

Mediciones de Productividad Sectorial en Chile

Una Revisión de la literatura*

Nota Técnica No.4
(BORRADOR)

17 de octubre de 2016

I. Introducción

La productividad de una *firma* se define como la relación (ratio) entre el producto y los insumos que esta utiliza (Coelli, Rao, and Battese, 2012). En donde *firma* puede representar desde una empresa, una ciudad, un sector, un país, etc.¹ Se dice, entonces, que una firma experimenta un aumento de su productividad en la medida que es capaz de producir lo mismo con un menor uso de sus factores productivos. Esto se logra por medio de cambios tecnológicos producto de un esfuerzo de innovación y/o de la adopción de nuevas tecnologías, o a través de la eliminación de ineficiencias en el proceso productivo o por una re-asignación de recursos (Fuentes and García, 2014).

Como ya es sabido, las diferencias de ingresos entre países se deben, en gran medida, a diferencias en su PTF (Klenow and Rodríguez-Clare (1997) y Easterly and Levine (2002)). Lo que, en la literatura económica, frecuentemente se atribuye a diferencias tecnológicas, estos es, a que la empresa promedio de un país de ingreso medio bajo tiene una tecnología menor que una empresa promedio de un país de ingreso medio alto. Por lo tanto, la capacidad que tiene esta última de producir eficientemente es mayor debido a la tecnología que utiliza (Klenow and Rodríguez-Clare, 2005). Este efecto, se señala, es el que detona las diferencias en las medidas de PTF agregadas en la economía. Por otro lado, se ha destacado al efecto que tiene la eficiencia en la asignación de recursos entre las empresas, y no la tecnología dentro la empresa, en la medida agregada de PTF (Restuccia and Rogerson, 2008). El estudio de la evolución de la productividad sectorial haría visible este fenómeno, a diferencia del estudio de la productividad a nivel agregado.

Dentro de un país existe dispersión en los niveles de las productividades sectoriales, la que se debe principalmente a ineficiencias en la asignación de recursos que posteriormente merman la productividad agregada total. Los países en desarrollo, como es el caso de Chile, se caracterizan por tener amplias diferencias de productividad entre distintos sectores de la economía. Los

*Fernando Greve. Email: fgreve@cnp.gob.cl

¹Siguiendo a Coelli, Rao, and Battese (2012) se utiliza el concepto de *firma* para hacer referencia a cualquier unidad tomadora de decisión, incluso para describir una entidad productiva conformada por muchas empresas o agentes, como es el caso particular—relevantes para este documento—de un sector productivo o un país.

países desarrollados y más productivos, en cambio, tienden a tener menos desigualdad en los niveles de productividad entre sectores. O sea, que los sectores son más parejos entre sí cuando los países son más productivos. Por lo tanto, el impacto en la productividad agregada de los movimientos de factores entre sectores, en países en desarrollo, será especialmente relevante.

A nivel agregado en Chile se experimentó un espectacular crecimiento en la denominada *Época de Oro* (frecuentemente definido entre los años 1986-1998), donde la tasa de crecimiento del producto per cápita estuvo entre las más altas del mundo (Gallego and Loayza, 2002). Esto motivó una gran cantidad de estudios que tuvieron como objetivo encontrar las causas de este proceso, trabajos que utilizaron variadas metodologías: análisis de corte transversal de países (Gallego and Loayza, 2002), análisis de series de tiempo (Rojas et al. (1997); Chumacero and Fuentes (2005)), análisis de la productividad total de factores agregada (Roldós (1997); Gregorio and Lee (1999); Beyer and Vergara (2002)) y calibración de modelos para Chile (Chumacero and Fuentes (2005); Bergoeing et al. (2002)). A su vez, debido a las diversas metodologías utilizadas en la medición, estos trabajos reportaron diversos valores en su medición del crecimiento de la productividad.

A partir de los resultados de estos estudios, se deben considerar dos aspectos. Primero, lo relacionado con el análisis de los determinantes del amplio crecimiento de la productividad y su posterior caída; y por otro lado, lo relacionado a las diferencias en la medición de la productividad relacionado con las metodologías de medición utilizadas.

En cuanto a las diferencias detectadas en la medición de la productividad, Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.3 realiza un meta-análisis de los trabajos que han estudiado y medido la evolución de la productividad, con énfasis en la *Época de Oro*. En mencionado trabajo, se concluye que en todas las mediciones de PTF se observa un patrón similar, donde existe una caída en el crecimiento de la PTF a partir de 1980, para luego, a mediados de la década de los ochenta, mostrar un repunte que se hace mas pronunciado en la década de los noventa. Este periodo de alto crecimiento de la productividad perdura hasta finales de los noventa. En particular, Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.3 clasifica en 4 grupos los estudios a partir de la metodología que utilizan. En un primer grupo se consideran los trabajos que miden el crecimiento de la PTF sin ajustes factoriales. En este grupo están: De Gregorio (1997), Coeymans (1999), Chumacero and Fuentes (2005), Corbo and Tessada (2002), Beyer and Vergara (2002), Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006), De Gregorio (2004), Bergoeing (2015), Icare/Clapes-UC (2016), y Hofman (2016). Para este primer grupo se observa una notoria diferencia del comportamiento de la PTF entre la *Época de Oro* y el resto del periodo. En un segundo grupo de estudios se considerarán las medidas de PTF que se obtienen considerando ajustes con un impacto relativamente menor sobre la medición de PTF. En este grupo estarán principalmente los trabajos que ajustan sólo por calidad del trabajo y/o utilización del capital. Entre estos trabajos se encuentran: Roldós (1997), Gallego and Loayza (2002), Vergara (2005), Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006), Dipres (2015), y Corfo/UAI (2015). En este segundo grupo de mediciones se observan valores menores de crecimiento de la PTF si se comparan con las del grupo 1. En un tercer grupo estarán los trabajos que consideran, a lo menos, un ajuste por tipo capital. Entre estos trabajos estarán: Rojas et al. (1997), Roldós (1997), Corbo and Gonzalez (2014) (PTF-1). Por último, consideraremos en un cuarto grupo a aquellas medidas de productividad que corrigen por alguna medida tipo de capital bajo un nivel de sofisticación mayor. En este grupo estarán las medidas realizadas

por: [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) (PTF-2), [Hofman \(2016\)](#) (PTF-3) y [Icare/Clapes-UC \(2016\)](#) (PTF-D). A modo de conclusión, en [Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.3](#) se argumenta que a medida que existe un mayor número de ajustes, existirá una tendencia a caer la medición residual del crecimiento de la PTF (ver Anexo A, la [Ecuación A.8](#)).

En cuanto a lo relacionado a las causas de la evolución de la productividad, [Fuentes and García \(2014\)](#) argumenta la existencia de un consenso sobre el rápido crecimiento de Chile, el cual sería explicado por las reformas estructurales realizadas en los setenta y ochenta, en las buenas políticas económicas seguidas posteriormente, y en escenarios externos favorables. Ahora bien, [Fuentes and García \(2014\)](#) sostiene que un aspecto que no ha recibido un énfasis suficiente ha sido el estudio del crecimiento sectorial, el que entregaría información relevante acerca de la evolución y perspectivas de crecimiento en los distintos sectores productivos de la economía chilena.

En este documento se hace una revisión de los principales estudios que han medido la productividad a nivel sectorial en Chile.

II. Estudios que Miden la Productividad Sectorial en Chile

A continuación se realiza una revisión de los mas importantes trabajos que han medido la productividad en Chile. Para cada trabajo se reporta: la metodología, supuestos, fuentes de datos, series utilizadas y los resultados de las mediciones. Se construyó la revisión de manera temporal para, de esta manera, hacer énfasis sobre el aporte que cada estudio significó dado el momento en el que fue desarrollado.

1. [Álvarez and Fuentes \(2004\)](#)

[Álvarez and Fuentes \(2004\)](#) estudian la productividad sectorial por medio de la medida parcial de productividad laboral. Se estudian los nueve sectores considerados en Cuentas Nacionales. Se complementa el análisis por medio del cálculo de la PTF por medio del *Growth-Accounting* (ver Anexo A), distinguiendo entre los sectores transable y no-transable ([Solow, 1957](#)).

Para el análisis de la productividad laboral, a partir de los resultados reportados en la [Tabla 1.1](#) se evidencia un alto grado de heterogeneidad en el crecimiento de los distintos sectores. Considerando el período completo (1986-2003), se aprecia que los sectores que experimentan las tasas más altas de crecimiento de la productividad laboral son Agricultura, Silvícola y Pesca (5.73 %), y Minería (7.03 %), seguidos por tres sectores del grupo de los no-transables, estos son: Transporte y Comunicaciones (4.55 %); Electricidad, Gas y Agua (4.32 %); y Comercio, Restaurantes y Hoteles (3.96 %). Estos sectores son los que tienen un crecimiento aproximadamente mayor de la productividad que el agregado de la economía (3.98 %).

Si se analiza en detalle distintos subperíodos, se aprecia que hay cambios importantes en las tasas de crecimiento de la productividad para los distintos sectores en el tiempo. Si se toman los años de alto crecimiento (1987-1998) es el sector Agropecuario, Silvícola y Pesca el que experimentó una mayor tasa de crecimiento en la productividad (6.08 %). Luego le sigue Minería (5.52 %); Comercio (5.51 %); y Transporte y Comunicaciones (4.96 %).

Tabla 1.1: Crecimiento Productividad Laboral (Álvarez and Fuentes, 2004)

<i>Sector</i>	<i>1987-2003</i>				
	<i>1987-1998</i>				<i>1999-2003</i>
			<i>1987-1991</i>	<i>1992-1998</i>	
Agropecuaria Silvícola Pesca (ASP)	5.73	6.08	4.94	6.90	4.89
Minería (MIN)	7.03	5.52	1.39	8.57	10.76
Industria Manufacturera (IND)	1.80	1.26	-1.90	3.58	3.10
Electricidad Gas y Agua (EGA)	4.32	3.38	3.69	3.16	6.60
Construcción (CON)	-0.21	-0.95	-5.28	2.25	1.61
Comercio Restaurantes y Hoteles (CRH)	3.96	5.51	4.98	5.89	0.35
Transporte y Comunicaciones (TYC)	4.55	4.96	3.40	6.08	3.57
Servicios Financieros (SFI)	0.20	0.38	1.29	-0.27	-0.22
Otros servicios (Otros)	1.20	1.66	2.77	0.87	0.09
Agregada	3.98	4.64	4.00	5.09	2.43

Fuente: Álvarez and Fuentes (2004). **Nota:** Valores en porcentaje. Fuente de los datos: Banco Central.

Al desagregar este periodo de alto crecimiento no se mantiene este comportamiento. Para el periodo 1987-1991, exceptuando el sector Agrícola (4.94 %), el crecimiento de la productividad en los sectores transables es bastante bajo. La Industria Manufacturera experimenta una tasa de crecimiento negativa (-1.90 %) y la Minería una tasa bajísima respecto a cualquier otro subperíodo (1.39 %). En los sectores no-transables, en cambio, presentan crecimientos altos de su productividad. Entre estos se encuentra: Comercio, Restaurantes y Hoteles (4.98 %); Electricidad, Gas y Agua (3.69 %); y Transporte y Comunicaciones (3.40 %). Con la excepción del sector Construcción (-5.28 %).

Durante el segundo subperiodo de alto crecimiento (1992-1998), donde el tipo de cambio real experimenta una apreciación bastante fuerte, son los sectores transables los que experimentan un mayor crecimiento de la productividad. Es así como los sectores de la minería (8.57 %) y el agropecuario (6.90 %) siguen liderando el ranking de crecimiento de la productividad del trabajo. La industria manufacturera también muestra un crecimiento de la productividad importante (3.60 %), siendo la tasa de crecimiento más grande que experimenta este sector en todo el período. Entre los no transables nuevamente Transporte y Telecomunicaciones (6.08 %), y Comercio, Hoteles y Restaurantes (5.89 %) son los más dinámicos.

El período 1999-2003, considerado como de bajo crecimiento, se caracteriza por una fuerte disminución en la productividad en la mayoría de los sectores, la cual es consistente con una disminución en la productividad total de factores agregada.² No obstante lo anterior, tanto el sector Minería (10.76 %); como el sector Electricidad, Gas y Agua (6.60 %); muestran los mayores niveles de crecimiento en su productividad laboral de todos los subperiodos estudiados. Todos los demás sectores experimentan una desaceleración en el crecimiento de su productividad, especialmente destaca el caso de sectores muy dinámicos como Transporte y Telecomunicaciones (3.57 %); y Comercio, Restaurantes y Hoteles (0.35 %).

