se utiliza para estimar la PTF (ver sección anterior). Para reducir notación, la productividad se denota por  $\hat{a}_{ijt}$ , término que representa a la productividad laboral y/o a la PTF según el indicador que se use. De la misma forma, la productividad promedio por sector económico se calcula como el promedio ponderado de los indicadores de productividad (PTF y productividad laboral) a nivel de las empresas y en cada sector económico. Los ponderadores son el tamaño de las empresas medidas como la proporción de ventas netas de cada firma en cada sector, el ponderador estandarizado se denota por  $\omega_{ij}$ ,<sup>5</sup> con lo cual la productividad promedio en cada sector y en cada periodo ( $\bar{a}_{jt}$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{a}_{jt} = \ln \left( \sum_i \omega_{ij} \times \exp(\hat{a}_{ijt}) \right). \quad (5)$$

---

<sup>5</sup>Notar que el ponderador,  $\omega_{ij}$  no cambia en el tiempo, este supuesto se mantiene para garantizar que el tamaño relativo de cada empresas sea constante a lo largo del tiempo. El ponderador se calcula utilizando el promedio de ventas de cada firma por 10 años en la muestra panel y según el numero de veces que se observa en la base de datos completa.

### 3. Los datos

Los datos corresponden a empresas que cumplieron en reportar al estado peruano información de sus estados financieros entre 2002 y 2011. Las variables consideradas para el análisis son: ventas totales, costo de ventas, activo fijo neto, número de trabajadores, ubicación geográfica de la firma, sector económico (CIU auto-reportado por la firma) y una variable binaria que identifica si la firma exporta en caso la empresa realice operaciones de comercio exterior. El análisis se restringe a aquellas firmas que reportaron valores positivos de todas las variables que se requieren para estimar la función de producción (ventas, costo de ventas, número de trabajadores y activo fijo neto). Con estas consideraciones, el número de firmas en la muestra panel entre 2002 y 2011 es de 8,996 con un número de observaciones de 89,960. Esta es la muestra que se utiliza en la estimación de los parámetros de la función de producción a través de MCO, efectos fijos a nivel de la firma y Arellano-Bond. El número total de firmas en la muestra total es 129,003 (459,380 observaciones en total). La muestra panel y la muestra total guardan ciertas similitudes en la proporción de observaciones por sectores económicos, siendo las empresas de los sectores de comercio, industria y servicios las de mayor participación en ambas muestras (ver Cuadro 2 en p. 6). Sin embargo, la muestra panel tiene una menor representación de los sectores servicios y construcción y una mayor representación del sector industria. En el caso del sector servicios, es posible que las empresas del sector tengan un tiempo de vida corto por la naturaleza de los negocios en este sector, lo que dificulta su observación en el panel balanceado –mientras que lo inverso ocurre en el caso de las firmas del sector industria. En el sector construcción, la diferencia puede deberse al considerable crecimiento de este sector desde el 2002 y la consiguiente creación de nuevas empresas, lo cual no es capturado en la muestra panel.

Cuadro 2: Tamaño de muestra por sector económico

	Muestra panel		Muestra total			
	Número de empresas		Número de empresas		Número de observaciones	
	N	%	N	%	N	%
Agricultura	58	0.6	1,584	1.2	5,224	1.1
Comercio	4,326	48.1	56,714	44.0	208,836	45.5
Construcción	253	2.8	13,466	10.4	34,107	7.4
Electricidad	82	0.9	276	0.2	1,488	0.3
Industria	2,436	27.1	23,691	18.4	95,342	20.8
Intermediación Financiera	47	0.5	421	0.3	1,648	0.4
Minería	82	0.9	1,402	1.1	4,545	1.0
Servicios	1,672	18.6	30,099	23.3	104,249	22.7
Pesca	40	0.4	1,350	1.1	3,941	0.9
Total	8,996	100	129,003	100	459,380	100

**Nota:** La muestra panel corresponde a las empresas que se registra por 10 años consecutivos. La muestra total considera a las empresas que reportan información por lo menos en una ocasión en el periodo 2002-2011.

Las empresas son relativamente grandes en términos de ventas y activos, esto es consistente con el hecho que este es el universo de empresas formales inscritas en el Régimen General de Impuesto a la Renta.

Cuadro 3: Estadísticas descriptivas 2002-2011

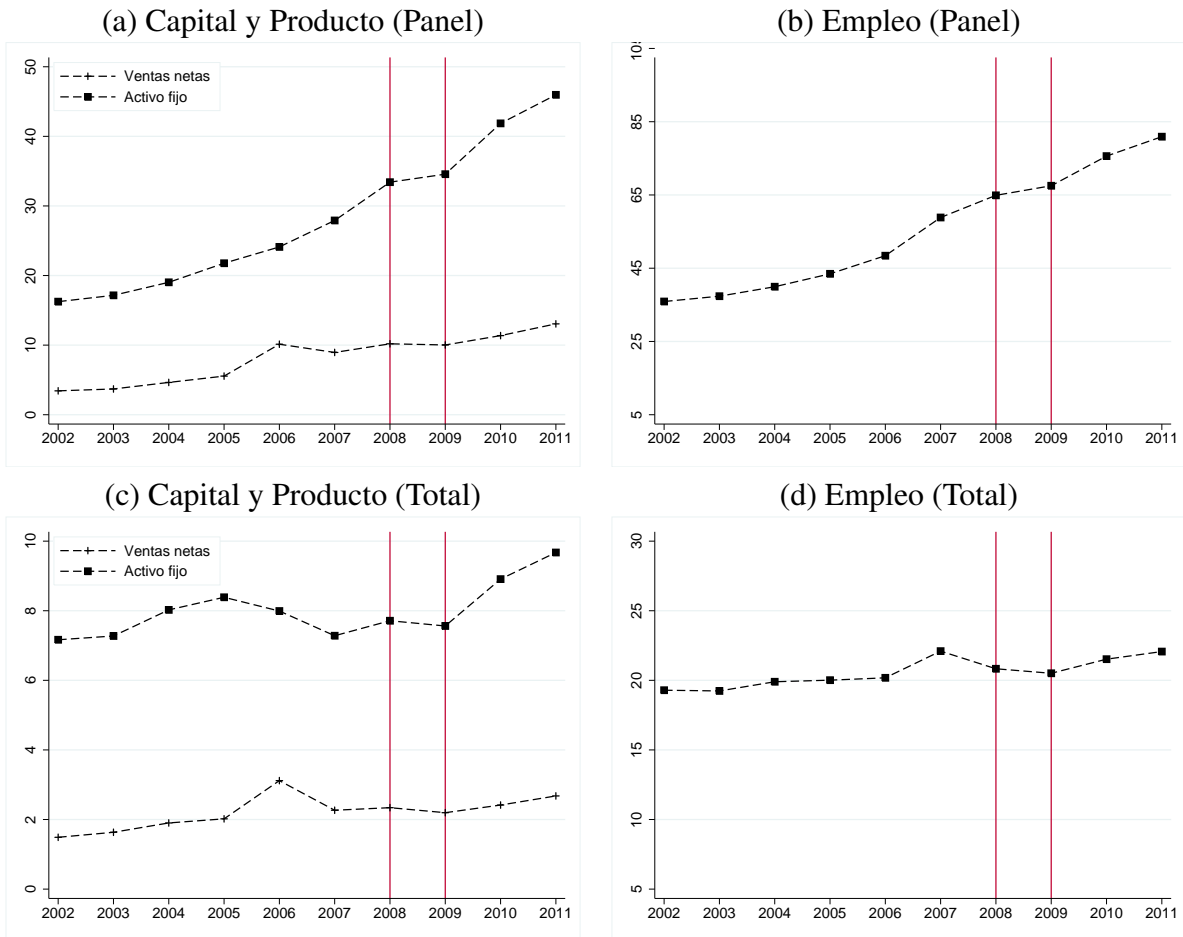
	N. obs.	Ventas netas		Activos totales		N. trabajadores	
		Media	Error estándar	Media	Error estándar	Media	Error estándar
<b>Muestra panel balanceado</b>							
Total	89,960	8.10	0.349	28.204	1.433	55.2	0.863
Agricultura	580	9.37	1.439	27.179	4.064	237.7	32.687
Comercio	43,260	3.71	0.115	7.534	0.245	29.5	1.042
Construcción	2,530	3.93	0.353	26.112	4.162	106.9	10.568
Electricidad	820	51.83	4.604	416.010	33.262	183.4	10.479
Industria	24,360	6.68	0.379	18.715	0.794	69.7	1.418
Intermediación Financiera	470	183.56	22.331	1645.413	231.383	583.2	48.391
Minería	820	257.97	31.763	526.052	52.273	364.9	20.215
Servicios	16,720	2.83	0.116	6.916	0.457	49.4	1.427
Pesca	400	7.69	1.185	30.193	5.545	93.5	9.667
<b>Muestra Completa</b>							
Total	459,380	2.28	0.077	8.131	0.325	20.7	0.223
Agricultura	5,224	1.54	0.17	4.757	0.470	39.8	3.812
Comercio	208,836	1.17	0.03	2.551	0.062	11.2	0.234
Construcción	34,107	1.29	0.064	5.195	0.334	24.6	0.934
Electricidad	1,488	31.00	2.634	251.401	19.164	112.8	6.186
Industria	95,342	2.39	0.114	7.177	0.259	30.9	0.552
Intermediación Financiera	1,648	67.39	6.940	667.222	78.928	315.8	28.059
Minería	4,545	58.52	6.613	125.985	11.191	118.0	4.956
Servicios	104,249	0.84	0.023	2.168	0.128	17.1	0.281
Pesca	3,941	3.16	0.569	11.096	1.066	43.5	2.871

**Nota:** Ventas y Activos en millones de nuevos soles de 2011. Para expresar en términos reales se utiliza el deflactor implícito por sectores económicos estimado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. Las ventas netas corresponde a las ventas brutas menos costo de ventas. Las estadísticas corresponden a las observaciones del año 2001 de la muestra panel 2002-2011. Los datos corresponden a las empresas con más de un trabajador y con Ventas netas y Activos mayores a cero.

