

Manual de Construcción de Cifras para Productividad Total de Factores (PTF) de la CNP

Última actualización: 26 de Diciembre de 2019

1. Introducción

La Comisión Nacional de Productividad (CNP), en su Informe Anual de Productividad, presenta las cifras de estimación de la Productividad Total de Factores. Desde el año 2018, la CNP publica una planilla de datos originales y construidos, que pretende mostrar las cifras de PTF de forma 100% replicable, tal que el lector pueda realizar ejercicios con los datos por su cuenta, además de transparentar la metodología y datos utilizados. Este manual pretende detallar la construcción de cada una de las cifras que forma la PTF de la CNP, indicando fuentes de datos originales, modificaciones realizadas a las series, así como los supuestos utilizados para estimar la PTF del año en curso.

2. Productividad Total de Factores.

Para la construcción de la serie de Productividad Total de Factores, se sigue la siguiente fórmula:

$$PTF_t = \frac{Y_t}{(K_t \cdot AJK_t)^\alpha \cdot (L_t \cdot H_t \cdot AJL_t)^{1-\alpha}}$$

donde Y_t representa el Producto Interno Bruto del año t , K_t representa el Stock de Capital del año t , AJK_t representa la Corrección por Intensidad de Uso del Stock de Capital del año t , L_t representa la cantidad de trabajadores ocupados del año t , H_t representa las horas anuales promedio por trabajador del año t , AJL_t representa la Corrección por Calidad del Capital Humano del año t , y finalmente α representa la intensidad de uso de capital. A continuación, se detalla como se construye cada una de estas series por separado.

3. Producto Interno Bruto

Para la construcción de esta serie se utiliza el Producto Interno Bruto real, medido en volumen encadenado a precios del año anterior, obtenidos desde cuentas nacionales del Banco Central de Chile. En particular, para cada sector y agregado se utiliza la siguiente medida. En la Tabla 1 se muestra cada una de las medidas de PIB, incluyendo las series involucradas, utilizadas para las medidas de PTF de la CNP (agregado y sectorial).

Tabla 1: Medidas de PIB utilizadas para la PTF de CNP

Sector	PIB Utilizado
Agregado	PIB a costo de factores o sumatoria de PIB sectoriales
Agregado s/Minería	Sumatoria de PIB sectoriales, excepto
Agricultura, Caza y Pesca	Sumatoria de PIB Agropecuario-Silvícola y Pesca
Minería	PIB Minería
Industria	PIB Industria
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	PIB EGA
Construcción	PIB Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	PIB Comercio, Hoteles y Restaurantes
Transporte y Comunicaciones	Sumatoria de PIB Transporte y Comunicaciones
Servicios	Sumatoria de PIB Servicios Financieros y Empresariales, Servicios de Vivienda, Servicios Personales y Adm. Pública

Fuente: Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual de Productividad 2016.

Cabe considerar que las series utilizadas de PIB son todas en el formato volumen encadenado a precios del año anterior (E), lo que implica que no son sumables (es decir, el PIB a costo de factores no coincide con la suma de todos los PIB sectoriales). Esto implica que, para sumar estas series, de acuerdo con el Banco Central de Chile¹, se debe seguir las siguientes instrucciones:

- **Paso 1:** sumar las series de PIB medidas a precios corrientes (obtenidos desde el Banco Central de Chile).
- **Paso 2:** calcular las series de PIB sumadas en base móvil (BM), mediante la fórmula $X_t^{BM} = X_{t-1}^{PC} \cdot V_t^E / V_{t-1}^E$.
- **Paso 3:** calcular la serie de PIB resultante en base móvil (BM), igual a la suma de las series de PIB respectivas en base móvil, asumiendo que en el año de referencia (2008) la serie es igual al valor en precios corrientes, mientras que, para los años siguientes, la serie utilizada es la dada por la fórmula $Y_t^E = Y_{t-1}^E \cdot Y_t^{BM} / Y_{t-1}^{BM}$.

Asimismo, la unidad base utilizada son las series en volumen encadenado a precios del año anterior, referencia 2008 empalmado, la que solo está disponible para el periodo 1996-2015, y después se procede a empalmar con series de PIB real post 2015 y pre 1996: para después de 2015, se asume que las tasas de crecimiento coinciden con las pertenecientes a las series en volumen encadenado a precios del año anterior, referencia 2009, mientras que para antes de 1996 se asume que las tasas de crecimiento coinciden con las pertenecientes a las series a precios constantes, base 1986. Para actualizar las series después de 2015, se suman las series encadenadas referencia 2013 según el algoritmo citado (tomando 2013 como referencia). En el caso de las series a precios constantes base 1986, estas se suman directamente para construir las series a costo de factores (agregado), a costo de factores sin minería y para cada uno de los sectores respectivos, definidos en la Tabla 1.