Si se observa la evolución temporal, existe un grupo de sectores compuesto por Construcción, Servicios Financieros y Otros Servicios en los cuales la productividad laboral crece lentamente (o incluso disminuye) para casi todos los periodos analizados. Pero, a nivel general, destaca

²ver Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.3.

la amplia variedad en los niveles de las tasas de crecimiento de la productividad para los distintos sectores a través del tiempo. También se observa una gran variabilidad para los distintos sectores en un momento del tiempo.

Considerando la relación entre crecimiento de la productividad y crecimiento del PIB, los sectores Minería, y Transporte y Comunicaciones muestran alto crecimiento del PIB y de la productividad. Mientras que el sector Financiero el PIB ha crecido significativamente, aunque este dinamismo no ha sido acompañado por un crecimiento de la productividad laboral. Por último, los sectores de bajo dinamismo, tanto en términos de PIB y productividad del trabajo, son Construcción, Industria Manufacturera y Otros Servicios.

En un segundo análisis, se calcula la Productividad Total de Factores (PTF) por medio del *Growth-Accounting* (ver Anexo A), distinguiendo entre los sectores transable y no-transable (Solow, 1957). El sector transable agrupa los tres siguientes sectores: Agropecuario, Silvícola y Pesca; Minería e Industria Manufacturera. El resto de los sectores corresponden a los no-transable. Los resultados del cálculo se reportan en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2: *Growth-Accounting* (Álvarez and Fuentes, 2004)

Sectores	1986-2003				
	1986-1998				1998-2003
			1986-1991	1991-1998	
<i>Transables</i>					
Producto	5.25	5.96	6.42	5.64	3.56
Empleo	1.08	2.00	5.01	-0.10	-1.10
Capital	6.14	5.47	6.16	4.98	7.75
PTF	1.61	2.16	0.79	3.15	0.32
<i>No-Transables</i>					
Producto	5.93	7.36	6.81	7.75	2.59
Empleo	2.93	3.57	3.08	3.92	1.40
Capital	6.47	7.95	3.43	11.29	3.01
PTF	1.67	2.13	3.49	1.16	0.60

Fuente: Álvarez and Fuentes (2004). **Nota:** Valores en porcentaje. El sector transable se define como: Agropecuario-silvícola-pesca, minería e industria manufacturera. El resto se define dentro del sector no-transable. Las participaciones del capital en el producto total se suponen de: $\alpha_T = 0,5$ y $\alpha_N = 0,36$ para los sectores transables y no-transables, respectivamente. En ambos sectores se asume una función de producción Cobb-Douglas. Transable: $Y_T = pA_T K_T^{\alpha_T} L_T^{1-\alpha_T}$, No-Transable: $Y_N = A_N K_N^{\alpha_N} L_N^{1-\alpha_N}$. De la condición de primer orden del problemas de maximización de utilidades, y de el hecho que la suma de los stocks de capital es igual al stock total, se puede calcular la contabilidad del crecimiento de los dos sectores. Fuente de los datos: Cálculos a partir de Estadísticas del Banco Central.

Se aprecia que el crecimiento del producto para todo el periodo (1986-2003) en el sector no-transable (5.93 %) ha sido mayor que en el sector transable (5.25 %). Diferencia que se acentúa en el periodo de mayor crecimiento de la economía (1986-1998), donde el sector transable se expande anualmente a un tasa de 5.96 %, y el sector no transable a una de 7.36 %. Sin embargo en los últimos años este comportamiento se ha invertido. Si bien ambos sectores han disminuido su actividad, la pérdida de dinamismo en el sector no transable fue mayor a la del sector transable. Entre 1998 y 2003, el sector transable creció a una tasa de anual de 3.56 %.

En cambio, el sector no-transable se expandió a una tasa de 2.59 %.

Al observar el empleo se observan diferencias entre ambos sectores. En el período completo, y en el de rápido crecimiento de la economía chilena, el empleo en el sector no transable se expandió a tasas superiores al no-transable. En el período 1998-2003, existe una contracción en el empleo del sector transable de 1.10 % al año. Aún cuando el empleo sigue creciendo en el sector transable, la tasa anual de 1.4 % es bastante inferior a la del período 1986-1998 que fue de un 3.57 %.

El factor capital es el que presenta una mayor incidencia en explicar el crecimiento. Esto para ambos sectores. Entre 1986 y 1998, el stock de capital en el sector transable y en el no transable creció a tasas promedio 5.47 % y 7.95 %, respectivamente. En los últimos años (1998-2003) el stock de capital en transables se siguió expandiendo a altas tasas (7.75 %). En cambio, la acumulación de capital en el sector no-transable se redujo a una tasa promedio de 3.01 %.

Para la productividad total de factores, si se considera todo el periodo de estudio (1986-2003) se observa que el crecimiento de la PTF en ambos sectores presenta un nivel similar: 1.61 % (Transables) y 1.67 % (No-transables). Este mismo comportamiento se observa al estudiar el periodo de alto crecimiento (1986-1998), con un crecimiento de la PTF de 2.16 % y 2.13 % para los sectores Transables y No-transables, respectivamente. Al igual que el crecimiento de la PTF para el periodo posterior (1998-2003) con valores de 0.32 % y 0.60 % para Transables y No-transables, respectivamente.

2. Vergara and Rivero (2006)

Vergara and Rivero (2006) estiman el crecimiento de la productividad total de los factores sectorial en Chile para el período 1986-2001.³ Esto bajo la metodología de *Growth-Accounting* (Solow, 1957). En particular, los autores consideran cálculos de PTF para todo el período (1986-2001) y para el subperíodo 1996-2001.

Para el cálculo de todo el período (1986-2001), no se dispuso de información para los sectores Minería, Agricultura y Servicios Comunes. Como se aprecia en la [Tabla 2.1](#), el mayor aumento de la productividad se obtuvo en el sector Comercio (2.7 %). Los sectores que lo siguen, con un rezago de aproximadamente la mitad del crecimiento del sector Comercio, son Servicios Financieros y Empresariales (1.38 %) y Transporte y Comunicaciones (1.23 %). Sectores que, junto con Construcción, presentan altos aporte de factor trabajo al crecimiento: Servicios Financieros y Empresariales (3.90 %); Transporte y Comunicaciones (2.90 %); Construcción (2.02 %); y Comercio (1.92 %). Sectores que comparativamente serían más intensivos en el uso de tecnología de la información. Los sectores que muestran un mayor peso del capital en el aporte al crecimiento son Electricidad, Gas y Agua (4.28 %); y Transporte y Comunicaciones (4.80 %). Sectores más intensivos en capital.

En la [Tabla 2.2](#) se muestran los resultados para el período 1996-2001. Cinco de los nueve sectores considerados tendrían crecimiento negativo de la PTF, lo que coincide con un período de baja en crecimiento del PIB en relación al período inmediatamente anterior. De hecho, el

³Uno de los principales aportes de este trabajo es el completar la serie de stock de capital sectorial, disponible sólo para el periodo 1996-2001. Se diseñó una metodología para estos efectos y se calculó la serie de stock de capital por sectores para todo el período.

Tabla 2.1: *Growth–Accounting* 1986-2001 (Vergara and Rivero, 2006)

Sector	Crecimiento	Contribución (%)		
	PIB(%)	Capital	Trabajo	PTF
Industria	4.77	0.89	4.43	-0.45
Electricidad, gas y agua	0.03	0.08	4.28	0.67
Construcción	5.87	2.02	2.9	0.95
Comercio, restaurantes y hoteles	7.39	1.92	2.82	2.65
Transporte y comunicaciones	9.02	2.9	4.8	1.23
Servicios financieros y empresariales	7.26	3.9	1.98	1.38

Fuente: Vergara and Rivero (2006). **Nota:** ^aValores en porcentaje. Crec. PTF sector i : $\Delta PTF_i = \Delta VA_i - \alpha_{i,L} \Delta \hat{L}_i - \alpha_{i,K} \Delta \hat{K}_i$. El valor ΔX_i representa la tasa de crecimiento de X . PTF: Productividad total de factores. VA: Valor agregado. $\hat{L}$: Trabajado ajustado por calidad. Definido de la siguiente forma: $\hat{L}_i = L_i \frac{IW_i}{IW_G}$. Donde L_i es en número de trabajadores del sector i ; IW_i es el índice salarial del sector i y IW_G es el índice salarial general de la economía. $\hat{K}$: Stock de capital ajustado por intensidad de utilización. Se define de la siguiente manera: $\hat{K}_i = K_i \frac{(1-\mu_i)}{(1-\mu_i^N)}$. Donde K_i es el stock de capital del sector i (estimado por los autores); μ_i es el desempleo del sector i y μ_i^N es el desempleo natural del sector i . $\alpha_{i,L}$: Participación del trabajo en el sector i . $\alpha_{i,K}$: Participación del capital en el sector i . Para el cálculo de la participación del capital por sector se considera el promedio de la participación el trabajo en cada sector en el periodo (1996-2001) reescalados por la diferencia (15 %) entre el mismo cálculo anterior para la economía agregada (40 %) y el valor que considerado en Ministerio de Hacienda (2004) en la estimación del PIB tendencial (55 %). Valor que corresponde a 15 %. Se asume que Minería presenta igual participación que Electricidad, Gas y Agua. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central. Las series de stock de capital por sector son estimados por los autores.

crecimiento promedio de la economía en este período fue 4.1 % en comparación con 7.7 % de los diez años anteriores.

Minería presenta el mayor incremento en la PTF (6,34 %), lo que sería posiblemente fruto de las inversiones realizadas en los años inmediatamente previos. Agricultura también presenta un fuerte incremento en la PTF (5.92 %). En el resto de los sectores se observan crecimientos de la PTF en el rango (-1.49 % a 2,45 %). Las mayores contribuciones al crecimiento en este período provienen del factor capital, a excepción de la agricultura, minería y los servicios comunales donde la PTF es la mayor fuente de crecimiento.

Los resultados obtenidos por (Vergara and Rivero, 2006) coincide con la evidencia internacional que muestran que los sectores donde ha habido una mayor aceleración de la PTF han sido precisamente en aquellos sectores usuarios de la tecnología de la información.

3. Fuentes and García (2014)

Fuentes and García (2014) analiza la evolución de la productividad laboral de la economía chilena, tanto a nivel agregado como sectorial, para el periodo 1986-2008. Los resultados del cálculo se reportan en la Tabla 3.1.

A nivel agregado, se observa un crecimiento promedio anual de 2.3 % en la productividad laboral durante el periodo estudiado (1987-2008). A su vez, se tiene un crecimiento del PIB de 5.1 % promedio anual para el periodo (valor entre paréntesis en la Tabla 3.1).

El sector de mayor aumento en la productividad laboral es el asociado a la Agricultura, Pesca

Tabla 2.2: *Growth–Accounting* 1996-2001 (Vergara and Rivero, 2006)

Sector	Crecimiento	Contribución (%)		
	PIB(%)	Capital	Trabajo	PTF
Agricultura	4.12	-2.76	0.95	5.92
Minería	8.09	-1.45	3.2	6.34
Industria	1.51	-1.66	3.43	-0.26
Electricidad, gas y agua	3.58	-1.79	4.19	1.18
Construcción	-0.10	-1.64	3.98	-1.44
Comercio, restaurantes y hoteles	2.54	0.38	2.50	-0.34
Transporte y comunicaciones	6.78	2.10	5.22	-0.54
Servicios financieros y empresariales	4.13	0.88	3.74	-1.49
Servicios comunales	3.59	-0.37	1.51	2.45

Fuente: Vergara and Rivero (2006). **Nota:** ^aValores en porcentaje. Crec. PTF sector i : $\Delta PTF_i = \Delta VA_i - \alpha_{i,L} \Delta \hat{L}_i - \alpha_{i,K} \Delta \hat{K}_i$. El valor ΔX_i representa la tasa de crecimiento de X . PTF: Productividad total de factores. VA: Valor agregado. $\hat{L}$: Trabajado ajustado por calidad. Definido de la siguiente forma: $\hat{L}_i = L_i \frac{IW_i}{IW_G}$. Donde L_i es en número de trabajadores del sector i ; IW_i es el índice salarial del sector i y IW_G es el índice salarial general de la economía. $\hat{K}$: Stock de capital ajustado por intensidad de utilización. Se define de la siguiente manera: $\hat{K}_i = K_i \frac{(1-\mu_i)}{(1-\mu_i^N)}$. Donde K_i es el stock de capital del sector i (estimado por los autores); μ_i es el desempleo del sector i y μ_i^N es el desempleo natural del sector i . $\alpha_{i,L}$: Participación del trabajo en el sector i . $\alpha_{i,K}$: Participación del capital en el sector i . Para el cálculo de la participación del capital por sector se considera el promedio de la participación el trabajo en cada sector en el periodo (1996-2001) reescalados por la diferencia (15 %) entre el mismo cálculo anterior para la economía agregada (40 %) y el valor que considerado en Ministerio de Hacienda (2004) en la estimación del PIB tendencial (55 %). Valor que corresponde a 15 %. Se asume que Minería presenta igual participación que Electricidad, Gas y Agua. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central. Las series de stock de capital por sector son estimados por los autores.

y Silvicultura.