En la muestra panel, a 2011 el promedio de ventas netas anuales y valor de los activos netos fue de 8.1 y 28.2 millones de soles, respectivamente, con un promedio de 55 personas empleadas por firma. Según el tamaño de los activos y el nivel de ventas, las firmas más grandes (en promedio) están en los sectores minería, intermediación financiera, y electricidad. El Cuadro 3 (p. 7) reporta los valores promedio y otras características de la distribución de las ventas netas, activos netos y número de trabajadores para la muestra panel y la muestra total, respectivamente. Los Gráficos 7 y 8 reportan la distribución de cada una de estas variables por sector. Las empresas de la muestra total reportan ventas, activos y número de trabajadores promedio considerablemente menores a los reportados en la muestra panel, lo cual sugiere que las empresas con menos de nueve años de vida, que son las que en su mayoría componen la muestra total, son empresas pequeñas respecto a la empresa establecidas por más de 10 años (muestra panel).



Gráfico 1: Capital producto y empleo



**FUENTE:** Los paneles (a) y (b) consideran la muestra panel y los paneles (d) y (e) la muestra total. El capital y ventas netas se miden en millones de nuevos soles, el empleo se mide en número de trabajadores. El área entre las dos líneas verticales representa el periodo de crisis económica que registró en los años 2008-2009.

En términos de las tendencias a lo largo del tiempo, las variables consideradas en el análisis han mostrado una dinámica cercanamente relacionada con la de la actividad económica agregada observada, a partir de las Cuentas Nacionales. Como se observa en el Gráfico 1 (p. 8), en promedio las ventas netas, los activos y el empleo han mostrado una tendencia creciente en términos agregados. Esto se observa con mayor claridad en la muestra panel y en menor medida en la muestra total. Los datos, además, registran los efectos de la crisis financiera en los balances de las empresas al mostrar cierta contracción o desaceleración en algunos sectores en estos periodos. Una tendencia similar se observa a nivel de sectores económicos en la muestra panel (ver Gráfico 11 del Anexo). Cabe destacar que las tendencias, considerando la muestra total, registran cierta volatilidad y en algunos casos podrían no ser enteramente consistentes con los hechos estilizados de la economía peruana. Esto puede deberse en parte a la incorporación progresiva de empresas relativamente pequeñas al régimen general, así como a posibles problemas con los datos (análisis casual de los datos

entre 2002 y 2006 permitió encontrar que había un número importante de empresas que no reportaba o sub-reportaba el número de personas empleadas). Sin embargo, considerando el agregado, los datos sugieren una tendencia creciente en el tamaño de las empresas, tanto en la muestra panel como en todas las empresas formales.

El análisis previo sugiere que la volatilidad de los datos se registra mayormente en las empresas jóvenes (menores a 10 años), esta regularidad podría generar sesgos en la estimación de los parámetros de la función de producción, difíciles de controlar mediante las técnicas econométricas utilizadas. Con esta consideración, en la estimación de los parámetros de interés se controla por rotación de firmas (creación y desaparición de firmas) y se considera solamente la muestra panel, cuyas estadísticas descriptivas se muestran en el Cuadro 3.

## 4. Resultados

### 4.1. Elasticidad de los factores capital y trabajo

Los parámetros de la ecuación 2 se estiman por diversos métodos y considerando supuestos relativos a la forma funcional de la función de producción. Con los datos de la muestra panel se implementa 3 métodos de estimación: MCO, Panel con efectos fijos y Arellano Bond (AB). Los estimadores según estos tres métodos no son sistemáticamente similares, con lo cual se puede identificar la magnitud del sesgo que se incurre cuando se estima los parámetros de la FP por métodos tradicionales (MCO). Se considera que el estimador AB es el que controla mejor los sesgos por los tradicionales problemas econométricos al utilizar los rezagos de los insumos como instrumentos. Los tres métodos se estiman considerando el supuesto de retornos constantes a escala que caracteriza a la función de producción *Cobb Douglas*, este último supuesto no se cumple en todos los sectores, lo cual resulta de implementar las pruebas de hipótesis de retornos constantes a escala en la estimación no restringida por sectores.

Los parámetros de la función de producción estimados que se toman como referencia en adelante corresponden al estimado sectorialmente por el método Arellano-Bond, metodología robusta a la presencia de no observables constantes en el tiempo. Los estimados de productividad total de factores que se estudian más adelante corresponden a estos estimadores. Se encuentra que los sectores más intensivos en capital son minería y construcción, donde la elasticidad del factor capital de 0.92 y 0.88, respectivamente. Asimismo, los sectores más intensivos en el factor trabajo son servicios e intermediación financiera, los cuales reportan elasticidades del factor capital de 0.41 y 0.56, respectivamente.

Se implementa, además, el estimador de Olley-Pakes, el cual permite controlar por el sesgo debido a las diferencias de productividad en las empresas que salen de la muestra.<sup>6</sup> Si bien la estimación panel aísla este

---

<sup>6</sup>El método de estimación OP requiere conocer datos referidos a la edad de la empresa y a la inversión, así como episodios de rotación de empresas que salen de la muestra. En este sentido, se requiere información de paneles no balanceados. El método OP estima la función de producción en dos etapas. Se requiere una serie de inversión, la que se calcula por el método de inventario perpetuo a partir de la serie de capital (activo fijo) para cada empresa. Este procedimiento reduce el tamaño de muestra considerablemente al excluir aquellas empresas con inversión negativa y las que se observan solamente por dos periodos. El procedimiento que se sigue en nuestro caso es similar a lo

efecto, la literatura relevante enfatiza que la estimación con una muestra no panel, luego de controlar por la selección de empresas que desaparecen; reporta estimadores más altos de la participación del trabajo en el producto. En el caso peruano, se reportan resultados similares a los encontrados en estudios internacionales. La participación del trabajo estimado por el método AB es 0.64, y luego de controlar por selección *a-la* Olley-Pakes este estimador se incrementa a 0.78, el incremento se reporta en la mayoría de sectores económicos como se muestra en la última columna del Cuadro 4 (p. 11).

La participación de los factores en el ingreso total agregado se estima utilizando la ecuación 1, en este caso se asume que la elasticidades son similares en todos los sectores económicos. Como resultado se encuentra una elasticidad del factor capital de 0.64 (ver Cuadro 4 en p. 11), la cual corresponde al estimador AB restringido utilizando la muestra panel. Este valor es ligeramente superior a los estimados para la economía peruana los cuales ubican este parámetro alrededor de 0.50. Sin embargo, es evidente que existe un importante grado de heterogeneidad en la elasticidad de los factores entre sectores, por lo que el análisis de la PTF que se hace en la siguiente sección utiliza estimaciones de las elasticidades específicas a cada sector.

Se evalúa la dinámica de la elasticidad de los factores considerando dos periodos muestrales, antes del 2008 y para la muestra del 2008 en adelante. Se introduce una variable artificial que captura este umbral y se reestima las elasticidades en cada sector económico. Los resultados de este ejercicio sugieren que la participación del capital en el producto muestra una tendencia ligeramente decreciente en 5 de los 9 sectores considerados. El parámetro bajo estudio se mantiene aproximadamente constante y con una tendencia ligeramente creciente en los sectores construcción, intermediación financiera, pesca y electricidad.

## 4.2. Productividad

La evidencia empírica contemporánea a nivel internacional sugiere que la productividad tiene un conjunto de determinantes. Por ejemplo, Griffith y otros (2004) encuentran que la inversión en investigación y desarrollo y el capital humano contribuyen significativamente al crecimiento de la PTF a nivel de industrias. Asimismo, existen otros determinantes la edad, el tamaño y el sector industrial al que pertenecen las firmas (Huergo y Jaumandreu, 2004).<sup>7</sup> En esta sección del estudio se considera un conjunto de variables explicativas de la productividad como el tamaño de la firma, la edad de la firma, la región geográfica, entre otros. La siguiente forma reducida permite explicar los dos indicadores de productividad considerados en términos de sus principales determinantes,

$$\hat{a}_{ijt} = a_0 + \rho \times a_{ijt-1} + \beta_e \times EDAD_{ijt} + \beta_s \times SIZE_{ijt} + \beta_x \times X_{ijt} + S_j + R_r + T_t + \mu_{ijt}, \quad (6)$$

donde  $\hat{a}_{ijt}$  es el indicador de productividad de la firma  $i$ , la cual pertenece al sector  $j$  y la información corresponde al año  $t$ .  $EDAD$  denota la edad de la empresa en años,  $SIZE$  es el tamaño de la empresa medido como una variable artificial que caracteriza la edad de la empresa en rangos de un indicador continuo como

---

establecido en Olley y Pakes, texto que recomendamos para detalles técnicos del proceso de estimación.

<sup>7</sup>A nivel agregado de la economía, la literatura resalta a otras determinantes relacionadas con el aspecto institucional, la religión, la geografía y el capital social. Hall y Jones (1999) analizan a mayor profundidad estas variables. Por otro lado, Alcalá y Ciccone (2004) encuentran que la apertura comercial tiene un impacto positivo en la productividad.