Adicionalmente, en particular para el sector minería, la PTF debe ser ajustada de forma manual en cuanto al ciclo². En particular, esto se debe a que para 2017 y 2018 existe una

¹ https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Metodologias/CCNN/anales/see090_anexo_calculo.pdf

² Dado que se asume que el ajuste cíclico de minería es igual a 1.

distorsión importante en las cifras de PIB, producto de la huelga y paralización de Minera Escondida, que por sí solo explica el 20% de la producción de cobre nacional, en el primer trimestre de 2017. Esto subestima la tasa de crecimiento de la PTF en 2017, mientras que la sobreestima en 2018. Para solucionar esto, en estos dos años se utiliza la mediana de la tasa de crecimiento de cada trimestre respecto al mismo trimestre del año anterior en 2017 y en 2018, asumiendo un crecimiento anual de 5.1% de acuerdo con estimaciones del BCI (Estudios, Sergio Lehmann).

4. Stock de Capital Neto

Para la construcción de esta serie se utiliza el Stock de Capital Neto a precios constantes, referencia 2008. A nivel agregado, esta serie está disponible desde 1986 hasta 2015, mientras que a nivel sectorial está disponible desde 1996 hasta 2014. En la Tabla 2 se muestran las series exactas utilizadas para la construcción de esta variable, tanto a nivel agregado como sectorial.

Tabla 2: Medidas de Stock de Capital utilizadas para la PTF de CNP

Sector	Stock de Capital Utilizado
Agregado	Stock Neto Agregado o suma Stock Neto sectorial
Agregado s/Minería	Suma Stock Neto Sectorial excepto minería.
Agricultura, Caza y Pesca	Stock Neto Agricultura, Caza y Pesca
Minería	Stock Neto Minería
Industria	Stock Neto Industria
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	Stock Neto EGA
Construcción	Stock Neto Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	Stock Neto Comercio, Hoteles y Restaurantes
Transporte y Comunicaciones	Stock Neto Transporte y Comunicaciones
Servicios	Suma Stock Neto Servicios, Financieros y Empresariales, Servicios de Vivienda, Servicios Personales

Fuente: Comisión Nacional de Productividad, Informe Anual de Productividad 2016.

Para proyectar las series para todo el periodo 1990–2017, hay que hacer algunos ajustes. Para el periodo posterior a 2015 (2014 a nivel sectorial), se asume que las tasas de crecimiento son iguales a las registradas en las series de Stock de Capital Neto a precios constantes, referencia 2013. A nivel sectorial, para el periodo 1990–1995, se asume que las proporciones de capital de cada sector son iguales al promedio registrado en el periodo 1996–2014.

5. Intensidad de Uso de Capital

La estimación de Intensidad de Uso de Capital no solo pretende medir el uso del stock de capital, sino también compensar a corto plazo los efectos procíclicos del PIB sobre la medición de PTF. En ese sentido, una medida adecuada de Intensidad de Uso de Capital debe ser procíclica: a mayor PIB, mayor Intensidad de Uso lo compensa en la PTF. Hay dos medidas de Intensidad de uso utilizadas, que cumplen el criterio antes mencionado: el ajuste de Asalariados sobre Fuerza de Trabajo o ajuste CNP, y el ajuste de Desempleo sobre Desempleo Natural o ajuste DIPRES.

El ajuste CNP, utiliza las series de datos de Asalariados y Fuerza de Trabajo de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) del INE, disponibles desde Febrero de 2010, y se calcula el cociente entre asalariados y fuerza de trabajo. Asimismo, este cociente se divide por el valor tendencial de este mismo cociente, obtenido de los valores estimados de la regresión lineal por el método LAD del logaritmo natural del ratio versus constante, tendencia, tendencia al cuadrado y tendencia al cubo. Todo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AJKA_t = \frac{A_t / FT_t}{(A_t / FT_t)^{Tendencia}}$$

El ajuste DIPRES, por otro lado, calcula el ratio del porcentaje de ocupados (1 menos la tasa de desempleo, u_t) y el porcentaje de ocupados natural (1 menos la tasa de desempleo natural³), utilizando la serie de desempleados (para construir la tasa de desempleo, equivalente a desempleados sobre fuerza de trabajo) de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo del INE. Todo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AJKD_t = \frac{1 - u_t}{1 - u_t^{Natural}}$$

Cabe señalar que, para la construcción de ambas series se tienen datos con frecuencia mensual, en particular para la NENE desde Febrero de 2010. Es por ello por lo que se calcula un promedio simple anual de las series involucradas. Pero no existe un empalme oficial con las series de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del INE, y así construir los datos desde 1990. Es por ello que se asume que en Enero de 2010 el valor es igual al de Febrero de 2010, y así proyectar hacia atrás por cada mes, multiplicando los valores de 2009 hacia atrás por el ratio entre Febrero 2010 NENE y Enero 2010 ENE. Entonces se puede calcular los datos anuales, mediante promedio de los meses de cada año