Los sectores identificados como de rápido crecimiento en su valor agregado para todo el periodo (en la Tabla 3.1, el crecimiento del valor agregado corresponde a los valores entre paréntesis) como Transporte y Comunicaciones (8.2 %); Comercio, Restaurantes y Hoteles (6.9 %), y Agricultura, Pesca y Silvicultura (6.2 %); experimentaron rápidos crecimiento en su productividad, con valores de 3.8 %, 3.2 % y 5.9 %, respectivamente. La excepción de los sectores de rápido crecimiento en valor agregado (6.9 %), pero con lento crecimiento de la productividad es el sector de Servicios Financieros, sector que aparece con un incremento de cero en la productividad en el periodo 1987-2008.

Un sector que tuvo un crecimiento superior al agregado en términos de su productividad laboral fue Minería con un 3.0 % y un crecimiento del valor agregado de 4.7 %.

Se puede concluir entonces que los aumentos más notables de productividad se dieron en sectores asociados a recursos naturales y aquellos que utilizan intensivamente tecnología de la información. La excepción entre estos últimos es Servicios Financieros, sector que es clasificado como usuario intensivo en TIC.

A nivel de la economía agregada, se considera un periodo de alto crecimiento (3.1 %) y bajo crecimiento (1.5 %). Prácticamente todos los sectores disminuyeron la productividad laboral en el segundo periodo respecto al primero, con la excepción de la Industria Manufacturera (que pasó de un 1.5 % a un 2.5 %) y Construcción (de -0.4 % a 0.6 %). El sector financiero se

Tabla 3.1: Crecimiento Productividad Laboral ([Fuentes and García, 2014](#))

<i>Sector</i>	<i>1987-2008</i>		
	<i>1987-1997</i>	<i>1998-2008</i>	
Total	6.9 (3.6)	4.1 (1.8)	5.3 (2.6)
Agropecuario-silvícola-pesca	6.6 (6.5)	4.9 (4.7)	5.6 (5.5)
Minería	6.4 (5.0)	1.3 (-1.5)	3.4 (1.2)
Industria manufacturera	6.4 (1.3)	2.4 (2.0)	4.1 (1.7)
Electricidad, gas y agua	5.9 (2.2)	2.5 (2.6)	3.9 (2.4)
Construcción	8.7 (-0.7)	2.7 (0.1)	5.2 (-0.3)
Comercio, restaurantes y hoteles	9.7 (5.7)	5.1 (2.4)	7.0 (3.8)
Transporte y comunicaciones	10.5 (5.1)	5.4 (3.0)	7.5 (3.9)
Servicios financieros	9.0 (0.7)	8.3 (3.8)	8.6 (2.5)
Otros servicios	2.9 (1.7)	3.2 (0.1)	3.1 (0.8)

Fuente: [Fuentes and García \(2014\)](#). **Nota:** Entre paréntesis se reportan los valores de crecimiento del valor agregado (el segundo periodo corresponde a 1997-2007 y, por lo tanto, el periodo total se define como 1987-2007). Valores en porcentaje. Fuente de los datos: Cálculos a partir de Estadísticas del Banco Central.

mantuvo con un crecimiento de su productividad casi nulo para ambos periodos: 0.5 % y 0.3 % para 1987-1997 y 1998-2008, respectivamente.

A partir de estas mediciones y en base a evidencia econométrica [Fuentes and García \(2014\)](#) argumenta que existe un quiebre en el crecimiento de la productividad laboral, en 1996 para la economía como un todo, lo que divide un periodo de alto crecimiento 1986-1996 de un periodo de bajo crecimiento en la productividad laboral, 1997-2008.

A modo de conclusión, la evidencia sobre la baja en la productividad no guarda relación si se considera que coincide con un periodo en que la productividad en Estados Unidos resurge a partir de la revolución de TIC. Los sectores Agricultura, Pesca y Silvicultura, Minería, Comercio, Restaurante y Hoteles, y Transporte y Comunicaciones presentan quiebres estructurales en fechas similares a las del agregado. El valor agregado de estos sectores representa un tercio del PIB total.

4. [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#)

[Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) estudia el crecimiento de la productividad sectorial con datos para el periodo 1987-2011 y utilizando la medida de PTF bajo la metodología de *Growth-Accounting* ([Solow, 1957](#)). Los resultados de la medición se reportan en la [Tabla 4.1](#).

A partir de los resultados, se observa que Minería exhibe el peor desempeño en términos de crecimiento de la PTF. De 1998-2011, el crecimiento de la PTF disminuyó 7.0 % anual en promedio. [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) argumentan que esto se debió a la fluctuación en el precio del cobre y como incide en el nivel de producto. Los altos precios experimentados alrededor del año 2003 y su declive posterior dio paso a una alta acumulación de capital (a 6.0 % promedio anual durante esos años) y, posteriormente, una baja en el volumen producido. Esto acompañado de la dinámica al alza en los precios en los insumos de minería hicieron que el valor agregado cayera un 1.6 %, hicieron que la medida residual de PTF cayera.

Para los sectores de Manufactura y Transporte el crecimiento de la PTF fue de 1.0 % y 0.6 %

Tabla 4.1: Crecimiento de la PTF Sectorial (Corbo and Gonzalez, 2014)

Sector	1987-2011						
	1998-2011						
	1987-91	1992-97	1998-03	2004-08	2009-11		
Agricultura	-	-	2.7	3.4	-0.2	2.3	-
Minería	-	-	-1.5	-8.3	-15.9	-7.0	-
Manufactura	0.9	-1.7	-1.3	-1.0	-1.8	-	-1.0
S.Público	0.9	2.9	4.3	-10.9	8.3	-	0.8
Construcción	-1.9	3.0	0.7	-0.5	0.7	-	0.5
Comercio	2.7	3.3	-2.3	5.6	1.6	-	2.1
Transporte	1.9	0.5	-0.3	-4.0	-1.6	-	-0.6
S.Financieros	6.9	-0.7	-2.6	-1.8	1.5	-	0.4
S.Sociales	-	-	-1.4	2.1	-0.8	0.0	-

Fuente: Corbo and Gonzalez (2014). **Nota:** Valores en porcentaje. Ecuación: $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t} + \frac{\Delta A_t}{A_t}$. Y : Valor agregado del sector. L : Empleo total de cada sector ajustado por calidad. Se calcula como el promedio de los salarios de cada sector dividido por el promedio salarial general. K : Stock de capital de cada sector. La participación del trabajo $(1 - \alpha)$ para cada sector se calcula. Los resultados son: Agricultura: 37.1 %; Minería: 18.8 %; Manufactura: 3.02 %; Servicio Público: 13.5 %; Construcción: 65.0 %; Comercio: 63.2 %; Transporte: 35.1 %; Servicios Financieros: 45.3 %; y Servicios Sociales: 71.3 %. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central.

promedio anual (1987-2011), respectivamente. A pesar de mostrar niveles similares, al analizar de manera desagregada en el tiempo se observa que existen diferencias en la dinámica de su productividad. Para el caso de Manufactura la caída constante de la PTF se inició en 1992-1992, mientras que la PTF de Transporte cae a partir del periodo 1998-2003.

En contraste, los sectores con mejor desempeño en términos de PTF son Comercio y la Agricultura. Par el caso del sector Comercio crecimiento de la PTF fue de 2.1 % promedio anual (1987-2011), y para el sector Agricultura fue de 2.9 % promedio anual (1998-2011). Corbo and Gonzalez (2014) argumenta que, para el caso de la Agricultura, la fuente de estos amplios crecimientos de la PTF se deben a una migración hacia otros sectores de la economía. Esta sería la razón del bajo aporte al crecimiento del factor trabajo y, por consiguiente, un aumento en la medida residual de PTF.

Uno de los sectores que absorbió los trabajadores del sector Agricultura fue el sector Comercio. Pero, junto con esto, se observó un fuerte aumento en el valor agregado durante el periodo 1987-1997. Posteriormente, en 1998 hasta 2003, se observó un lento crecimiento en los factores capital y trabajo creció a más lenta tarifas, pero la PTF se redujo drásticamente, lo que explica la disminución severa en el crecimiento del valor añadido en esos años. Más tarde, haría Comercio recuperar las altas tasas de crecimiento, acompañado de un alto crecimiento de la PTF.

La construcción y los servicios financieros son otros sectores en los que PTF creció, con valores similar de 0.5 % y 0.4 % promedio anual (1987-2011), para la Construcción y Servicios Financieros, respectivamente. Corbo and Gonzalez (2014) argumenta que existen diferencias en las contribuciones de factores en el *Growth-Accounting*: para el caso del sector construcción, es el trabajo el que mas aporta; para el sector de Servicios Financieros, en cambio, es el capital el factor que presenta el mayor aporte. A su vez se argumenta que en ambos sectores se observa

absorción de trabajo desde Agricultura.

Para el caso de los servicios públicos, se reporta un crecimiento de 4.5 % promedio anual (1987-2011). Este es un sector intensivo en capital y por esa razón, no es sorprendente que el crecimiento del valor añadido se contabiliza por un gran aporte de capital (3,1 por ciento anual, en promedio) y un pequeño aporte de mano de obra (0,6 por ciento anual, en promedio), lo cual es inferior a la contribución de la PTF (0,8 por ciento anual, en promedio). Al observar la evolución temporal de la PTF se observa una gran heterogeneidad. [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) argumenta que esto se debe a que el crecimiento de la PTF es estrechamente ligada a las condiciones climáticas, en particular, las sequías que afectando al país. A su vez, explican, el problema de abastecimiento de gas desde Argentina podría explicar en gran medida la gran heterogeneidad observada.

Por último, el crecimiento de los Servicios Sociales fue de 3.7 % promedio anual (1998-2011). Sector que tambien muestra grandes diferencias temporales. Por un lado la PTF creció 2.1 % (2004-2008), y por otro lado, la PTF se redujo en períodos que incluyeron la asiática Crisis y la gran recesión, que fueron años en que el trabajo se expandió bruscamente en este sector.

5. [Aravena and Hofman \(2014\)](#)

[Aravena and Hofman \(2014\)](#) analizan el crecimiento económico, la productividad y sus determinantes en cinco países principales de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México) en el período 1990-2010. Este análisis se aplica para el agregado de la economía como también para nueve sectores económicos. Se utiliza la base de datos LA-KLEMS. Los resultados para Chile a nivel sectorial se reportan en la [Tabla 5.1](#).

Tabla 5.1: *Growth–Accounting* por Sector ([Aravena and Hofman, 2014](#))

<i>Sector</i>	<i>Valor agregado</i>	<i>Horas trabajadas</i>	<i>Calidad del empleo</i>	<i>Capital TIC</i>	<i>Capital No-TIC</i>	<i>PTF</i>
Total	4.3	1.4	0.9	0.3	2.0	-0.3
Agropecuario. silvícola y pesca	4.6	-0.9	0.9	0.1	-0.7	5.3
Minería	4.2	-0.1	0.7	0.3	4.3	-1.0
Industria manufacturera	3.3	0.2	1.2	0.2	2.1	-0.3
Electricidad. gas y agua	4.1	0.3	0.1	0.4	6.2	-2.8
Construcción	4.2	2.5	1.1	0.1	0.4	0.1
Comercio. restaurantes y hoteles	5.7	1.9	1.1	0.3	1.1	1.4
Transporte y comunicaciones	6.8	1.7	0.9	0.4	3.7	0.0
Serv. financieros y empresariales	5.8	4.6	0.6	0.5	2.0	-1.9
Serv. comunales. sociales y personales	3.3	1.3	1.5	0.3	1.3	-1.0

Fuente: [Aravena and Hofman \(2014\)](#). **Nota:** Valores en porcentaje. La metodología se basa en la contabilidad del crecimiento ([Solow, 1957](#)). *Y*: Valor agregado del sector. *L*: Horas trabajadas totales de cada sector. Se ajustan por: Sexo, tramo de edad (3 categorías), nivel de educación (3 categorías). *K*: Stock de capital de cada sector. Estas se construyen a partir de datos de Formación Bruta de Capital Físico de 8 tipos de activos, según la metodología KLEMS. Estos tipos de activos son: Construcción residencial, Construcción No-Residencial, Maquinaria y Equipos, Equipos de transporte, otros equipos, equipos informáticos, equipos de telecomunicaciones y software. Además se estima entre activos TIC y No-TIC. La participación del trabajo ($1 - \alpha$) para cada sector se calcula. Los resultados son: Agricultura: 37.1 %; Minería: 18.8 %; Manufactura: 3.02 %; Servicio Público: 13.5 %; Construcción: 65.0 %; Comercio: 63.2 %; Transporte: 35.1 %; Servicios Financieros: 45.3 %; y Servicios Sociales: 71.3 %.