Cuadro 4: Elasticidad de los factores

	Muestra panel balanceado						Muestra completa
	No restringido			Restringido			
	MCO	Efectos fijos	Arellano Bond	MCO	Efectos fijos	Arellano Bond	
<b>Agricultura</b>							
Capital	0.660	0.620	0.785	0.660	0.795	0.725	n.d.
Trabajo	0.340	0.126	0.297	0.340	0.205	0.275	n.d.
<b>Comercio</b>							
Capital	0.654	0.522	0.755	0.683	0.563	0.667	0.81
Trabajo	0.523	0.349	0.405	0.317	0.437	0.333	0.58
<b>Construcción</b>							
Capital	0.563	0.660	0.790	0.581	0.743	0.882	0.80
Trabajo	0.351	0.207	0.237	0.419	0.257	0.118	0.38
<b>Electricidad</b>							
Capital	0.843	0.540	0.359	0.783	0.610	0.662	0.75
Trabajo	-0.050	0.250	0.103	0.217	0.390	0.338	0.12
<b>Industria</b>							
Capital	0.650	0.490	0.703	0.651	0.595	0.587	0.83
Trabajo	0.353	0.288	0.392	0.349	0.445	0.413	0.40
<b>Intermediación Financiera</b>							
Capital	0.547	0.687	0.554	0.623	0.689	0.561	0.54
Trabajo	0.628	0.307	0.438	0.377	0.311	0.439	0.47
<b>Minería</b>							
Capital	0.924	0.541	1.055	0.907	0.715	0.926	0.91
Trabajo	0.012	0.248	0.144	0.093	0.285	0.084	0.22
<b>Servicios</b>							
Capital	0.497	0.421	0.440	0.500	0.472	0.410	0.64
Trabajo	0.522	0.372	0.511	0.500	0.528	0.590	0.52
<b>Pesca</b>							
Capital	0.611	0.881	0.751	0.645	0.901	0.789	0.82
Trabajo	0.217	0.094	0.164	0.355	0.099	0.211	0.20
<b>Total</b>							
Capital	0.623	0.505	0.715	0.635	0.573	0.636	0.78
Trabajo	0.442	0.316	0.367	0.365	0.427	0.364	0.45

**Nota:** El estimador restringido se estima luego de imponer el supuesto de retornos constantes a escala en la función de producción *Cobb-Douglas*. El estimador no restringido no imponen ninguna restricción. La muestra panel balanceado corresponde a la muestra con empresas que reportan todas las variables entre el 2002 y 2011. MCO corresponde al estimador por el método de mínimos cuadrados ordinarios. El estimador de Olley Pakes en el sector Agropecuario no se reporta, debido a que el número de observaciones es muy pequeño pues se disponen de pocas firmas con niveles de inversión positivos. Todos los valores reportados son diferentes de cero al 99% de significancia estadística.

número de trabajadores por ejemplo.  $X$  es una variable que caracteriza a las empresa que destinan parte de su producción a la actividad exportadora.  $S$ ,  $R$  y  $T$  son variables que representan sector económico, región geográfica y año de entrevista de las empresas, respectivamente. Obsérvese que estas tres últimas variables capturan los probables efectos agregados sobre la productividad a nivel de firmas del crecimiento económico

regional y por sectores económicos. El término  $\mu_{ijt}$  captura la heterogeneidad no observable de la PTF que resulta luego de controlar por las variables anteriormente mencionadas.

#### 4.2.1. Productividad por sectores

La productividad por sectores económicos se estima agregando los datos a nivel de firmas y considerando los tamaños de las empresas como ponderadores. Este procedimiento permite comparar la productividad de empresas pequeñas, que consideramos tienen una baja contribución en el promedio de la productividad, con la productividad de las empresas grandes que deberían tener una contribución proporcional a su tamaño. Esta ponderación, además permite controlar por la alta volatilidad de las empresas pequeñas. Con esta consideración, la PTF promedio por sector económico se estima mediante la ecuación 4 y utilizando los parámetros estimados por el método de Arellano-Bond y con la restricción de retornos constantes a escala en la función de producción en cada sector. Por su parte la productividad laboral se estima mediante la ecuación 4.<sup>8</sup> Un primer resultado que resalta es la alta correlación que se encuentra entre los dos indicadores de productividad considerados, la correlación máxima es de 89 y se encuentra en el sector servicios y las menores correlaciones son de 0.46 en el sector minería y 0.50 en el sector Agropecuario.<sup>9</sup> Para una caracterización más detallada de la productividad por sectores se puede ver la distribución de frecuencias de los dos indicadores de productividad y en cada sector económico que se presentan en los Gráficos 9 y 10

Las empresas del sector minería y electricidad son en promedio las más productivas según la productividad laboral (paneles (a) y (b) de Gráfico 2 en p. 14),<sup>10</sup> mientras que las empresas en los sectores agricultura y pesca son en promedio las menos productivas. En un punto intermedio se encuentran las empresas de los sectores comercio, construcción, industria, intermediación financiera. Los resultados no difieren de manera

<sup>8</sup>Notar que el estimador OP de la función de producción no se considera en el análisis de los determinantes de la PTF. Esta decisión se toma debido a que no se dispone de un estimador confiable de la función de producción por el método OP en el sector Agropecuario. En general, el método OP requiere estimados de la inversión por firma y edad de la empresa, específicamente se considera solamente a las empresas con estimados de inversión positivos, lo cual restringe la muestra del sector Agropecuario considerablemente y hace que los parámetros estimados de la función de producción en este sector no sean confiables. Sin embargo, las conclusiones en términos de las propiedades de la PTF solo deberían diferir ligeramente entre los dos métodos al existir una alta correlación entre los estimados de la PTF por el método OP y AB en todos los sectores económicos. La correlación mínima entre las dos series en logaritmos se encuentra en el sector comercio (0.87) y la correlación máxima (0.99) en los sectores construcción e intermediación financiera. Se hizo la caracterización de la PTF con los parámetros estimados por el método OP (excluyendo el sector agropecuario) y los resultados difieren ligeramente a los encontrados por el método AB. En este documento se caracteriza la productividad en todos los sectores y esta razón hace que se utilice a la TTF estimada por el método AB.

<sup>9</sup>Formalmente, la PTF y la productividad laboral se relacionan mediante la siguiente ecuación que se obtiene luego de considerar el supuesto de retornos constantes a escala en la ecuación 3:

$$PTF_{ijt} - PL_{ijt} = -\alpha_j(k_{ijt} - l_{ijt}). \quad (7)$$

donde  $\alpha_j$  es la participación del capital en el producto en el sector  $j$ . Notar que la correlación entre estos indicadores de productividad depende de la varianza en cada sector de ratio capital por unidad de trabajo ( $k_{ijt} - l_{ijt}$ ). La alta correlación entre los indicadores de productividad que se encuentran sugiere que el ratio en consideración es relativamente estable en cada sector económico, este resultado no es ligeramente débil en los sectores minería y agropecuario.

<sup>10</sup>Si bien los promedios son informativos, es posible afirmar que existen algunas empresas con muy altos (bajos) niveles de productividad en cada sector, esto al existir una considerable dispersión de la productividad en cada sector.

importante si se utilizan información del universo o panel balanceado, aunque si hay diferencias pequeñas en el *ranking* en uno y otro caso.

El ordenamiento de la productividad promedio entre sectores no es totalmente consistente con los dos indicadores considerados. Según la productividad laboral, la minería es el sector de mayor productividad (paneles (a) y (b) de Gráfico 2 en p. 14), mientras que la PTF es mayor en los sectores comercio y servicios (paneles (c) y (d) de Gráfico 2 en p. 14). Esta discrepancia se explica por razones metodológicas,<sup>11</sup> según la cual la PTF promedio relativo a la productividad laboral es mayor en los sectores intensivos en trabajo y menor en los sectores intensivos en capital.<sup>12</sup>

Con esta consideración, el indicador recomendado para ordenar la productividad entre sectores es la productividad laboral, con lo cual el ordenamiento es consistente con los resultados de Vásquez (2014),<sup>13</sup> quien estima la productividad laboral agregada en cada sector económico.

#### 4.2.2. Persistencia de la productividad

Las brechas promedio de la productividad entre sectores son similares en la mayoría de años entre el 2002 y 2011; y al mismo tiempo, se reporta una significativa heterogeneidad en la tendencia de la productividad según sectores (ver Gráfico 3 en p. 15).

La persistencia de la productividad en cada sector económico se estima utilizando una variante de la ecuación 5. El coeficiente asociado al primer rezago del indicador de productividad caracteriza al parámetro de interés ( $\rho_j$ ). El otro parámetro de interés es la volatilidad de la productividad la cual se denota por  $\sigma_\varepsilon$  y es la desviación estándar del error en la ecuación 6. La estimación de estos dos parámetros se realiza para el periodo 2002-2011 a nivel de cada sector económico y con los datos de la PTF y de la productividad laboral, estimados en la sección anterior. Se encuentra que la persistencia de la productividad es condicional al sector

---

<sup>11</sup>Es fácil demostrar, formalmente, que el ratio entre la productividad total de factores y la productividad laboral en una función *Cobb Douglas* depende positivamente del ratio Trabajo/Capital como se indica en la siguiente ecuación:

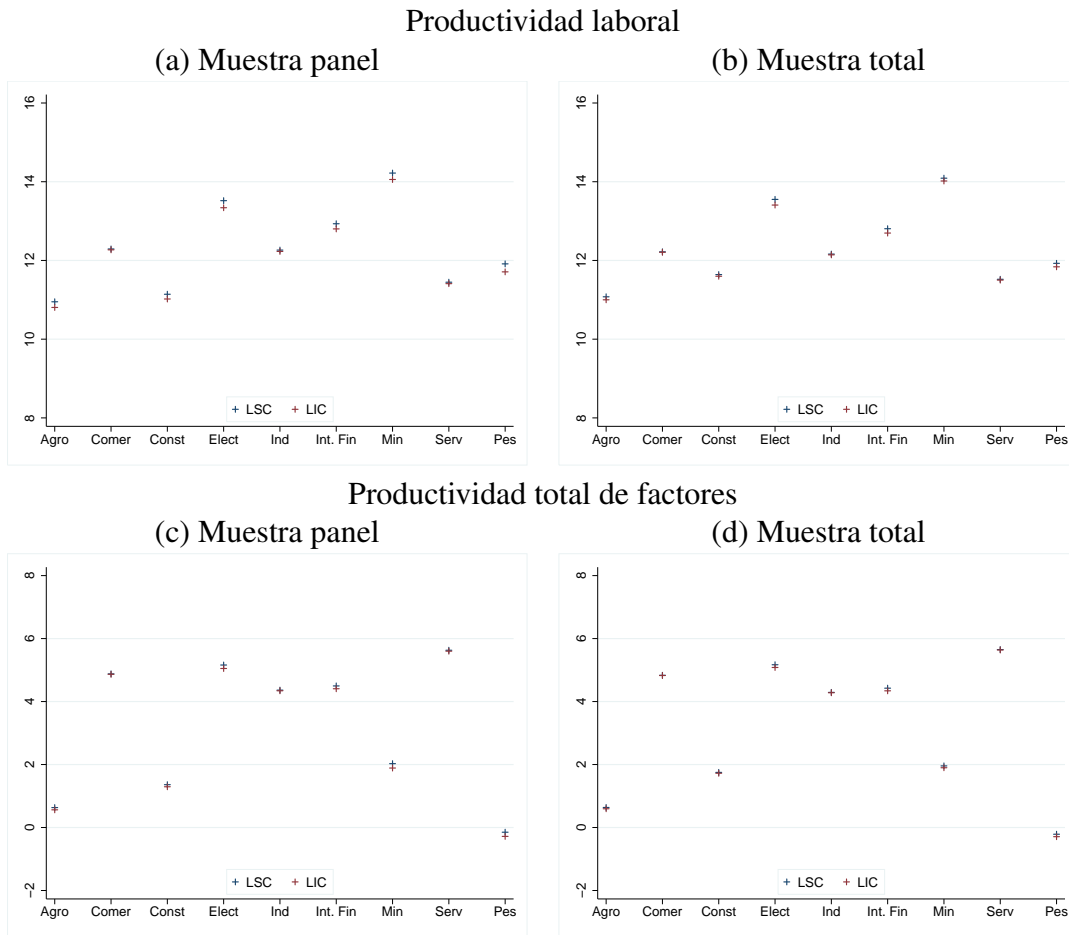
$$\frac{PTF}{PL} = \left( \frac{L}{K} \right)^\alpha$$

Con lo cual, la PTF tiende a ser mayor que la productividad laboral en sectores intensivos en trabajo y la predicción es contraria en sectores intensivos en capital.

<sup>12</sup>Las empresas del sector minería son intensivas en capital y de tamaño grande, mientras que las empresas de los sectores comercio y servicios son intensivas en trabajo y están entre las empresas pequeñas (ver Cuadro 3 en p. 2). El ordenamiento de la productividad entre sectores podría ser sensible a los deflatores utilizados para poner las series en términos reales. El deflactor ideal debería ser capaz de identificar el crecimiento heterogéneo de los precios, especialmente de algunos rubros de fuerte crecimiento en el periodo de estudio como es el caso del precio de los terrenos. El valor del terreno forma parte del activo fijo y al crecer a una tasa mayor a la del deflactor implícito podría subestimar el nivel y la tasa de crecimiento de la PTF. Aunque este sesgo depende de la participación del valor del terreno en el activo fijo, el cual es idiosincrático a cada sector económico.

<sup>13</sup>Vásquez (2014) calcula la productividad agregada como el ratio entre el PBI el número de trabajadores en cada sector. Existen, sin embargo, ligeras diferencias entre los estimados de la productividad laboral de Vásquez (2014) y los reportados en este estudio. Estas diferencias se justifican por dos razones que caen en el ámbito metodológico: Primero, Vásquez (2014) considera a todas las empresas, tanto empresas formales como informales; en este estudio, se considera solo una muestra de empresas formales. Segundo, en este estudio la productividad laboral promedio en cada sector se calcula como el promedio ponderado de la productividad laboral de cada empresa según la ecuación 5, con lo cual se controla un potencial sesgo de agregación; mientras que en Vásquez (2014) no se considera esta ponderación.

Gráfico 2: Productividad promedio por sectores económicos

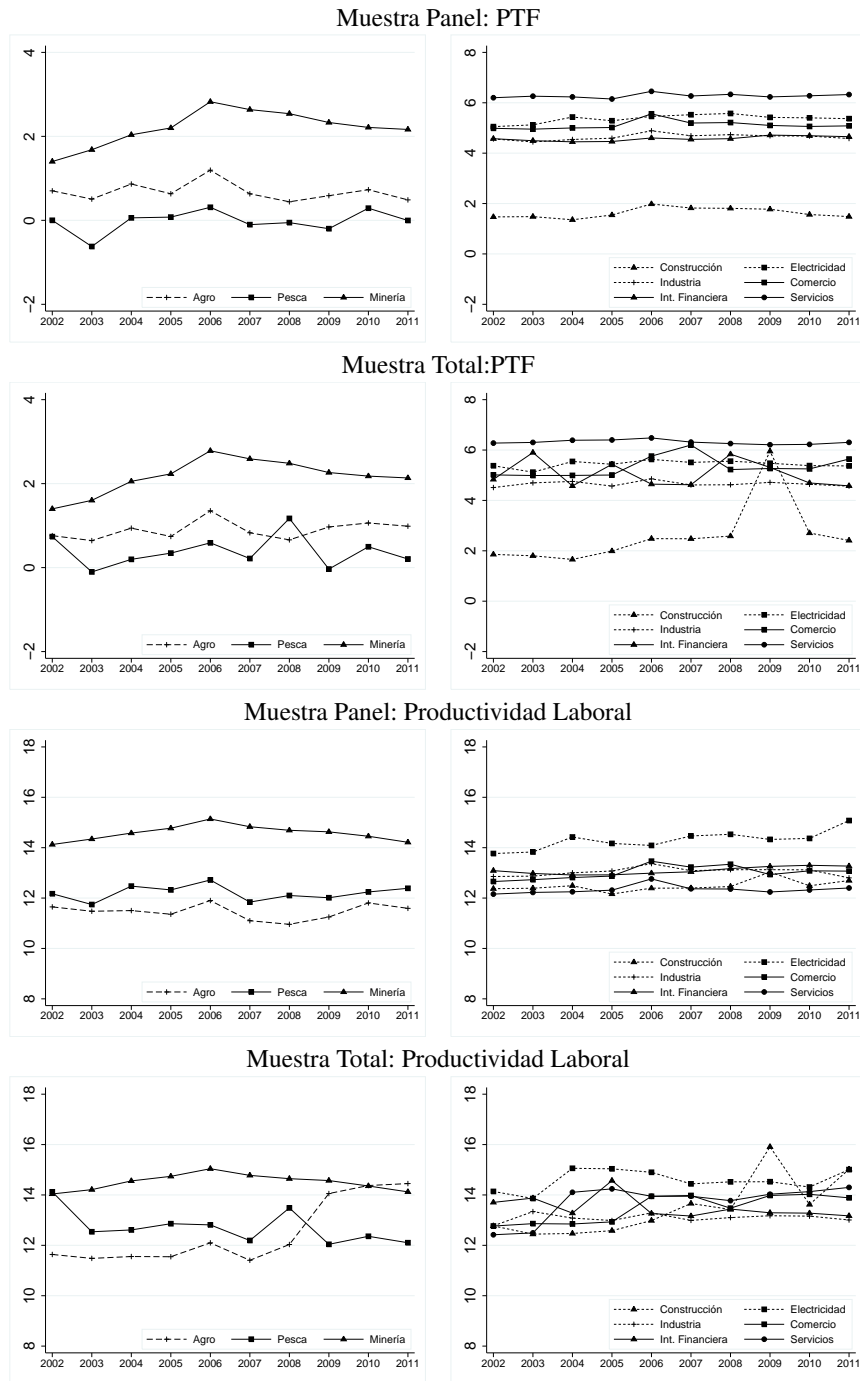


**Nota:** Productividad promedio en logaritmos. LSC (LIC) representa al límite superior (inferior) del intervalo de confianza al 95%. Los paneles (a) y (b) representan la productividad laboral promedio según sectores económicos y los paneles (c) y (d) presentan la productividad total de factores promedio según sectores económicos.

en consideración, siendo el sector con mayor persistencia el sector comercio y la de menor persistencia en el sector construcción (ver Cuadro 5 en p. 16). Adicionalmente, un resultado que es interesante mencionar es que la productividad es más persistente en aquellos sectores en los cuales la volatilidad de este indicador es menor y viceversa (ver Cuadro 5 en p. 16).

Respecto a la volatilidad de la productividad, los sectores construcción y pesca son los más volátiles, mientras que el sector con menor volatilidad es el sector electricidad. El promedio de la persistencia se estima en 0.66 en el caso de la PTF y 0.83 al considerar la productividad laboral, valores promedio que corresponden a estimados mediante la ecuación 6 pero considerando variables artificiales para cada sector, este resultado es similar al que se obtiene cuando la persistencia agregada se calcula como el promedio ponderado de la persistencia en cada sector.

Gráfico 3: Evolución de la Productividad por sectores



Nota: Productividad promedio en logaritmos. Eje de abscisas denota años.

### 4.2.3. Productividad según regiones

La productividad según regiones es significativamente heterogénea, en promedio y sin controlar por otros elementos observables podemos distinguir brechas promedio de productividad en las regiones positivas



Cuadro 5: Persistencia y volatilidad de la productividad

Sector	PTF			Productividad laboral		
	$\hat{\rho}$	$t_{\hat{\rho}}$	$\hat{\sigma}_{\varepsilon}$	$\hat{\rho}$	$t_{\hat{\rho}}$	$\hat{\sigma}_{\varepsilon}$
Agricultura	0.479	6.384	0.365	0.861	15.340	0.477
Comercio	0.753	31.966	0.257	0.893	66.036	0.326
Construcción	0.542	10.835	0.670	0.783	21.234	1.126
Electricidad	0.805	15.417	0.199	0.903	22.041	0.241
Industria	0.854	32.999	0.306	0.932	55.085	0.392
Intermediación Financiera	0.817	18.646	0.294	0.892	30.425	0.321
Minería	0.608	9.237	0.410	0.784	14.672	0.644
Servicios	0.789	11.081	0.299	0.861	19.023	0.352
Pesca	0.223	2.315	0.591	0.342	4.933	0.857
Total	0.666	23.060	0.302	0.832	45.898	0.380

**Nota:**  $\hat{\rho}$  corresponde al parámetro de persistencia estimado mediante la ecuación 6, y  $\hat{\sigma}_{\varepsilon}$  es el error estándar estimado de los residuales en la ecuación 6. Se usa la muestra total.

respecto a la productividad promedio en Lima Metropolitana (ver Gráficos 4a y 4d). Las brechas de la productividad promedio de las regiones respecto a Lima Metropolitana y sus respectivos errores estándar se estiman utilizando una regresión de la productividad respecto a variables binarias que identifican cada región, excluyendo la correspondiente a Lima Metropolitana. Esta regresión se controla por sectores económicos, y las brechas promedio y sus respectivos errores estándar se muestran en los Gráficos 4(b) y 4(c) para la PTF y los Gráficos 4(e) y 4(f) para la productividad laboral.