Se observa que el crecimiento sectorial es mayor en el sector terciario y menor en el sector secundario. Se aprecia que el sector de mayor crecimiento fue Transporte y Comunicaciones. A su vez, el sector de menor crecimiento fue la industria manufacturera. La inversión en capital no-TIC explica la mayor parte del aumento del valor agregado total así como el del sector de más alto crecimiento: Transporte y Comunicaciones.

En cuanto al factor trabajo, las mayores contribuciones al crecimiento del valor agregado provinieron de las horas trabajadas y los sectores donde más aportaron fueron en Servicios, Comercio y Servicios Financieros y Empresariales, y el sector de la Construcción. El aporte del trabajo está fundamentalmente basado en las horas trabajadas y en menor medida en la calidad. La calidad del trabajo mejoró en todos los sectores.

Los resultados de la PTF son negativos en su aporte al crecimiento en la mayoría de los sectores. Con excepción del sector Agropecuario, Silvícola y Pesca (5.3 %); Comercio, Restaurantes y Hoteles (1.4 %); y Construcción (0.1 %).

6. Ministerio de Economía (2014)

En este trabajo se analiza la evolución de la productividad laboral, tanto a nivel sectorial como por tamaño de empresas, utilizando los datos del directorio de empresas del Servicio de Impuestos Internos (SII). Los resultados se reportan en la [Tabla 6.1](#).

Tabla 6.1: Productividad Laboral ([Ministerio de Economía \(2014\)](#))

<i>Sector</i>	<i>Micro</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>Grande</i>	<i>Grande/Micro^a</i>	<i>Total</i>
Agric., ganad., caza y silv.	0.57	0.43	0.44	1.52	2.67	0.8
Pesca	0.92	1.23	0.91	3.48	3.78	2.95
Minería	0.62	0.91	1.36	12.1	19.51	9.34
Manufactura	0.9	0.76	0.94	3.98	4.44	2.87
Suministro EGA	0.46	1.27	2.06	17.69	38.2	15.17
Construcción	0.4	0.45	0.55	0.94	2.37	0.74
Comercio	1.42	1.35	1.61	3.97	2.8	2.96
Hoteles y Restaurantes	0.63	0.49	0.5	0.44	0.7	0.48
Transp. y Comunic.	0.99	0.83	0.97	2.65	2.69	1.81
Interm. Financiera	2.17	3.77	4.46	19.15	8.83	15.3
Act. Empresariales	0.72	0.69	0.56	0.94	1.32	0.78
Serv. sociales y de salud	0.49	0.71	0.67	1.61	3.3	0.65
Otros servicios	0.23	0.42	0.33	0.9	3.88	0.34
Total	0.64	0.73	0.86	3.47	5.47	2.09

Fuente: [Ministerio de Economía \(2014\)](#). **Nota:** Valores en Millones de UF, año 2012.

^aCorresponde a la razón entre el valor de las Grandes y el valor de las Micro. Cálculo en base a información para el año 2012. Los datos corresponden al promedio anual de la productividad laboral medida como la suma de las ventas de las empresas por la suma del número de trabajadores de las empresas. Las categorías de tamaño de empresa (4) se definen de la siguiente forma: microempresa (0 a 2.400 UF anuales); pequeña (2.400 UF a 25.000 UF); mediana (25.000 UF a 100.000 UF) y grande (más de 100.000 UF). Fuente de los datos: Elaboración en base a datos de Servicio de Impuestos Internos (SII).

Se aprecia que existen grandes diferencias sectoriales en la productividad laboral. Sectores mas intensivos en capital presentan mayores niveles de productividad laboral. Estos son: Electricidad, Gas y Agua (15.17) y Minería (9.34). Junto con estos, se encuentra el sector de Intermediación Financiera (15.3).

Por otro lado, los sectores mas intensivos en mano de obra presentan niveles de productividad laboral menores. Estos son: Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (0.8); Hoteles y Restaurantes (0.48); Actividades empresariales (0.78); y Servicios Sociales (0.65) y otros (0.34).

Transporte y Comunicaciones (1.81); Manufactura (2.87); y Pesca (2.95 %), se mantienen en niveles similares al agregado (2.09). Por último, construcción presenta un nivel bajísimo de su productividad laboral con un 0.74.

Un dato interesante de mencionar es el ratio entre la productividad de las empresas grandes con las microempresas, esto como una forma de analizar la brecha de productividad laboral en cada sector según el tamaño de la empresa. Los tres sectores con mayor nivel son: Suministro de Electricidad, Gas y Agua (38.2), Minería (19.5 veces) e Intermediación Financiera (8.8 veces). Todos sectores que requieren de una escala de producción mayor que el promedio e intensivas en capital.

En los sectores donde la productividad laboral de las microempresas no está tan alejada de las grandes es en Hoteles y Restaurantes, donde incluso las microempresas son más productivas que las grandes, Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de alquiler y Construcción. En el promedio de la economía, la productividad de las grandes empresas es 5.5 veces mayor que la productividad laboral de las microempresas.

A su vez, se analiza el crecimiento que ha tenido la productividad por cada sector, distinguiendo el tamaño de las empresas. Para de esta forma distinguir si el crecimiento proviene de un estrato particular o es producto de un aumento en el desempeño de manera homogénea. Esto se reporta en la [Tabla 6.2](#).

Tabla 6.2: Crecimiento Prod. Laboral ([Ministerio de Economía \(2014\)](#))

<i>Sector</i>	<i>Micro</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>Grande</i>	<i>Total</i>
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2.9	3.5	3.7	6.9	6.5
Pesca	3.8	2.9	3.1	5.7	6.3
Minería	-4.7	0.7	6.4	-4.6	-3.0
Manufactura	3.2	1.7	0.2	0.7	1.7
Suministro EGA	-2.1	-1.0	3.8	2.3	2.2
Construcción	1.8	3.6	2.1	1.0	2.1
Comercio	-2.1	1.0	-0.5	-1.1	0.2
Hoteles y Restaurantes	2.0	2.1	-0.1	-1.8	0.1
Transporte y Comunicaciones	0.7	0.6	-0.3	-5.3	-3.4
Intermediación Financiera	3.0	5.5	1.9	-0.7	-0.6
Act. Inm. Empresariales y de alquiler	0.5	1.4	-1.5	-6.7	-3.7
Servicios sociales y de salud	2.3	-1.9	1.7	5.0	2.7
Otras act. De servicios	-1.7	0.4	-0.2	-10.5	-8.8
Total	1.4	2.5	1.1	-1.1	0.8

Fuente: [Ministerio de Economía \(2014\)](#). **Nota:** Valores en porcentaje. Var % anual, periodo 2005-2012. El promedio anual de la productividad laboral se define como la suma de las ventas de las empresas por la suma del número de trabajadores de las empresas. Las categorías de tamaño de empresa (4) se definen de la siguiente forma: microempresa (0 a 2.400 UF anuales); pequeña (2.400 UF a 25.000 UF); mediana (25.000 UF a 100.000 UF) y grande (más de 100.000 UF). Fuente de los datos: Elaboración en base a datos de Servicio de Impuestos Internos (SII).

A nivel de la economía agregada, se tiene que la productividad laboral de la economía sólo

ha aumentado a una tasa de 0.8 % anual. Pero, se aprecia que existen importantes diferencias por sector: por un lado, los sectores que han mostrado mayores aumentos son: Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (6.5 %) y Pesca (6.3 %); por otro lado, hay sectores que han ido disminuyendo su productividad laboral en el tiempo, como Servicios Sociales (-0.8 %) y Servicios Empresariales (-3.7 %).

En cuanto a los resultados considerando tamaño, los sectores donde las grandes empresas son las que han presentado un mayor aumento en la productividad respecto al resto de los estratos son: Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura (6.9 %); Pesca (5.7 %) y Servicios Sociales (5.0 %). Los sectores donde las empresas medianas son las que lideran en crecimiento de la productividad laboral son: Minería (6.4 %) y Suministro de Electricidad, Gas y Agua (3.8 %). Luego, respecto a las empresas pequeñas, éstas lideran en el sector en Construcción (3.6 %), Comercio (1.0 %), Hoteles y Restaurantes (2.1 %), Intermediación Financiera (5.5 %), Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de alquiler (1,4 %) y Otras Actividades de Servicios Sociales, Comunitarios y Personales. Por último, las microempresas presentan un mayor crecimiento de la productividad laboral en Manufactura (3,2 %) y en Transporte y Comunicaciones (0,7 %).

7. Evolución de la PTF en Chile Corfo/UAI (Corfo/UAI, 2015)

El Boletín Anual CORFO-UAI de la Evolución de la PTF en Chile mide la productividad por medio del *Growth-Accounting* para el periodo 1993-2014. Se considera una abultada batería de ajustes de los factores productivos. Primero, el capital se ajusta por su utilización bajo una metodología que sigue la idea de [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#), [Costello \(1993\)](#) y [Craig Burnside and Rebelo \(1995\)](#). En particular, se estima una relación lineal de largo plazo y, para cada año, se interpreta al residuo como la (sobre o sub) utilización (ver Anexo E). Segundo, se ajusta el trabajo (medido como las horas trabajadas) por su calidad en base a una medida que utiliza capital humano y nivel de salario, en una metodología similar a la propuesta por [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) y [Young \(1995\)](#) (ver Anexo D). Los resultados del calculo se muestran en la [Tabla 7.1](#).

Para el sector manufacturero se obtiene una nula variación de de la PTF para el año 2014, lo que se debería a la disminución, tanto del stock de capital, como de las horas trabajadas (ajustadas por calidad). Lo que fue acompañado de una caída en el valor agregado del sector y, en consecuencia, de una nula variación de la PTF. En promedio del quinquenio 2010-2014, la PTF en el sector manufacturero creció 1.1 % al año. Esta cifra es mayor que el promedio de los últimos diez años (0.2 %) y de los últimos veinte años (0.6 %). También destaca en este sector la sistemática caída del salario relativo. De acuerdo a nuestra metodología, ello corresponde a una caída en la calidad de la mano de obra. En perspectiva histórica, este sector es uno de los de menor crecimiento de la PTF a nivel nacional.

Para el sector construcción, [Corfo/UAI \(2015\)](#) destaca la gran volatilidad existente, tanto en aspectos de inversión, como en el empleo y el crecimiento. Esto lleva también a que los cálculos de PTF sectorial sean volátiles. Se observa que las ganancias en productividad son escasas en el periodo estudiado. Entre 1993 y 2014 el crecimiento promedio del valor agregado sectorial (4.3 %) fue explicado en su totalidad por la incorporación de factores productivos, en especial incrementos en el stock de capital, lo que llevó a un crecimiento casi nulo en la PTF.

En el sector de Comercio, restaurantes y hoteles, los cálculos destacan una sistemática caída del salario relativo, lo que se interpreta como que el crecimiento del sector ha sido sesgado hacia mano de obra menos calificada. Lo anterior, en conjunto con una variación casi nula del total de horas trabajadas, llevó a que el factor trabajo tenga un aporte de -0.8 % al crecimiento del valor agregado sectorial.

Dado el comportamiento de los factores productivos, en especial del stock de capital, y dado que el valor agregado sectorial aumentó 0.6 % el año 2014, la PTF en este sector se contrajo 1.8 % el 2014. Siendo el primer año en que se registra una variación negativa desde el 2009. Si se considera el promedio del crecimiento anual de la PTF en el quinquenio 2010-2014, este fue de 5.5 %. En los diez años entre 2005 y 2014 el crecimiento de la PTF fue en promedio de 3.7 % anual y en los veinte años desde 1995 de 2,5 %. De esta forma, este es uno de los sectores en que la PTF ha sido más dinámica, especialmente en la última década.

Para la medición de PTF del sector de Transporte y Comunicaciones, en el período de cinco años entre 2010 y 2014, la PTF sectorial creció en promedio 0.6 %, por debajo del agregado de la economía. Es más, tomando todo el período de estudio, la PTF prácticamente no ha variado.

Tabla 7.1: Crecimiento de la PTF por Sector (Corfo/UAI, 2015)

<i>Periodo</i>	<i>1993-98</i>	<i>1999</i>	<i>2000-08</i>	<i>2009</i>	<i>2010-14</i>	<i>2014</i>	<i>1993-2014</i>
Economía Agregada	2.4	-2.6	0.8	-1.0	0.4	-1.0	0.9
Agricultura, Caza y Pesca	2.4	-2.5	5.0	-2.2	1.9	0.3	2.9
Minería	3.3	3.3	-6.8	-10.2	-10.5	-6.3	-4.6
Industria Manufacturera	4.3	2.3	-0.4	1.1	1.1	0.0	1.4
Electricidad, Gas y Agua	-4.8	-9.8	-2.9	8.1	4.8	-0.1	-1.5
Construcción	1.1	0.8	0.4	-3.5	-1.7	-0.1	0.0
Comercio, Restaurantes y Hoteles	5.1	-9.1	1.5	-6.1	5.5	-1.8	2.6
Transporte y comunicaciones	5.2	-0.5	-3.1	-3.1	0.6	-0.5	0.1
Servicios Financieros	3.4	-1.4	3.8	1.6	0.4	-3.8	2.6
Sin Recursos Naturales	1.8	-4.1	2.3	-0.9	1.5	-0.4	1.5

Fuente: Boletín Anual Evolución de la PTF en Chile (Corfo/UAI, 2015). **Nota:** ^aValores en porcentaje. Crecimiento desagregado: $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$. *L*: Horas trabajadas. Se ajusta por capital humano. En donde se supone que la productividad marginal equivale a la productividad media y al salario. Y el salario relativo implica productividad relativa. *K*: Stock de Capital. Se ajusta por un *proxy* de utilización que se calcula a partir de una relación lineal entre stock de capital y consumo de energía. La diferencia de cada año con respecto al valor de largo plazo se interpreta con sobre/sub utilización. Participación del capital se obtiene a partir del promedio anual de participación del capital (Vergara and Rivero, 2006). Fuente de los datos: Banco Central de Chile (BCC), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Encuesta de Caracterización Socio-económica Nacional (CASEN) y Comisión Nacional de Energía (CNE).

En el sector de Servicios financieros y empresariales, el crecimiento de la PTF se ha venido moderando desde el año 2011. No obstante, el promedio anual de crecimiento de la PTF desde el año 1993 al 2014 es de 2.6 %.

La PTF en el sector de Agricultura, caza y pesca se observa que la productividad medida en este sector es particularmente volátil. Esta volatilidad se debe a que las decisiones de empleo e inversión no necesariamente se ven reflejadas en la producción final del año, la cual está fuertemente determinada por factores exógenos, especialmente climáticos. Es así como el

crecimiento de la PTF fue de 8.5 % en 2011, -3.2 % en 2012, 3.0 % en 2013, y 0.3 % en 2014. De acuerdo a la encuesta Casen, desde el año 2009 el salario relativo ha ido cayendo, lo que según nuestros supuestos implica una caída de la productividad laboral. Esto contrasta con lo ocurrido hasta el año 2008 en que esta medida aumentó, coincidiendo con una creciente tecnificación del sector. Considerando este efecto, las horas trabajadas efectivas (corregidas por la calidad del trabajo) contribuyeron 0.4 % al crecimiento sectorial.

Entre los años 2010 al 2014 la PTF sectorial se expandió en promedio 1.9 %. Si consideramos los diez años que van del 2005 al 2014 este promedio aumenta a 3.2 % y fue de 3.0 % en los veinte años desde 1995. Así, desde una perspectiva histórica, este es uno de los sectores que más productividad ha ganado en el país.

Para el sector Minería, por décimo quinto año consecutivo el sector minero presentó en 2014 una contracción de la PTF, la que se relaciona con la caída en la ley del cobre y no necesariamente con pérdidas de eficiencia. Evidencia de esto es que este sector presenta la mayor tasa de crecimiento de la inversión en la economía, al tiempo que el crecimiento del valor agregado sectorial es menor que el crecimiento del PIB total. Este es un sector cuya producción es especialmente intensiva en capital. Así, la contribución al crecimiento del valor agregado de este factor fue de 8.8 %.

Electricidad, gas y agua Por último, Electricidad, gas y agua En este sector destaca la casi nula variación de la PTF en 2014, contrasta con las fuertes expansiones registradas entre los años 2009 y 2013, que en promedio fueron de 6.4 %. Esto es reflejo de un incremento del valor agregado promedio de esos años de 10.4 %. [Corfo/UAI \(2015\)](#) argumenta que este elevado crecimiento del sector es resultado de un aumento sistemático de la generación eléctrica en base a carbón, que pasó de 15 % del total en el año 2008 a 27 % en 2014, a la vez que el precio de este mineral ha caído en los mercados internacionales. Por tanto, al igual que en el sector minería, este es un caso donde es difícil asociar la evolución de la PTF con cambios en eficiencia.

8. Comisión Chilena del Cobre - COCHILCO (2014)

Este estudio mide la productividad en minería a través de la Productividad Total de Factores (PTF), incluyendo el recurso geológico como una de las variables determinantes en la producción del sector. En base a los datos históricos reales de producción y los factores productivos del periodo 2000-2013 se especificó una función de producción para la minería del cobre. De esta manera, fue posible estimar la PTF a nivel nacional, donde se determina que la productividad del sector ha disminuido en un 20 % en el periodo de estudio. Los resultados se muestran en la [Tabla 8.1](#).

Para la estimación de la función de producción de cobre para el presente estudio los factores productivos significativos corresponden a: Capital en equipos (maquinarias y plantas), dotación de personal, consumo total de energía y la calidad del recurso geológico. El recurso geológico es modelado utilizando la ley del mineral, que corresponde a una aproximación de la calidad del mismo.⁴

⁴Se utiliza también la razón estéril mineral que es una aproximación del esfuerzo relativo a su extracción, pero a la luz de los resultados de las estimaciones se sacó dada su valor muy cercano a cero.

Tabla 8.1: PTF Minería del Cobre [Comisión Chilena del Cobre - COCHILCO \(2014\)](#)

<i>Período</i>	<i>PTF Minería del Cobre</i>	<i>PTF Cielo Abierto</i>
2000	1.00	1.00
2001	0.96	0.96
2002	0.94	0.94
2003	0.97	0.98
2004	1.05	1.05
2005	1.03	1.04
2006	0.99	1.00
2007	1.01	1.03
2008	0.88	0.89
2009	0.84	0.84
2010	0.87	0.88
2011	0.80	0.82
2012	0.77	0.79
2013	0.80	0.81

Fuente: [Comisión Chilena del Cobre - COCHILCO \(2014\)](#). **Nota:** Valores en porcentaje. Este trabajo considera datos a nivel de faena durante el. En base a un panel desbalanceado y por medio de estimaciones econométricas, se estiman distintos modelos mediante máxima verosimilitud (MLE). Func. Produc. $\log Q_{i,t} = 0,33 \log K_{i,t} + 0,26 \log L_{i,t} + 0,27 \log E_{i,t} + 0,34 \log Ley_{i,t}$. Los coeficientes de la especificación del modelo, se estiman por medio de MCO. $Q_{i,t}$: producción de cobre fino equivalente en la faena i en el tiempo t . $K_{i,t}$; $L_{i,t}$; $E_{i,t}$: factores productivos no geológicos, específicamente el Capital físico, dotación de personal y la energía consumida por la faena i en el tiempo t . $Ley_{i,t}$: factores productivos geológicos correspondientes a la ley de mineral y la relación estéril mineral de la faena i en el tiempo t . $A_{i,t}$: medición de productividad como residuo de funciones de producción (PTF) para la faena i en el tiempo t .

Por otro lado, la variable a ser explicada es la producción de cobre en la minería chilena. Para los casos de minas con productos mineros adicionales al cobre, el nivel de producción es llevado a cobre equivalente, en virtud de los precios al año 2013, evitando incluir sesgo por variación de precios de subproductos. De este modo, la producción queda definida por el tonelaje de cobre equivalente en cada faena.

La base de datos utilizada para la estimación de la función de producción, considera la información de 26 faenas con cobre como producto principal en el periodo 2000–2013. De esta manera las series de tiempo más largas, por faena, corresponde a 14 años, que es el caso de 17 de un total de 26 faenas. Las faenas restantes poseen series de tiempo más cortas dado que sus operaciones entraron en operación en el periodo 2000–2013 o debido que los datos referidos a un año en particular no pudieron ser recopilados. Así el total de datos para cada una de las variables a considerar es de 316.

Para obtener el valor de productividad a nivel de sector, se comienza, por medio del cálculo de la PTF a nivel de faena con los coeficientes obtenidos, para luego ser ponderadas según su peso relativo en la producción, lo que permite determinar la productividad nacional agregada en cada año. Los resultados de la productividad nacional se muestran en la [Tabla 8.1](#).

De estos resultados se puede determinar que la productividad ha disminuido en un 20 % en el periodo 2000–2013. En promedio la productividad en la minería del cobre ha disminuido a una tasa anual de 1.6 %, donde se visualizan dos periodos principalmente. El primero corresponde al periodo 2000 – 2004, donde la productividad experimenta una tasa de crecimiento promedio de un 1.4 %. Sin embargo, en el periodo 2004 – 2013 la productividad en la minería disminuyó en una tasa promedio de un 2.8 % anual.

9. de Solminihac, Cerda, and Gonzales (2015)

Este trabajo estudia el desarrollo y la evolución de dos indicadores de la productividad minera en Chile para el periodo 1996 a 2013. En particular, se mide la Productividad Total de Factores (PTF) mediante la metodología de *Growth–Accounting* (Solow, 1957). Se consideran a ambos factores (capital y trabajo). Los resultados para todo el periodo se muestran en la [Tabla 9.1](#).

Tabla 9.1: *Growth–Accounting* Minería (de Solminihac, Cerda, and Gonzales, 2015)

Período	PIB(%)	Contribución al Crecimiento (%)		
		Capital	Trabajo	PTF
K y L	2.2	8.0	0.5	-6.3
K Ajust. Ley-Cu y L	2.2	7	0.5	-5.3
K Ajust. Cons Energía(s Elect.) y L	2.2	8.7	0.5	-7.0
K Ajust. Cons Electrico y L	2.2	12.2	0.5	-10.5
K y L Ajust. Salarios	2.2	8.0	1.0	-6.8
K Ajust. LeyCu y L Ajust Salarios	2.2	7.0	1	-5.8
K Ajust. Cons Energía(s Elect.) y L Ajust. Salarios	2.2	8.7	1	-7.5
K Ajust. Cons Electricidad y L Ajust. Salarios	2.2	12.2	1.0	-11.0

Fuente: de Solminihac, Cerda, and Gonzales (2015). **Nota:** ^aValores en porcentaje. Participación del trabajo $(1-\alpha) = 15,2\%$ se estima como el promedio de los ingresos laborales sobre el producto $\alpha = 84,8\%$. Crec. desagregado: $\Delta \log Y = \Delta \log A + \alpha \Delta \log K + (1-\alpha) \Delta \log L$. Fuente de los datos: Banco Central de Chile (BC), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y Comisión Nacional de Energía (CNE).

Se observa que entre 1996 y 2013 el PIB minero creció a una tasa de 2.2 % promedio anual, mientras que el capital y el trabajo contribuyen al crecimiento un 8.0 % (84.2 % de participación del capital por 9.5 % de crecimiento promedio en el periodo) y 0.5 % (15.8 % de participación del trabajo por 2.9 % de crecimiento del empleo en promedio). Por lo tanto, la PTF cayó en 6.3 % en promedio cada año en este periodo.

Al ajustar el capital a la ley minera, el aporte del capital y el trabajo disminuye desde 8.0 % a 7.0 %. En particular, se explica dicha caída en el aporte por la baja en la ley de cobre hasta 0.73 % de mineral tratado en 2012 después de tener en promedio de 0.95 % de ley en mineral tratado hasta 2001. El segundo ajuste por calidad de capital es incluir el consumo de energía, considerando los combustibles: Diesel, Gasolina, Gas Licuado, Carbón (en el caso del Hierro), Coke de Petróleo y Gas Natural. Con estas variables el capital incrementa su aporte en 0.7 % con respecto al aporte sin ajuste. Finalmente, se ajusta el aporte por consumo de electricidad hecho que explica un incremento en el aporte del capital de 4.2 %.