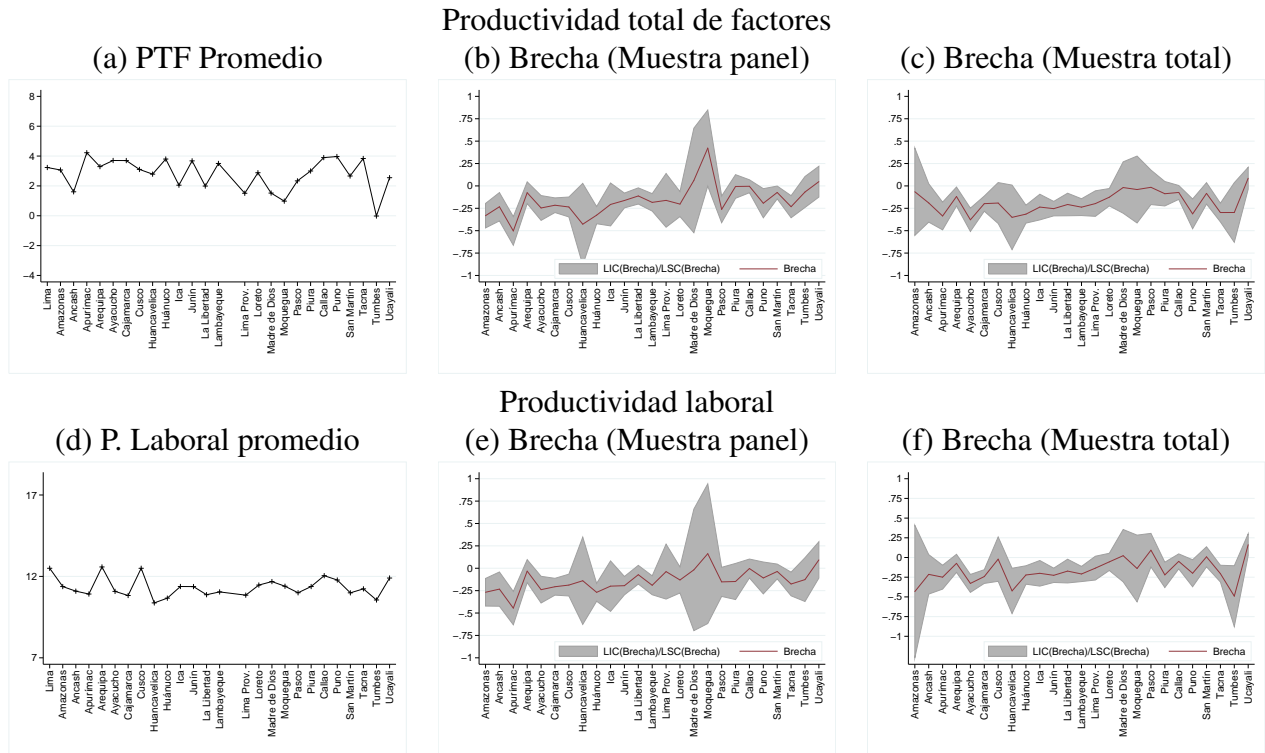
En promedio Lima Metropolitana y Moquegua están entre las regiones de mayor productividad. Entre las regiones de menor productividad se encuentran Huancavelica, Ayacucho Tumbes, y entre las regiones con similares niveles de productividad se reporta a Cajamarca, Lima Provincias, Loreto. Este resultado se confirma, con ligeros cambios de magnitudes y en el ordenamiento, aún considerando la muestra completa y con los dos indicadores considerados de la productividad.

#### 4.2.4. Productividad por tamaño de empresa

La productividad es creciente en el tamaño de empresa como se muestra en el Gráfico 5. La base de datos permite identificar el tamaño de empresa utilizando tres indicadores como las ventas netas, los activos fijos y en número de trabajadores. Los gráficos muestran los promedios de la productividad según número de trabajadores por quintiles de ventas y por quintiles de activo fijo. Tanto en la muestra panel como en la muestra total, la productividad es mayor en empresas grandes relativo a empresas de menor tamaño.

Luego de controlar por las características observable de las empresas, en general se puede concluir que la productividad es mayor en empresas de mayor tamaño, tanto utilizando la PTF o el producto por trabajador como indicadores de productividad. Este resultado también se mantiene considerando distintas medidas de

Gráfico 4: Productividad según región



**Nota:** Los indicadores de productividad están expresados en logaritmos. Las brechas de productividad son relativas a Lima Metropolitana y corresponden a los coeficientes de las variables artificiales por región en la ecuación 5. Las áreas sombreadas son los intervalos de confianza (95%).

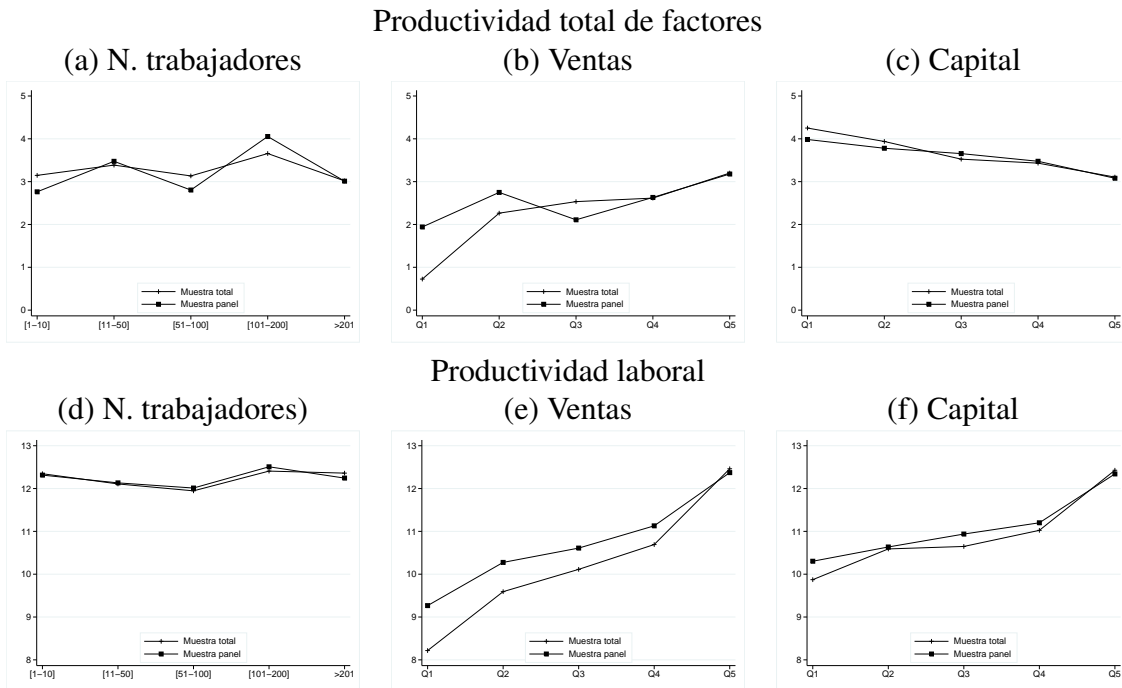
tamaño de empresa (quintiles). El Gráfico 5 (p. 18) muestra la brecha de la productividad respecto a las empresas de menor tamaño. En el Gráfico 5(a) por ejemplo se muestra las brechas respecto a las empresas con 2 y 10 trabajadores.

#### 4.2.5. Productividad según edad de firma

La productividad está positivamente relacionada con la edad de la empresa; sin embargo, una primera inspección de los datos sugiere que esta relación no es lineal pues las ganancias de productividad por año de vida adicional no parecen ser similares para las empresas de mayor edad en comparación con las empresas nuevas como se muestra en los paneles (a) y (c) del Gráfico 6.<sup>14</sup> Este Gráfico se construye restringiendo la muestra para las empresas nacidas después del 2002 con lo cual se incluye a aquellas empresas que tienen a los más 9 años de edad. Se incluye además a las empresas de la muestra panel en la categoría de 10 años y

<sup>14</sup>Debido al comportamiento no lineal del efecto de la edad de la firma en la productividad de la misma, Huergo y Jaumandreu (2004) realizan una estimación no paramétrica para firmas españolas y encuentran que las firmas más jóvenes presentan mayor crecimiento de su productividad.

Gráfico 5: Productividad según tamaño de empresa



**Nota:** Los paneles (a) y (d) muestran la PTF y la productividad laboral promedio, respectivamente. Los paneles (c), (d), (f) y (g) representan la brecha de la productividad calculada como los coeficientes de las variables artificiales que caracterizan cada tamaño, las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de confianza de las brechas. Las brechas son relativas a las empresas de menor tamaño, las cuales varían según la definición del tamaño de la empresa. El eje de abscisas de los paneles (b) y (e) corresponde a intervalos de tamaños de empresas según número de trabajadores. En el segundo panel,  $Q_2$  corresponde a empresas con ventas netas anuales comprendidas entre 0.11 y 0.28 millones de nuevos soles,  $Q_3$  a empresas con ventas netas anuales entre 0.28 y 0.68 millones de nuevos soles,  $Q_4$  con ventas netas anuales entre 0.68 y 2.20 millones y  $Q_5$  a empresas con ventas netas anuales mayores a 2.20 millones de nuevos soles. En los paneles (c) y (f),  $Q_2$  corresponde a empresas con activos fijos entre 0.25 y 0.64 millones de soles,  $Q_3$  a empresas con activo fijo entre 0.64 y 1.55 millones de soles,  $Q_4$  entre 1.55 y 5.27 millones de soles y  $Q_5$  a empresas con activos mayores a 5.27 millones de soles.

más de edad.<sup>15</sup>

Las firmas tienen una productividad superior en 10% por cada año adicional de edad,<sup>16</sup> este efecto promedio no es homogéneo al existir un término cuadrático de la edad de la firma que hace que las ganancias de productividad por año adicional de edad sean decrecientes con la edad, lo cual es consistente con la forma cóncava de la productividad promedio por edad de la firma, que se ilustra en el Gráfico 6(a) y 6c). Al estimar las brechas de la productividad por cada año de edad de la firma<sup>17</sup> se encuentra que las brechas son pequeñas

<sup>15</sup> Al utilizar la muestra total los resultados solo cambian ligeramente.