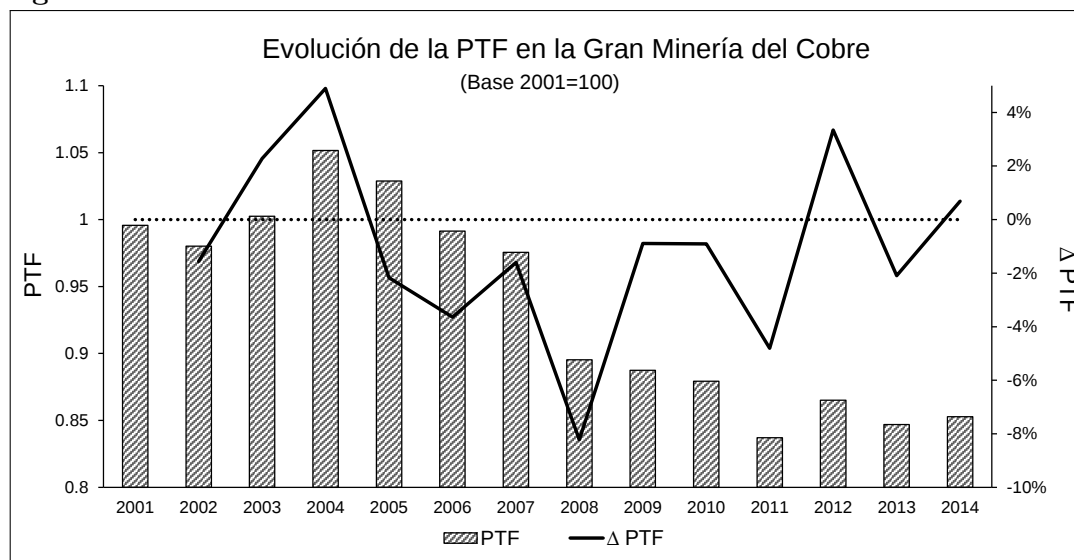
En cuanto al trabajo, el ajuste por remuneraciones explica en cerca de un 0.5 % adicional el incremento de la contribución del factor al crecimiento del producto. Las presiones en el incremento real de los salarios vienen dados desde el incremento sostenido en los precios desde

2001 hasta la crisis financiera internacional de 2008-2009 -en dicho periodo se observa una tasa de crecimiento real de los salarios de 3.8 % mientras la productividad divergía en mismo periodo en 8.3 % promedio.

10. Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.2

Este trabajo estima y descompone la productividad total de factores (PTF) en la gran minería del cobre en Chile. A partir de datos a nivel de faena, consistente en un panel desbalanceado, para los años del *super ciclo* (2000-2014) se estima un modelo econométrico. En particular, la especificación considera un componente estructural de largo plazo (tendencia) y en un componente más esporádico con algún grado de persistencia (shock productivo). A su vez, se utiliza simultáneamente los datos de la ley del mineral, como también el consumo eléctrico a nivel operacional. En el caso de la ley del mineral, esta es incorporada como un insumo más en la función de producción de cobre. En el caso del consumo eléctrico, éste es utilizado para corregir la intensidad de uso del capital físico. Específicamente, se plantea una relación entre capital físico y nivel de consumo de energía lineal (ver Anexo D). Los resultados de la estimación se reportan en la [Figura 10.1](#).

Figura 10.1: PTF Minería [Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.2](#)



En términos generales, a partir de los resultados se plantea una tendencia negativa de la PTF para los últimos 15 años. Sin embargo, los niveles de dichas caídas varían. Los resultados arrojan una caída de entre 19-14 % para el período 2000/2014. Si se considera el subperíodo 2004/2014, la caída fluctúa entre 18-22 %. Esta caída se observa de mejor forma en la [Figura 10.1](#).

A partir de los resultados, se argumenta que la evidencia encontrada es consistente con la literatura previa en términos de la tendencia negativa de la PTF minera, pero difieren significativamente en los niveles. La principal causa de esta diferencia es: (i.) la disponibilidad de datos a nivel de faena versus datos sectoriales; (ii.) el uso de medidas de variables nominales (valor agregado) versus variables reales (toneladas métricas de cobre fino); y (iii.) la implementación (o no) de correcciones por leyes del mineral y otros sesgos. Los órdenes de magnitud

obtenidos revelan que las medidas tradicionales (nivel sectorial, valor agregado y sin corrección por ley) presentan sesgos sobrestimando la caída de la PTF.

III. Análisis y Discusión

En la [Tabla III.2](#) se reporta un resumen de los estudios previamente mencionados y se realiza un detalle de las mediciones mas importantes para cada sector. En la [Tabla III.1](#) se muestra un resumen con los crecimientos de la productividad por sector para todo el periodo estudiado, el promedio de los crecimientos, la diferencia entre el mayor y el menor crecimiento, y el periodo estudiado.

Existe una gran heterogeneidad en el crecimiento de la productividad de los sectores. En particular, el crecimiento de la productividad muestra valores muy dispares para cada sector. Si se considera, para cada estudio, todo el periodo estudiado, se tiene que para [Álvarez and Fuentes \(2004\)](#) (1987-2003) el sector con mayor crecimiento es Minería (7.0 %) y el de menor es Construcción (0.2 %). Existiendo, de esta forma, una diferencia de 7.2 %. El estudio de [Vergara and Rivero \(2006\)](#) (1986-2001), estima que el sector con mayor aumento de productividad es Minería (6.3 %) y el de menor es Industria (-0.5 %), con una diferencia de 6.8 %. [Fuentes and García \(2014\)](#) (1987-2008), en cambio, encuentra que Servicios Financieros y Empresariales es el sector con mayor crecimiento de la productividad (8.6 %) y los sectores con menor son: Minería (3.4 %) y Otros Servicios (3.1 %). Donde la diferencia alcanza el valor de 5.5 %. Para el caso de [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) (1986-2001), se encuentra que Agricultura es el de mayor crecimiento (2.3 %) y Minería, el de menor (-7.0 %). La diferencia es de 9.3 % [Aravena and Hofman \(2014\)](#) (1990-2010) estima que el sector de Agricultura es el de mayor crecimiento con un valor de 5.3 % y el de menor crecimiento es Electricidad, Gas y Agua con un valor de -2.8 %. La diferencia entre estos crecimientos es de 8.1 %. Algo similar encuentra [Ministerio de Economía \(2014\)](#) (2005-2012), donde el sector de Agricultura presenta un crecimiento de 6.4 % y los de menor crecimiento son: Transporte y Comunicaciones (-3.4 %) y Otros Servicios (-4.0 %). Con una diferencia de 10.4 %. Por último, los resultados del trabajo de [Corfo/UAI \(2015\)](#) (1993-2014) muestran el mayor crecimiento para el sector Agricultura (2.9 %) y el de menor crecimiento es Minería (-4.6 %). De esta forma, existe un cierto consenso respecto al sector de Agricultura, que sería el de mayor crecimiento de entre todos los sectores. En el sector de Minería, [Álvarez and Fuentes \(2004\)](#) y [Vergara and Rivero \(2006\)](#) encuentran que presenta la mayor productividad, mientras que el resto de los estudios lo definen dentro de los sectores de menor crecimiento. Entre los sectores que presentan un crecimiento cercano al promedio se encuentra: Industria (aunque [Vergara and Rivero \(2006\)](#) lo posiciona como el de menor crecimiento), Electricidad, Gas y Agua (para [Aravena and Hofman, 2014](#)) es el sector de menor crecimiento, con un valor de -2.8 %), Construcción ([Álvarez and Fuentes \(2004\)](#) lo define como el de menor crecimiento con un -0.2 %), Comercio , y Transporte y Comunicaciones.

En cuanto a la dinámica temporal de la productividad, se evidencia un comportamiento donde la mayoría de los sectores presentan un crecimiento mayor durante los noventa, y un crecimiento de su productividad menor para el resto. Esto se evidencia en [Corfo/UAI \(2015\)](#) y [Fuentes and García \(2014\)](#). Para el caso de [Álvarez and Fuentes \(2004\)](#) no parece claro este comportamiento, pero se debe considerar que los plazos analizados son diferentes. En particular, el plazo que

Tabla III.1: Productividad Sectorial

Álvarez and Fuentes (2004)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	5.7	7.0	1.8	4.3	-0.2	4.0	4.6	0.2	1.2
Vergara and Rivero (2006)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	5.9	6.3	-0.5	0.7	1	2.7	1.2	1.4	2.5
Fuentes and García (2014)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	5.6	3.4	4.1	4.9	5.2	7.0	7.5	8.6	3.1
Corbo and Gonzalez (2014)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	2.3	-7.0	-1.0	-1.0	0.5	2.1	-0.6	0.4	0.0
Aravena and Hofman (2014)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	5.3	-1.0	-0.3	-2.8	0.1	1.4	0.0	-1.9	-1.0
Ministerio de Economía (2014)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	6.4	-3	1.7	2.2	2.1	0.2	-3.4	-2.1	-4.0
Corfo/UAI (2015)	Periodo:1987-2003; Prom: 3.2 %; Dif: 7.7 %								
	<i>ASP</i>	<i>MIN</i>	<i>IND</i>	<i>EGA</i>	<i>CON</i>	<i>CRH</i>	<i>TYC</i>	<i>SFE</i>	<i>OTROS</i>
	2.9	-4.6	1.4	-1.5	0.0	2.6	0.1	2.6	1.5

Fuente: Elaboración propia. **Nota:** ^aValores en porcentaje. Agricultura, Silvicultura y Pesca (ASP); Minería (MIN); Industria (IND); Electricidad, Gas y Agua (EGA); Construcción (CON); Comercio, Restaurantes y Hoteles (CRH); Transporte y Comunicaciones (TYC); Servicios Financieros y Empresariales (SFE); Otros Servicios (OTROS).

considera la década del noventa comienza antes (1987), esto podría generar que sectores como Minería (5.5 %) Industria (1.3 %) presenten niveles de crecimiento menores durante este plazo. Los sectores de Electricidad, Gas y Agua; y Construcción son peculiares, ya que el primero presenta un aumento de su productividad en la década posterior a los noventa, y el segundo presenta una diferencia muy baja, con un crecimiento cercano a cero durante todo el periodo.

Tabla III.2: Mediciones de Productividad Sectorial en Chile

Estudio	Metodología	Periodo estudiado	Resultados
Alvarez and Fuentes (2004)	Growth accounting, Productividad Laboral	1987-2003	El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1987-2003, es el siguiente: ASP: 5.73 %; MIN: 7.03 %; IND: 1.80 %; EGA: 4.32 %; CON: -0.21 %; CRH: 3.96 %; TYC: 4.55 %; SFE: 0.20 %; OTROS: 1.20; AGR: 3.98 %. El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1987-1998, es el siguiente: ASP: 6.08 %; MIN: 5.52 %; IND: 1.26 %; EGA: 3.38 %; CON: -0.95 %; CRH: 5.51 %; TYC: 4.96 %; SFE: 0.38 %; OTROS: 1.66; AGR: 4.64 %. El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1999-2003, es el siguiente: ASP: 4.89 %; MIN: 10.76 %; IND: 3.10 %; EGA: 6.60 %; CON: 1.61 %; CRH: 0.35 %; TYC: 3.57 %; SFE: -0.22 %; OTROS: 0.09; AGR: 2.43 %.
Vergara and Rivero (2006)	Growth accounting.	1986-2001	El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1986-2001, es el siguiente: IND: -0.45 %; EGA: 0.67 %; CON: 0.95 %; CRH: 2.65 %; TYC: 1.23 %; SFE: 1.38 %. El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1996-2001, es el siguiente: ACP: 5.92 %; MIN: 6.34 %; IND: -0.26 %; EGA: 1.18 %; CON: -1.44 %; CRH: -0.34 %; TYC: -0.54 %; SFE: -1.49 %; SOC: 2.45 %.
Fuentes and García (2014)	Productividad Laboral	1987-2008	El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1987-2008, es el siguiente: ASP: 5.6 %; MIN: 3.4 %; IND: 4.1 %; EGA: 4.9 %; CON: 5.2 %; CRH: 7.0 %; TYC: 7.5 %; SFE: 8.6 %; OTROS: 3.1; AGR: 5.3 %. El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1987-1997, es el siguiente: ASP: 6.6 %; MIN: 6.4 %; IND: 6.4 %; EGA: 5.9 %; CON: 8.7 %; CRH: 9.7 %; TYC: 10.5 %; SFE: 9.0 %; OTROS: 2.9; AGR: 6.9 %. El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 1998-2008, es el siguiente: ASP: 4.9 %; MIN: 1.3 %; IND: 2.4 %; EGA: 2.5 %; CON: 2.7 %; CRH: 5.1 %; TYC: 5.4 %; SFE: 8.3 %; OTROS: 3.2; AGR: 4.1 %.
Corbo and Gonzalez (2014)	Growth accounting.	1986-2001	El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1987-2011, es el siguiente: IND: -1.0 %; SPU: -1.0 %; CON: 0.5 %; COM: 2.1 %; TYC: -0.6 %; SFE: 0.4 %. El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1998-2011, es el siguiente: ACP: 2.3 %; MIN: -7.0 %; SOC: 0.0 %.
Aravena and Hofman (2014)	Growth Accounting.	1990-2010	El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1990-2010, es el siguiente: ACP: 5.3 %; MIN: -1.0 %; IND: -0.3 %; EGA: -2.8 %; CON: 0.1 %; CRH: 1.4 %; TYC: 0.0 %; SFE: -1.9 %; SOC: -1.0; AGR: -0.3 %.
Ministerio de Economía (2014)	Productividad Laboral	2005-2012	El crecimiento de la Productividad Laboral por sector, en el periodo 2005-2012, es el siguiente: ACP: 6.4 %; MIN: -3.0 %; IND: 1.7 %; EGA: 2.2 %; CON: 2.1 %; CRH: 0.2 %; TYC: -3.4 %; SFE: -2.1 %; OTROS: -4.0; AGR: 0.8 %.
Corfo/UAI (2015)	Growth accounting.	1993-2014	El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1993-2014, es el siguiente: ACP: 2.9 %; MIN: -4.6 %; IND: 1.4 %; EGA: -1.5 %; CON: 0.0 %; CRH: 2.6 %; TYC: 0.1 %; SFE: 2.6 %; SRN: 1.5; AGR: 0.9 %. El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 1993-1998, es el siguiente: ACP: 2.4 %; MIN: 3.3 %; IND: 4.3 %; EGA: -4.8 %; CON: 1.1 %; CRH: 5.1 %; TYC: 5.2 %; SFE: 3.4 %; SRN: 1.8; AGR: 2.4 %. El crecimiento de la PTF por sector, en el periodo 2010-2014, es el siguiente: ACP: 1.9 %; MIN: -10.5 %; IND: 1.1 %; EGA: 4.8 %; CON: -1.7 %; CRH: 5.5 %; TYC: 0.6 %; SFE: 0.4 %; SRN: 1.5; AGR: 0.4 %.

Fuente: Elaboración propia. Agricultura, Silvicultura y Pesca (ASP); Minería (MIN); Industria (IND); Electricidad, Gas y Agua (EGA); Construcción (CON); Comercio, Restaurantes y Hoteles (CRH); Transporte y Comunicaciones (TYC); Servicios Financieros y Empresariales (SFE); Otros Servicios (OTROS).

Referencias

- Claudio Aravena and André Hofman. Crecimiento económico y productividad en América Latina: una perspectiva por industria, según la base de datos LA-KLEMS. *Macroeconomía del Desarrollo* 152, NU. CEPAL. División de Desarrollo Económico, 2014. URL <http://www.cepal.org/es/publicaciones/36949-crecimiento-economico-productividad-america-latina-perspectiva-industria-segun>.
- R. Bergoeing. Productividad en Chile. Puntos de Referencia, Centro de Estudios Públicos, 2015. URL http://www.cepchile.cl/dms/archivo_5923_3709/pder398_RBergoeing.pdf.
- Raphael Bergoeing, Patrick J Kehoe, Timothy J Kehoe, and Raimundo Soto. A decade lost and found: Mexico and chile in the 1980s. *Review of Economic Dynamics*, 5(1):166 – 205, 2002. ISSN 1094-2025. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/redy.2001.0150>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094202501901504>.
- Harald Beyer and Rodrigo Vergara. Productivity and Economic Growth: The Case of Chile. In Norman Loayza, Raimundo Soto, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles*, volume 6 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*, chapter 10, pages 309–342. Central Bank of Chile, October 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c10pp309-342.html>.
- Laurits R. Christensen, Dianne Cummings, and Dale Jorgenson. Economic Growth, 1947–73: An International Comparison. In *New Developments in Productivity Measurement*, NBER Chapters, pages 595–698. National Bureau of Economic Research, Inc, March 1980. URL <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/3922.html>.
- Romulo Chumacero and Rodrigo Fuentes. On the determinants of chilean economic growth. In Rómulo A. Chumacero, Klaus Schmidt-Hebbel, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*, volume 9, chapter 5, pages 163–188. Central Bank of Chile, 1 edition, 2005. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:chb:bcchsb:v09c05pp163-188>.
- Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.2. *Productividad en la Gran Minería del Cobre en Chile: Período 2000/2014*. CNP-Chile, 2016.
- Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.3. *Mediciones de Productividad Agregada en Chile*. CNP-Chile, 2016.
- T.J. Coelli, D.S.P. Rao, and G.E. Battese. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer US, 2012. ISBN 9781461554936. URL <https://books.google.com.au/books?id=tVDhBwAAQBAJ>.
- Juan Eduardo Coeymans. Ciclos y Crecimiento Sostenible a Mediano Plazo en la Economía Chilena. *Latin American Journal of Economics-formerly Cuadernos de Economía*, 36(107): 545–596, 1999. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:ioe:cuadec:v:36:y:1999:i:107:p:545-596>.

Comisión Chilena del Cobre - COCHILCO (2014). *Productividad en la Industria Minera en Chile*. Comisión Chilena del Cobre - COCHILCO, 2014.

V. Corbo and R. Gonzalez. *Growth Opportunities for Chile*. 2014. ISBN 9789561124356. URL <https://books.google.cl/books?id=AMNjrgEACAAJ>.

Vittorio Corbo and José Tessada. Growth and Adjustment in Chile: A Look at the 1990s. In Norman Loayza, Raimundo Soto, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles*, volume 6 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*, chapter 14, pages 465–522. Central Bank of Chile, 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c14pp465-522.html>.

Corfo/UAI. Evolución de la Productividad Total de Factores (PTF) en Chile. Technical Report Boletín n.8, Corfo/UAI, Jun 2015.

Donna M. Costello. A cross-country, cross-industry comparison of productivity growth. *Journal of Political Economy*, 101(2):207–22, 1993. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:ucp:jpolec:v:101:y:1993:i:2:p:207-22>.

Martin Eichenbaum Craig Burnside and Sergio Rebelo. Capital utilization and returns to scale. Working Paper 5125, National Bureau of Economic Research, May 1995. URL <http://www.nber.org/papers/w5125>.

José De Gregorio. Determinantes del Crecimiento y estimación del Producto Potencial en Chile: El Rol del Comercio Internacional. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEPILADES, 1997.

Jose De Gregorio. Economic Growth in Chile: Evidence, Sources and Prospects. Working papers central bank of chile, Central Bank of Chile, 2004. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:chb:bcchwp:298>.

Hernán de Solminihaç, Rodrigo Cerda, and Luis E. Gonzales. Desarrollo y análisis de Indicadores para el Mejoramiento de la Productividad en la Minería en Chile. Serie Documentos de Trabajo Documento de Trabajo N°11, Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales, Clapes-UC, 2015. URL <http://www.clapesuc.cl/investigaciones/doc-trabajo-no11-desarrollo-y-analisis-indicadores-para-el-mejoramiento-de-la-productividad>

Dipres. Acta de resultados del comité consultivo del pib tendencial. Technical report, Ministerio de Hacienda, Gobierno de Chile, Agosto 2015. URL http://www.dipres.gob.cl/594/articles-134497_doc_pdf.pdf.

Ministerio de Economía (2014). *Productividad laboral por tamaño y sector: Periodo 2005-2012*. División de Estudios - Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, MINECON, 2014.

W. Easterly and R. Levine. It is Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. In Norman Loayza, Raimundo Soto, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles*, volume 6 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*. Central Bank of Chile, October 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c10pp309-342.html>.

- R. Fuentes, M. Larraín, and K. Schmidt-Hebbel. Sources of Growth and Behavior of TFP in Chile. *Cuadernos de Economía*, 43:113–142, Mayo 2006.
- Rodrigo Fuentes and Gonzalo García. A Disaggregate Look at Deteriorating Productivity in Chile: Has There Been Structural Change? *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)*, 17(1):04–36, April 2014. URL <https://ideas.repec.org/a/chb/bcchec/v17y2014i1p04-36.html>.
- Francisco Gallego and Norman Loayza. The Golden Period for Growth in Chile. Explanations and Forecasts. In Norman Loayza, Raimundo Soto, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles*, volume 6 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*, chapter 13, pages 417–464. Central Bank of Chile, October 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c13pp417-464.html>.
- José De Gregorio and Jong-Wha Lee. Economic Growth in Latin America: Sources and Prospects. Technical report, 1999.
- André Hofman. Crecimiento económico y productividad en América Latina. Una perspectiva por industria - base de datos LA KLEMS, Mar 2016.
- Icare/Clapes-UC. Aportes a la comisión de productividad de chile: Índice de productividad icare/clapes-uc. Presentado ante la Comisión Nacional de Productividad CNP, Santiago-Chile, 2016.
- Dale Jorgenson and Z. Griliches. The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*, 34:249–280, 1967. Reprinted in A.K. Sen (ed.), *Growth Economics*, Hammondsworth, Penguin Books, 1970, pp. 420-473; reprinted in *Survey of Current Business*, Vol. 52, No. 5, Part II, May 1972, pp. 3-63. Productivity 1, ch. 3, pp. 51-98.
- P. Klenow and A. Rodriguez-Clare. The neoclassical revival in growth economics: Has it gone too far? *NBER Macroeconomics Annual*, 12:73–114, 1997.
- Peter J. Klenow and Andres Rodriguez-Clare. Externalities and Growth. In Philippe Agihion and Steven Durlauf, editors, *Handbook of Economic Growth*, volume 1 of *Handbook of Economic Growth*, chapter 11, pages 817–861. Elsevier, 2005. URL <https://ideas.repec.org/h/eee/grochp/1-11.html>.
- Roberto Álvarez and Rodrigo Fuentes. Patrones de especialización y crecimiento sectorial en chile, 2004. URL <http://www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/dtbc/pdf/dtbc288.pdf>.
- Ministerio de Hacienda. Resultados del comité consultivo del pib tendencial. Technical report, Ministerio de Hacienda, Gobierno de Chile, Agosto 2004.
- Diego Restuccia and Richard Rogerson. Policy Distortions and Aggregate Productivity with Heterogeneous Plants. *Review of Economic Dynamics*, 11(4):707–720, October 2008. URL <https://ideas.repec.org/a/red/issued/07-48.html>.

- P. Rojas, E. López, and S. Jiménez. Determinantes del Crecimiento y Estimación del Producto Potencial en Chile: El Rol del Comercio Internacional. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEPILADES, 1997.
- Jorge Roldós. El Crecimiento del Producto Potencial en Mercados Emergentes: El Caso de Chile. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEP-ILADES, 1997.
- R. Solow. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39:312–320, 1957.
- Rodrigo Vergara. Productividad en Chile: Determinantes y Desempeño. Documentos de Trabajo 296, Instituto de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile., 2005. URL <https://ideas.repec.org/p/ioe/doctra/296.html>.
- Rodrigo Vergara and Rosario Rivero. Productividad Sectorial en Chile: 1986-2001. *Cuadernos de Economía*, 43:143 – 168, 05 2006. ISSN 0717-6821. URL http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-68212006000100005&nrm=iso.
- Alwyn Young. The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the east asian growth experience. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3):641–680, 1995. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:qjecon:v:110:y:1995:i:3:p:641-680>.

Anexos

Anexo A. *Growth–Accounting*: Cobb–Douglas

El marco de análisis de *Growth–Accounting* que permite medir la contribución al crecimiento del PIB de los factores productivos y el progreso tecnológico. El cambio tecnológico, al no poder medirse directamente, se mide de una forma residual como la parte del crecimiento del PIB que no puede ser explicada por el aumento en la acumulación de los factores productivos.

El punto de partida es una función de producción que representa cómo se combinan los factores productivos (inputs) para producir un output. Solow (1957) supone una función de producción en donde el PIB (Y) se produce mediante dos factores, el capital físico (K) y el trabajo (L). El análisis de crecimiento económico estándar se basa en una función de producción Cobb–Douglas como en la Ecuación A.1.

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (\text{A.1})$$

donde $0 < \alpha < 1$.

La formulación de la Ecuación A.1 supone rendimientos constantes a escala, es decir, aumentos porcentuales de ambos factores productivos (K y L) producen un aumento porcentual equivalente en el producto Y . El parámetro A , por su parte, actúa como una constante de proporcionalidad, que relaciona la función de rendimientos constantes a escala $F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha}$ con Y .⁵

De esta forma, A representa el nivel de eficiencia agregada o productividad total de factores (PTF). La productividad total de factores (A) se puede expresar como en la Ecuación A.2

$$A = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}} \quad (\text{A.2})$$

Al expresar la Ecuación A.2 en las tasas de crecimiento y reordenando las variables, el crecimiento de la PTF se puede escribir como el crecimiento de la producción menos una media ponderada de crecimiento de los factores Ecuación A.3

$$g_a = g_y - (\alpha g_k + (1 - \alpha) g_l) \quad (\text{A.3})$$

donde g_x es la tasa de crecimiento de los datos X . Teniendo en cuenta variables en las tasas de crecimiento de Y , K y L y la información sobre los parámetros de la función de producción (α), podemos obtener las estimaciones de crecimiento de la productividad como la diferencia entre el crecimiento del producto y la media ponderada del crecimiento de los factores.