<sup>16</sup> La ecuación que se estima para calcular la ganancia de productividad promedio por edad adicional de la firma es la siguiente:

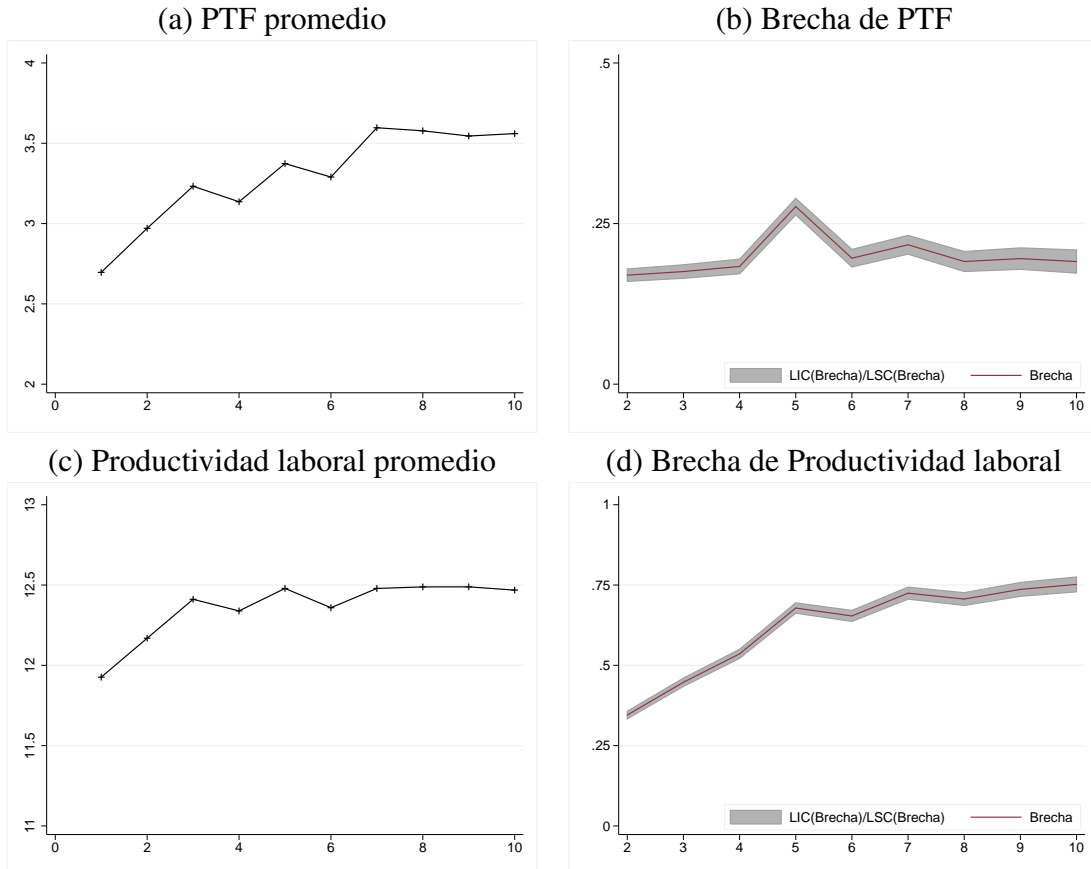
$$\hat{a}_{ijt} = a_0 + \beta_1 \times EDAD_{ijt} + \beta_2 \times EDAD_{ijt}^2 + \beta_s \times SISE_{ijt} + \beta_x \times X_{ijt} + S_j + R_r + T_t + \mu_{ijt}, \quad (8)$$

donde  $EDAD$  denota edad de la firma en años.

<sup>17</sup> La ecuación que se estima para calcular la brecha de productividad por edad de la firma respecto a las firmas más

para los primeros años de edad, los paneles (b) y (d) del Gráfico 6 reportan que las brechas son similares entre las empresa jóvenes. Se encuentra asimismo que las ganancias de productividad son mayores entre las empresas con edades superiores a los 5 años.

Gráfico 6: Productividad según edad de empresa



**Nota:** El eje de abscisas corresponde a edad de empresa. El panel (a) muestra la PTF promedio en logaritmos por edad de firma. Los paneles (b) y (d) presentan las brechas de la productividad que se calculan como los coeficientes de las variables artificiales que caracterizan cada edad relativas a las empresas de menor edad (1 año). Las áreas sombreadas corresponden a los intervalos de confianza de las brechas. La muestra corresponde a las empresa que nacieron en el 2002 más aquellas empresas con 10 a más años de edad que en el Gráfico 6 se incluye en la categoría de 10 años.

jóvenes es la siguiente:

$$\hat{a}_{ijt} = a_0 + \beta \times DEAD_{ijt} + \beta_s \times SISE_{ijt} + \beta_x \times X_{ijt} + S_j + R_r + T_t + \mu_{ijt}, \quad (9)$$

donde  $DEAD$  denota un vector de variables artificiales que caracteriza la edad de la empresa. Los coeficientes asociados a  $DEAD$  representan la brecha de productividad de las empresas con cierta edad respecto a las empresas con 1 año de edad. Las brechas estimadas se muestran en los paneles (b) y (d) del Gráfico 6.

## 5. Resumen

En este documento hacemos un estudio detallado de la función de producción y de la productividad a nivel de firmas en el Perú en el periodo 2002-2011. Se estiman los parámetros de la función de producción tipo *Cobb-Douglas* a nivel de sectores económicos y dos indicadores de la productividad (PTF según el residuo de *Solow* y producto por trabajador). Los datos utilizados corresponden a empresas formales con indicadores positivos de ventas, costo de ventas, activo fijo y número de trabajadores mayor a 1 en el periodo 2001-2011. La muestra total es de 119.0 mil empresas en la muestra total y 9.6 mil empresas en la muestra panel de 10 años. Los estimados de la función de producción corresponden a la muestra panel, este último permite controlar por algunos problemas econométricos recurrentes en estimación que se encuentran en la literatura relevante para la economía peruana. Se implementa, además, el método de estimación OP que permite controlar los potenciales sesgos que podrían generar la alta rotación de firmas, especialmente la muerte de las firmas pequeñas y nuevas que sistemáticamente tienen baja productividad.

En términos agregados, los estimados de la participación del capital en el producto son ligeramente superiores a los valores reportados en la literatura para la economía peruana. Además, este parámetro es consistentemente diferente entre sectores, lo cual caracteriza o justifica la introducción de controles sectoriales en el estudio de la función de producción agregada. En general, los sectores más intensivos en capital reportan valores mayores de la elasticidad respectiva del factor capital en la función de producción *Cobb-Douglas*.

La productividad es mayor en los sectores minería y electricidad, mientras que los sectores de menor productividad son los sectores primarios como agropecuario y pesca. La región de Lima Metropolitana reporta los mayores niveles de productividad respecto al de las regiones. Las regiones menos productivas corresponden a Apurímac y Huancavelica. Las brechas de la productividad regional respecto a la región Lima Metropolitana son similares cuando se controla por tamaño de empresa, año de entrevista de la empresa y sector económico.

Se encuentra, asimismo, que la productividad es mayor en empresas grandes y en empresas que tienen más tiempo en el mercado. Con los resultados anteriores, la caracterización de la productividad requiere un análisis a nivel de sectores económicos, región geográfica, tamaño de empresa, edad de la firma y si la empresa se desempeña en actividades relacionadas con la exportación.

## Referencias

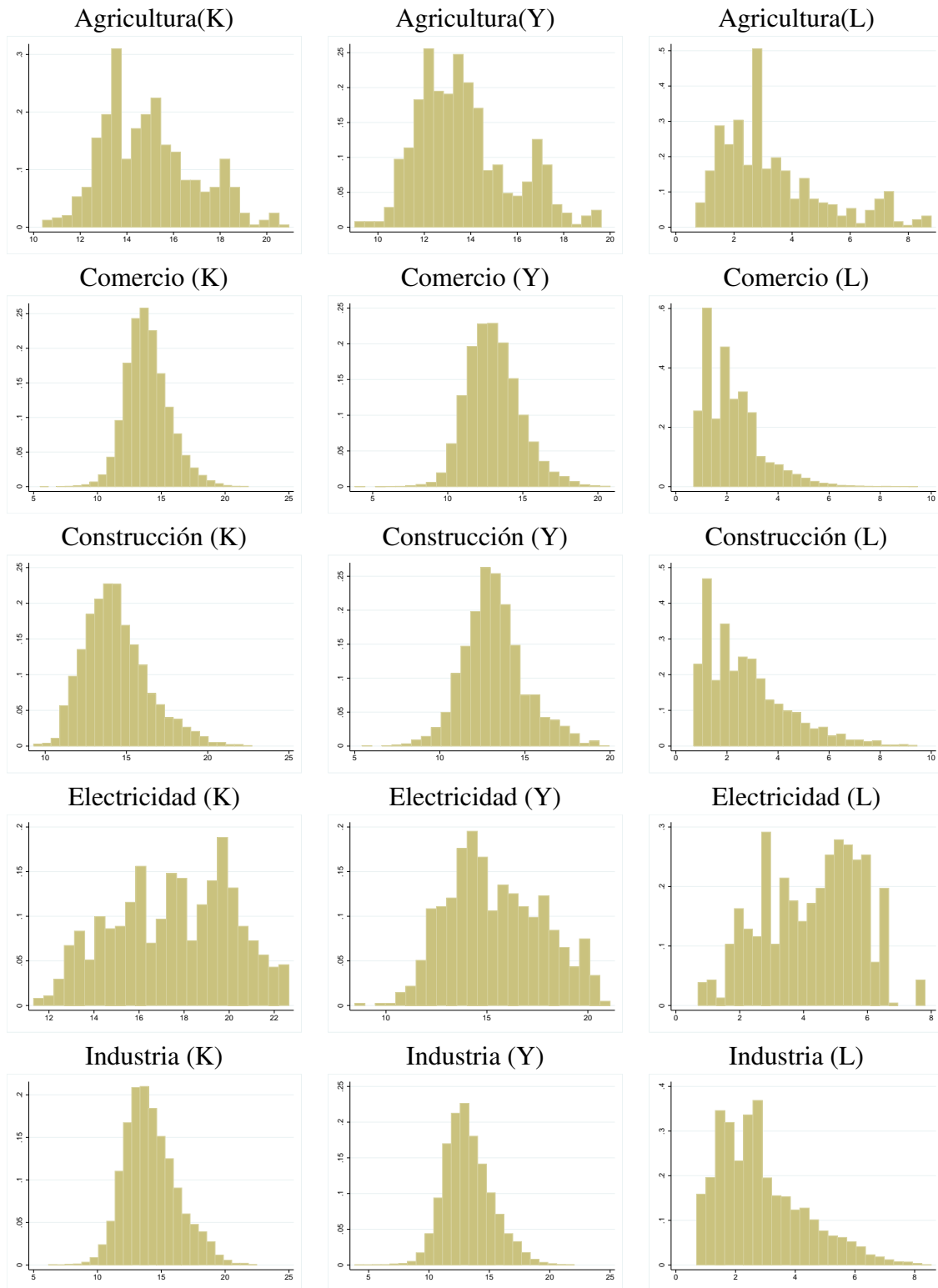
- Arellano, M. y S. Bond (1991), "Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations", *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Alcalá, F. y A. Ciccone (2004), "Trade and productivity", *Quarterly Journal of Economics* 119(2), 613-46.
- Bernanke, B. y R. Gurdynak (2002), "Is growth exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil seriously", En: Bernanke, B. y K. Rogoff (eds.), *NBER Macroeconomics Annual* 16. MIT Press.