⁵El supuesto de rendimientos constantes a escala, junto con el de mercados competitivos permiten suponer que las participaciones de cada factor en el valor agregado total de la economía son estimadores de las elasticidades de producción. Este resultado se desprende de las condiciones de primer orden de maximización de utilidades de una empresa representativa de la economía. Para mayor detalle, véase Coeymans (1999).

Una extensión al cálculo de la [Ecuación A.3](#) es el que considera aumentos en la calidad (que hacen que estos insumos sean mas productivos) y uso de los factores (que corrigen por subutilización y holguras). Definiendo estos ajustes como z y h para el capital y trabajo, respectivamente. La ecuación de producción queda como en la [Ecuación A.4](#).

$$Y = \hat{A}(Kz)^\alpha(Lh)^{1-\alpha} \quad (\text{A.4})$$

Luego, el crecimiento de la PTF se puede expresar como en la [Ecuación A.5](#)

$$g_{\hat{a}} = g_y - (\alpha g_k + (1 - \alpha)g_l) - (\alpha g_c + (1 - \alpha)g_e) \quad (\text{A.5})$$

De la [Ecuación A.5](#) se aprecia que el crecimiento de la productividad corregido ($g_{\hat{a}}$) queda expresado como el crecimiento del PIB menos dos medias ponderadas: la media ponderado del crecimiento de los factores productivos y de los ajustes. De esta forma, se tiene que la PTF ajustada por calidad será equivalente a la PTF sin ajuste menos la media ponderada de los ajustes ([Ecuación A.6](#)).

$$g_a = g_{\hat{a}} - (\alpha g_c + (1 - \alpha)g_e) \quad (\text{A.6})$$

Esto resultados son importantes. La [Ecuación A.6](#) sirve para evidenciar el efecto que tienen los ajustes en la medición residual de la PTF. Ante esperables aumentos en el tiempo de la calidad de los factores, por lo tanto la medida de PTF ajustada será menor que las medidas de PTF sin ajustar.

Lo que se suele hacer en el análisis de crecimiento económico es cuantificar cuanto del crecimiento del PIB es explicado por los aumentos en acumulación de factores y cuanto se debe a aumentos en la PTF. Como se expresa en la [Ecuación A.7](#).

$$g_y = g_a + \alpha g_k + (1 - \alpha)g_l \quad (\text{A.7})$$

donde αg_k es el aporte del capital, $(1 - \alpha)g_l$ es el aporte del trabajo y g_a es el aporte de la productividad. Para el caso de la PTF ajustada por calidad, se agrega el aporte del crecimiento de la calidad del capital (αg_c) y el crecimiento en la calidad del trabajo (αg_e). Tal como se muestra en la [Ecuación A.8](#).

$$g_y = g_{\hat{a}} + \alpha g_k + (1 - \alpha)g_l + \alpha g_c + (1 - \alpha)g_e \quad (\text{A.8})$$

Anexo B. *Growth–Accounting*: generalizado

En el análisis de *Growth–Accounting* generalizado, a diferencia del realizado en el Anexo A, no impone una formas funcional de la función de producción. Se define una función de producción de la siguiente forma:

$$Y = F(A, K, L) \quad (\text{B.1})$$

donde A es el nivel de tecnología, K es el capital social, y L es la cantidad de trabajo. Capital y trabajo se pueden desagregar por calidad como en [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#).

La función de producción deja claro que el PIB puede crecer sólo si existe crecimiento de los insumos productivos, incluyendo el nivel de la tecnología.

La tasa de crecimiento de la producción se puede dividir en componentes asociados con la acumulación de factores y el progreso tecnológico. Tomando logaritmos de la [Ecuación B.1](#) y derivando con respecto al tiempo obtenemos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = g_A + \left(\frac{F_K K}{Y} \right) \frac{\dot{K}}{K} + \left(\frac{F_L L}{Y} \right) \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.2})$$

donde F_K y F_L son los costos marginales de los factores productivos. El crecimiento explicado debido a cambios tecnológicos se define de la siguiente forma:

$$g_A = \left(\frac{F_A A}{Y} \right) \frac{\dot{A}}{A} \quad (\text{B.3})$$

De esta forma, la contribución de los avances tecnológicos al crecimiento g_A , se puede calcularse a partir de la [Ecuación B.2](#) como un *residuo* de la diferencia entre la tasa de crecimiento real del PIB y la parte de la tasa de crecimiento representada por el tasa de crecimiento de los factores capital y el trabajo:

$$g_A = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left(\frac{F_K K}{Y} \right) \frac{\dot{K}}{K} - \left(\frac{F_L L}{Y} \right) \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.4})$$

Para estimar empíricamente g_A , se necesita saber los costos marginales sociales, F_K y F_L , pero estos valores no son medibles directamente. Lo que se suele hacer es asumir que los factores presentan ingresos marginales iguales sus costos marginales. El decir, el $F_K = R$ (el precio de arriendo del capital) y $F_L = w$ (el salario). Y si se cumple lo anterior, se tendrá $\frac{F_L L}{Y} = \frac{wL}{Y}$ es la fracción del PIB que se utiliza para pagar los salarios, conocida como la participación del trabajo (S_L). Del mismo modo, la relación $\frac{F_K K}{Y} = \frac{wK}{Y}$ es la fracción del PIB utilizado para alquilar de capital, una fracción conocida como la participación del capital, que se denota por s_K . Usando esta notación, la estimación de la tasa de progreso tecnológico g_A se puede reescribir como:

$$\hat{g}_A = \frac{\dot{Y}}{Y} + s_L \frac{\dot{K}}{K} + s_K \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.5})$$

Si todos los ingresos asociados con el PIB Y se atribuyen o al capital o al trabajo, entonces se cumple la condición $s_K + s_L = 1$ —o equivalentemente $Y = RK + wL$ —se cumple.⁶ Lo que permite expresar la [Ecuación B.5](#) en la siguiente forma:

$$\hat{g}_A = g_Y + s_K g_K + (1 - s_L) g_L \quad (\text{B.6})$$

donde $g_X = \frac{\dot{X}}{X}$ es la tasa de crecimiento del valor X .

El modelo de *Growth–Accounting* del Anexo [A](#) es un caso especial para una forma funcional productiva tipo Cobb–Douglas, donde $\alpha = s_K$. Por lo que lleva implícitos los supuestos antes mencionados.

⁶Bajo un enfoque mas técnico esto es equivalente a suponer que $F(A, K, L)$ presenta retornos constantes a escala.

Anexo C. Método de Inventario Perpetuo (PIM)

El input de capital físico en la función de producción es difícil de medir. Idealmente este input debiera medirse como el flujo de servicios de capital físico como input de capital K . Por ejemplo, se podría calcular la cantidad de *horas-máquina* que se utiliza en el proceso de producción durante el período t . Dado que los datos disponibles, por lo general, no permiten esta medición, el procedimiento que se utiliza es calcular la cantidad de stock de capital físico y luego suponer que el flujo de los servicios es proporcional al total. La medida de stock de capital se realiza por medio de la información bruta de capital físico (inversión), junto con la depreciación de las existencias. Este enfoque, denominado el método de inventario perpetuo (PIM por sus siglas en inglés), considera que el capital social disponible en período $t + 1$, depreciado en un período $(1 - \delta)K(t)$ es la suma del capital que queda del período anterior t (capital anterior menos la depreciación) mas el capital comprado durante el período o la inversión $I(t)$:

$$K(t + 1) = (1 - \delta)K(t) + I(t) \tag{C.1}$$

donde δ es la tasa de depreciación. Si la inversión de cada período $I(t)$ y la depreciación (δ) se conoce, de manera recursiva se puede obtener el stock de capital de cada período por medio de un nivel de stock de capital inicial $K(0)$.

Anexo D. Ajustes por Calidad de Factores

Siguiendo el los pioneros trabajos de [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) y [Young \(1995\)](#), la estimación de la productividad puede contemplar cambios en la calidad de los insumos, mediante índices que representan cambios en la composición del stock de capital y la fuerza de trabajo, que redundan en que los insumos agregados sean mas productivos. La función de producción Cobb-Douglas se puede expresar de la siguiente manera:

$$Y = \hat{A}(Kz)^\alpha(Lh)^{1-\alpha} \quad (\text{D.1})$$

donde z y h son los índices de calidad de capital y trabajo, respectivamente. Dichos índices son promedios ponderados de insumos de diferente calidad. Por ejemplo: trabajo calificado y no-calificado, para el caso de h . Para el caso del capital, un ejemplo: capital tecnológico (ICT) y capital no-tecnológico. En particular la [Ecuación D.1](#) supone que las medidas de ajuste factorial (z y h) interactúan de de forma multiplicativa con el nivel del factor, para generar el producto. Esto significa que el ajuste de calidad factorial es análogo a un proceso *augmentador de factor*.

El índice de calidad del trabajo h se suele definir en términos del promedio ponderado del trabajo con diferentes niveles de educación, de la siguiente manera:

$$h = \sum_j w_j \left(\frac{L_j}{L} \right) \quad (\text{D.2})$$

donde los ponderados w_j son salarios relativos y L_j , L son la cantidad de trabajo por tipo y el total de trabajo, respectivamente. Esto se basa en el supuesto de que de que la productividad marginal equivale a la productividad media, y este, a su vez, es igual al salario. Donde el salario relativo implica productividad relativa.

Para el caso del índice de calidad del capital z , siguiendo la metodología propuesta por [Christensen, Cummings, and Jorgenson \(1980\)](#) se computa un índice en términos del promedio ponderado de los distintos tipos de capital, donde los ponderadores son la calidad de los tipos de capital medido por las tasas relativas de arriendo⁷. La forma como habitualmente se mide es por medio de sus precios relativos. Siguiendo el cálculo de [Roldós \(1997\)](#) se tiene:

$$\log z_t = \sum_j \nu_j \log K_j - \log K \quad (\text{D.3})$$

Donde las ponderaciones ν_j son las tasas relativas de arriendo de capital y K_j , K son la cantidad de capital por tipo y el total de capital, respectivamente.

⁷Esto ya que, bajo ciertos supuesto de mercado, la tasa de arriendo es cercano a su productividad marginal. Para mayores detalles, ver Anexo [A](#).

Anexo E. Ajustes de Uso del Capital

Dentro de los factores que pueden incidir en el aumento de la productividad; además de el aumento de la habilidad y educación de los trabajadores, la mayor eficiencia de la maquinaria, y, por último, desarrollos tecnológicos y científicos; se encuentra el aumento en la intensidad de uso de los equipos y maquinaria (capital). Por lo que es importante considerar esta variable en el marco de análisis de la productividad.

Durante épocas al alza del ciclo económico, las empresas utilizan la mayor parte o toda su capacidad instalada (stock de capital), por el contrario, en un periodo de baja actividad la capacidad instalada tiende a ser muy superior al real servicio efectivamente prestado por el capital. Dado que la inversión en capital es muchas veces irreversible, existen restricciones al ajuste del capital en el corto plazo,

A diferencia del trabajo, que cuenta con información fácilmente disponible de horas trabajadas, para el capital no existe información respecto del número de horas de funcionamiento, o el esfuerzo atribuible al capital en el proceso productivo. Esto hace difícil su incorporación en el análisis de productividad, considerando su esperable efecto cíclico.

A partir de la literatura han existido distintos enfoques para capturar este fenómeno. El primero fue [Solow \(1957\)](#), quien postula una corrección del stock de capital basada en el nivel de desempleo para asimilar el efecto de utilización. En un enfoque bastante indirecto de utilización de capital. Dentro de los estudios de productividad en Chile, el Comité Consultivo del PIB Tendencial considera ajuste similar en su medición de productividad, la que considera la diferencia entre desempleo del periodo y desempleo de largo plazo.

[Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) plantean una medición de estos *servicios* de capital, de una forma menos indirecta que la propuesta por [Solow \(1957\)](#), que se basa en el consumo de energía. Enfoque que después fue utilizada de manera mas amplia por [Costello \(1993\)](#) y [Craig Burnside and Rebelo \(1995\)](#). Si bien existen variadas formas de aplicar esta corrección de utilización de capital, en general se supone que el consumo de electricidad por máquina E_t es proporcional a las horas de servicio del capital H_t (utilización). A continuación, el consumo total de electricidad E_t viene dada por:

$$E_t = \phi H_t K_t \tag{E.1}$$

Luego, el capital ajustado por su utilización se define como $H_t K_t = E_t / \hat{\phi}$. En donde $\hat{\phi}$ es un estimador de la relación energía-capital.

Desde un punto de vista empírico, esta fórmula tiene una ventaja importante: es un enfoque bastante mas directo que la corrección por desempleo y consiste en una medida de energía considerada una buena medida de servicio de capital. Entre sus desventajas, está que impone una fuerte restricción sobre la elasticidad de uso de la electricidad con respecto al uso. A su vez, no considera el efecto que pueden tener cambios de carácter exógeno en el precio de la energía.