- Bond, S. y M. Soderbom (2005), “Adjustment costs and the identification of Cobb Douglas production functions”, IFS Working Papers W05/04, Institute for Fiscal Studies.
- Blundell, R. y S. Bond (1998), “Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models”, *Journal of Econometrics*, Elsevier, 87(1), 115-143.
- Cabredo, P. y L. Valdivia (1999), “Estimación del PBI potencial: Perú 1950-1997.” *Revista de Estudios Económicos*, 5, BCRP.
- 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?* Inter-American Development Bank, Washington, D.C.
- Céspedes, N. y A. Sánchez (2013). “Minimum Wage and Job Mobility”, Documento de Trabajo 2013-012, Banco Central de Reserva del Perú.
- Céspedes, N. y N. Ramírez-Rondán (2014). “Total Factor Productivity Estimation in Peru: Primal and Dual Approaches”. Working Papers 2014-11, Peruvian Economic Association.
- Elias, V. J. (1992), *Sources of growth: A study of seven Latin American economies*, San Francisco: ICS Press.
- Griliches, Z. y J. Mairesse (1995), “Production functions: The search for identification”, NBER Working Papers 5067.
- Griffith, R., S. Redding y J. Van Reenen (2004), “Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD countries”, *Review of Economics and Statistics*, 86(4), 883-95.
- Göbel, K., M. Grimm y L. Jann (2013). “Constrained firms, not subsistence activities: Evidence on capital returns and accumulation in Peruvian microenterprises”, Working Papers 2013-001, Banco Central de Reserva del Perú.
- Hall, R.E. y C.I. Jones (1999), “Why do some countries produce so much more output per worker than others?”, *Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83-116.
- Huergo, E. y J. Jaumandreu (2004), “Firms’ age, process innovation and productivity growth”, *International Journal of Industrial Organization*, 22(4), 541-559.
- Levinsohn, J. y A. Petrin (2003), “Production functions using inputs to control for unobservables”, *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341.
- Miller, S. (2003), “Métodos alternativos para la estimación del PBI potencial: Una aplicación para el caso del Perú”, *Revista de Estudios Económicos* 10, BCRP.
- Mundlak, Y. (1961), “Empirical Production Functions Free of Management Bias”, *Journal of Farm Economics*, 43, 69-85.

- Olley, S. y A. Pakes (1996), "The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry", *Econometrica*, 64(6), 1263-1297.
- Seminario, B. y A. Beltrán (1998), "Crecimiento económico en el Perú: 1896-1995: Nuevas evidencias estadísticas", Documento de trabajo 32. CIUP.
- Tello, M. (2012), "Productividad total factorial en el sector manufacturero del Perú 2002-2007", *Economía*, 35(70), 103-141.
- Valderrama, J., J. Coronado, J. Vasquez y G. Chiang (2001), "Productividad y crecimiento económico en el Perú", Series de Estudios, 075, Instituto Peruano de Economía (IPE).
- Vásquez, F. (2014), "Evolución de la productividad laboral", *Revista Moneda*, Banco Central de Reserva del Perú, 157, 30-32.
- Vega-Centeno, M. (1989), "Inversiones y cambio técnico en el crecimiento de la economía peruana", *Economía*, 12(24), 9-48.
- Vega-Centeno, M. (1997), "Inestabilidad e insuficiencia del crecimiento: El desempeño de la economía peruana durante 1950-1996", *Economía*, PUCP, 20(39-40), 11-61.

# Anexo

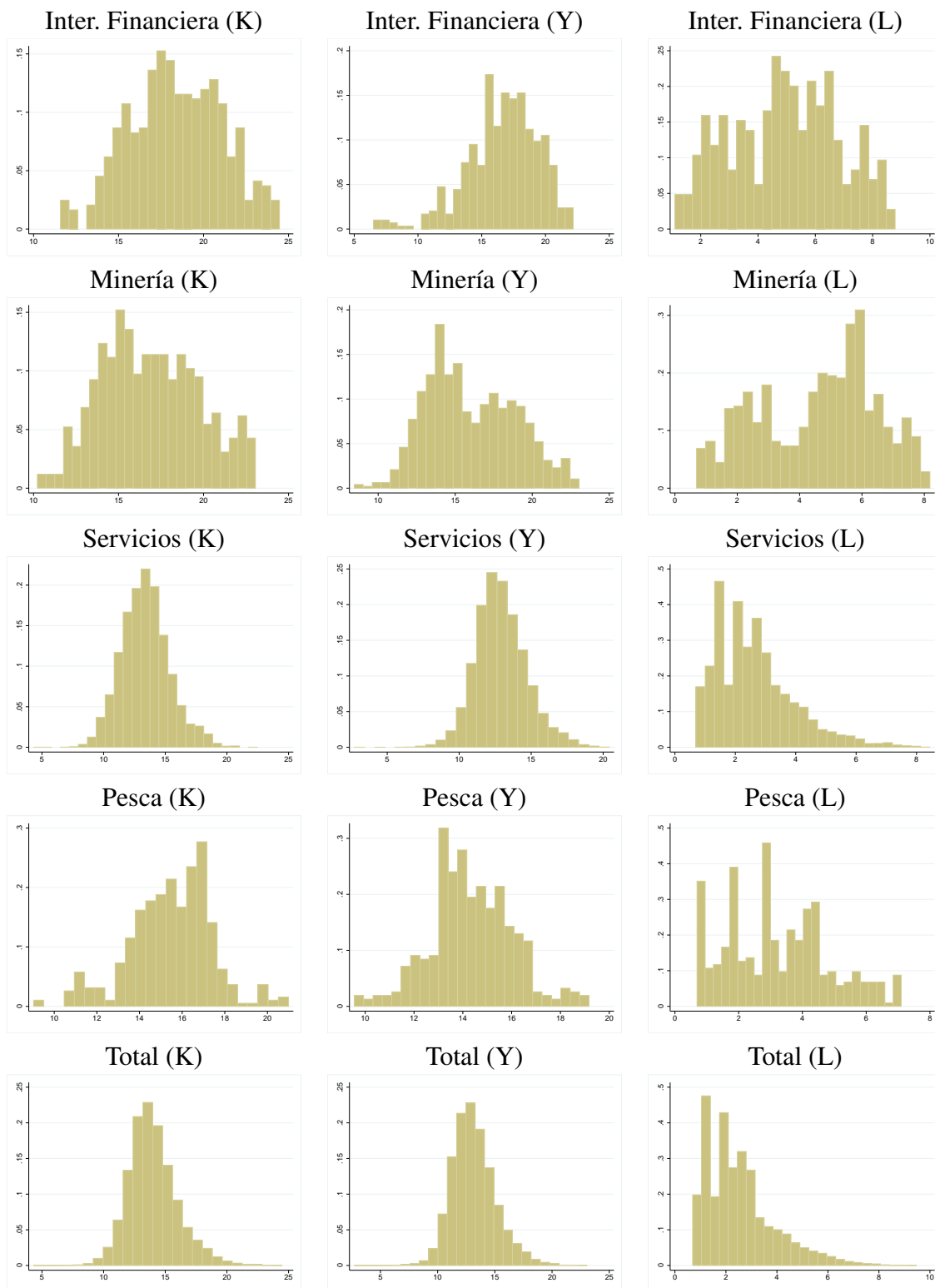
Gráfico 7: Distribución del logaritmo de las series (muestra panel)



FUENTE: Elaboración propia.

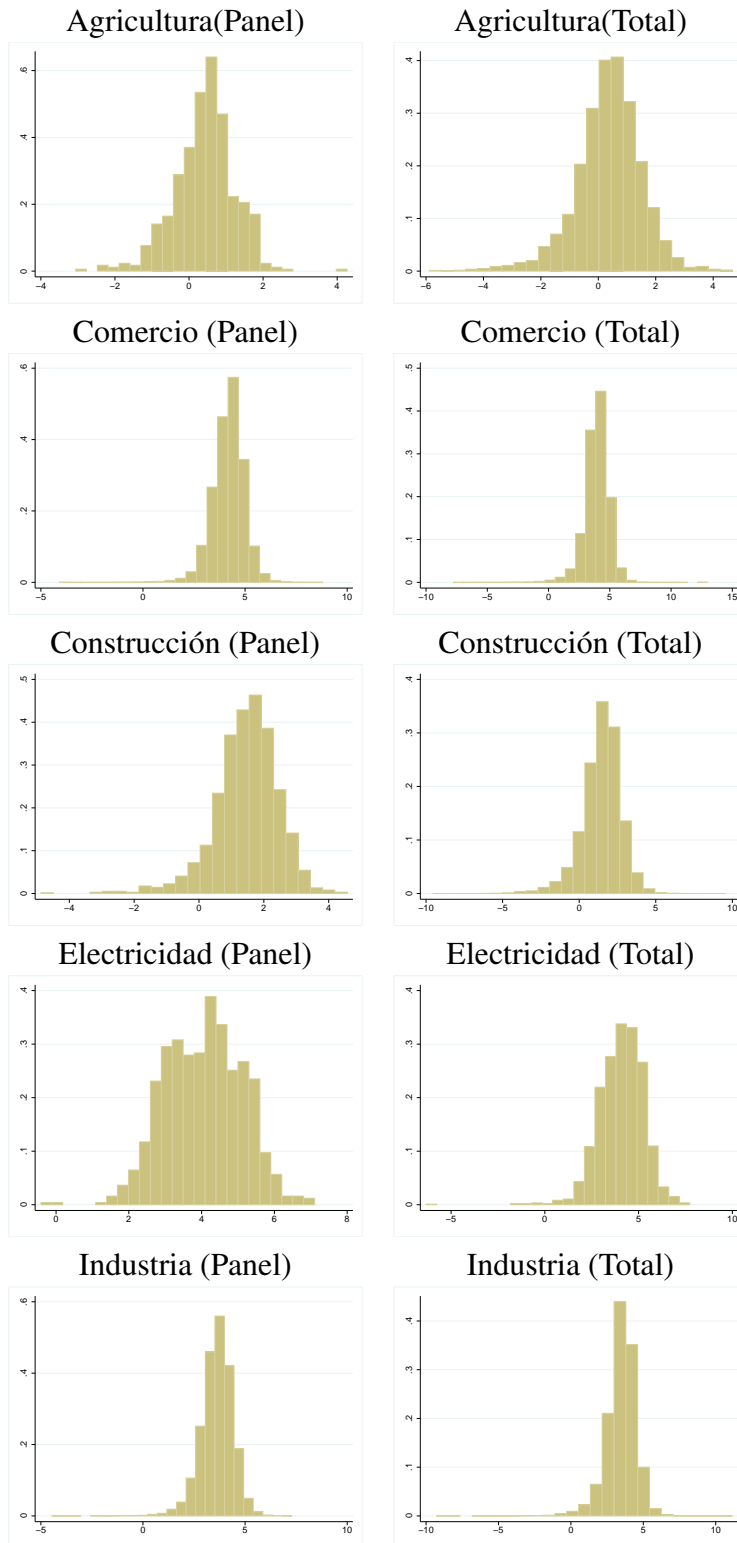


Gráfico 8: Distribución del logaritmo de las series (...continuación)



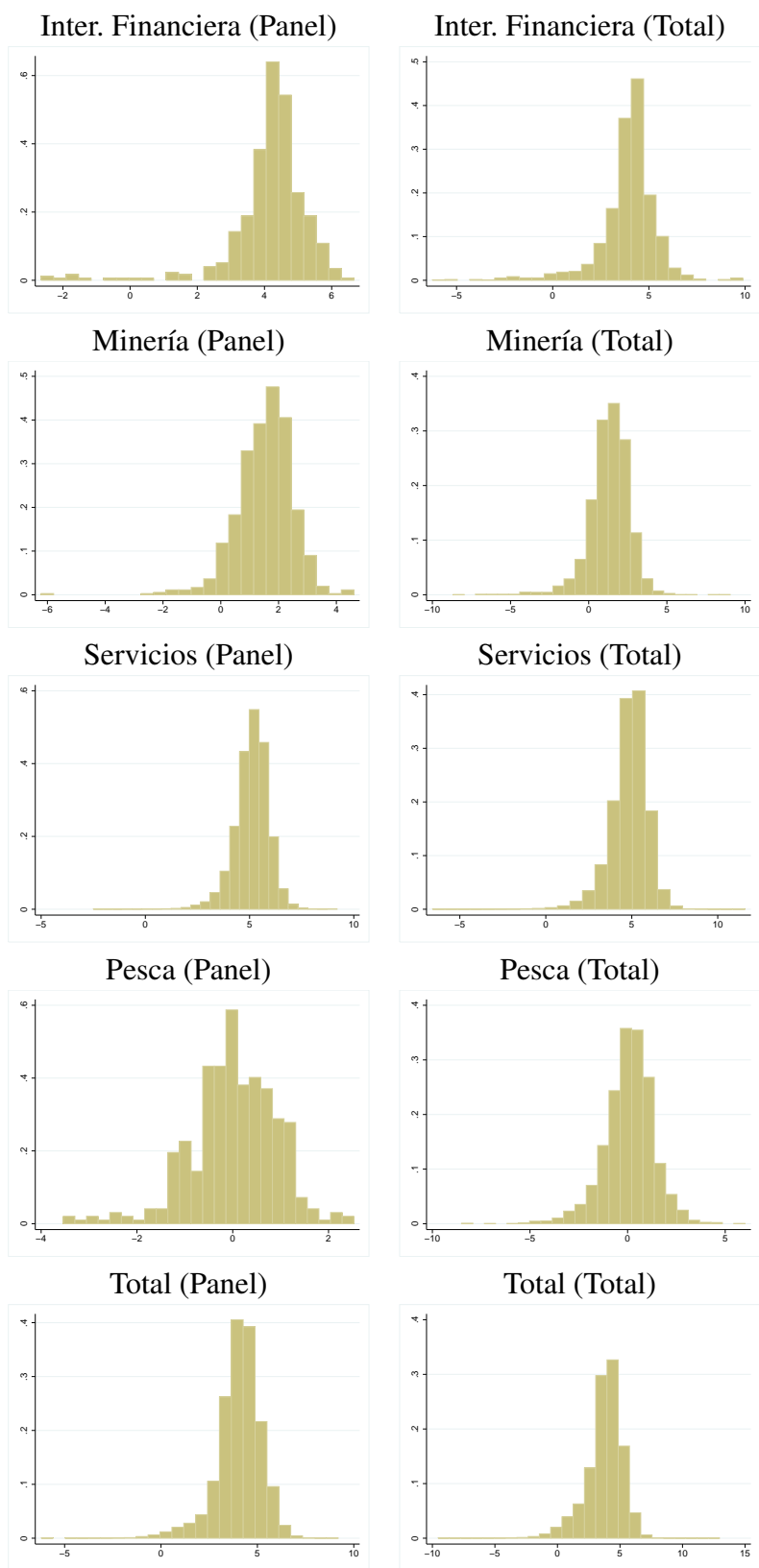
FUENTE: Elaboración propia.

Gráfico 9: Distribución del logaritmo de las PTF



FUENTE: Elaboración propia.

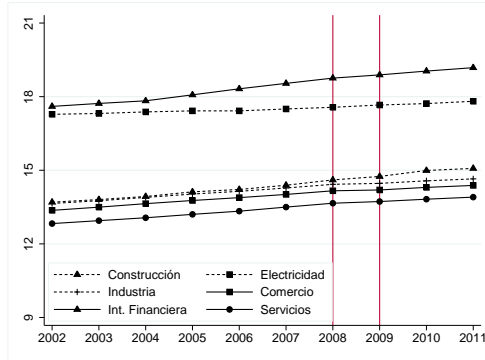
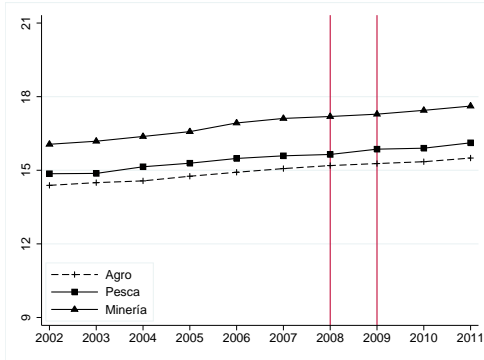
Gráfico 10: Distribución del logaritmo de la PTF (...continuación)



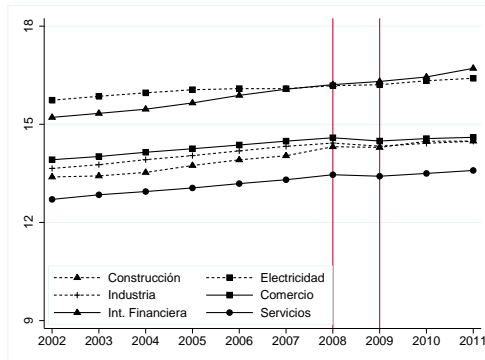
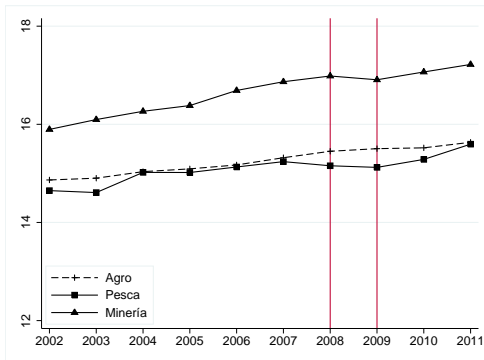
FUENTE: Elaboración propia.

Gráfico 11: Evolución por sectores Económicos (Muestra Panel)

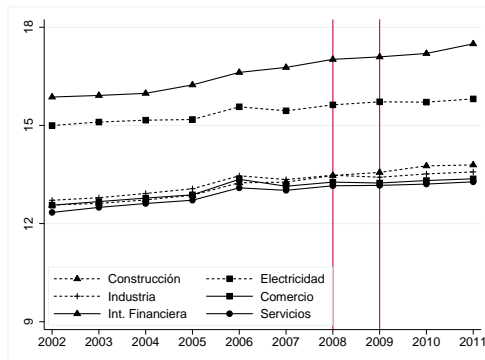
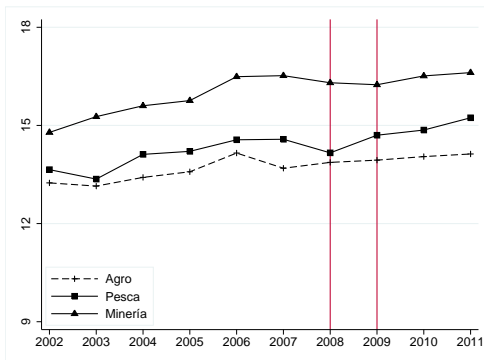
Capital



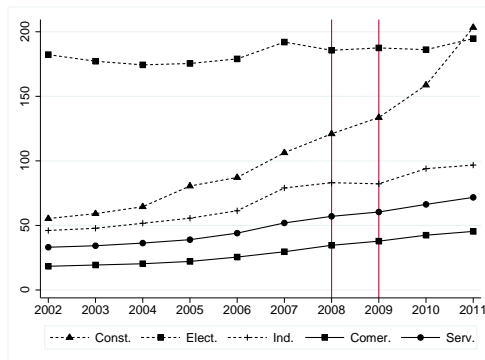
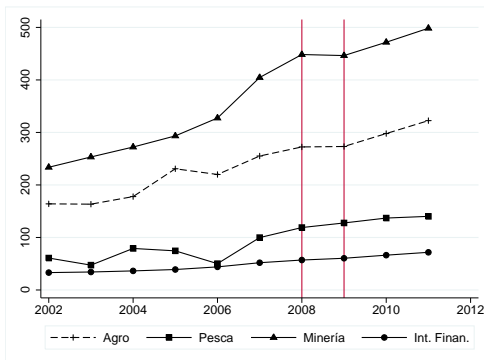
Costo de Ventas



Ventas Netas



Empleo



FUENTE: Elaboración propia.