Un asunto relevante es determinar de que manera se aplican estos ajustes al capital. Dado que están construidas a partir de cifras agregadas de empleo (INE), es difícil construir versiones sectoriales de estos ajustes. Es por ello por lo que, este ajuste se asume exclusivamente para la economía agregada sin minería (SM), mientras que para el sector minero (M) es igual a 1 (ya que es razonable suponer que la minería no tiene problemas de demanda, si no que tiende a producir a plena capacidad). En base a esto, para la economía agregada se puede calcular el ajuste de la siguiente manera:

³ 1990: 13,1%; 1991 a 2010: 8,2%; 2015 en adelante: 6,5%. De acuerdo con la medición de PIB tendencial de DIPRES.

$$\begin{aligned}
K_t \cdot AJK_t &= K_t^M \cdot 1 + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM} \\
\Rightarrow AJK_t &= \frac{K_t^M + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM}}{K_t} \\
\Rightarrow AJK_t &= \frac{K_t - K_t^{SM} + K_t^{SM} \cdot AJK_t^{SM}}{K_t} \\
\Rightarrow AJK_t &= (AJK_t^{SM} - 1) \cdot \left(\frac{K_t^{SM}}{K_t} \right) + 1
\end{aligned}$$

Por ende, en base a la fórmula anterior se obtiene el Ajuste al Capital, para ambas medidas, para la economía agregada. Asimismo, para el sector Minería el ajuste es igual a 1, mientras que para los sectores distintos a minería se asume igual al ajuste para la economía agregada sin minería.

6. Trabajadores y Horas Anuales Trabajadas

Para la construcción de esta serie se utiliza la cantidad de trabajadores ocupados reportados en la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) del INE, disponibles desde Febrero de 2010. Para el empalme con datos de años anteriores, se utilizan los datos de ocupados de la Encuesta Nacional de Empleo (ENE) del INE, disponible hasta Enero de 2010, asumiendo que el dato de Enero de 2010 es igual al de Febrero de 2010 y de ahí, empalmar hacia atrás multiplicando las cifras de la ENE por el dato de Febrero de 2010 de la NENE y dividido por el de Enero de 2010 de la ENE.

A nivel sectorial, se utilizan los datos de ocupación sectorial (de acuerdo a la clasificación CIIU3) de la NENE, disponibles entre Febrero de 2010 y Noviembre de 2016. Hacia atrás, se empalma de manera idéntica a las cifras agregadas de ocupación con los datos sectoriales de la ENE. A partir de Diciembre de 2016 se empalma con los datos mensuales del empleo sectorial de la NENE (de acuerdo a la clasificación CIIU4.CL), asumiendo que las tasas de crecimiento respecto al mes anterior son idénticas. Para cada uno de los sectores, las series sectoriales utilizadas son las indicadas en la Tabla 3. Exceptuando minería, cuyos datos de empleo se obtienen desde Sernageomin (trabajadores en faenas mineras).

Tabla 3: Medidas de Empleo Utilizadas para PTF CNP Sectorial

Sector	Serie ENE	Serie NENE CIIU3	Serie NENE CIIU
Agricultura, Caza y Pesca	Agricultura, Caza y Pesca	Agricultura, ganadería, caza y silvicultura, y Pesca	Agricultura, ganadería, silvicultura y Pesca
Industria	Industria	Industrias manufactureras	Industrias manufactureras
Electricidad, Gas y Agua (EGA)	Electricidad, Gas y Agua	Suministro de electricidad, gas y agua	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado. Suministro de agua.
Construcción	Construcción	Construcción	Construcción
Comercio, Hoteles y Restaurantes	Comercio	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos y Hoteles y Restaurantes.	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, Acts. de alojamiento y de servicio de comidas.
Transporte y Comunicaciones	Transporte y Comunicaciones	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	Transporte y almacenamiento e Información y Comunicaciones
Servicios	Servicios Financieros y Servicios Comunales y Sociales.	Intermediación Financiera, Acts. Inmobiliarias, Empresariales y de Alquiler, Adm. Pública, Enseñanza, Serv. Sociales y Salud, Otras Acts. De Servicios, Hogares privados con servicio doméstico, Orgs. Extraterritoriales	Acts. Financieras y Seguros. Acts. Profesionales. Servicios Administrativos, Adm. Pública y Defensa, Enseñanza, Acts. de atención de salud y asistencia social, Acts. Artísticas, entretenimiento y recreativas, Otras Acts. de Servicios, Acts. de los hogares como empleadores y Orgs. Extraterritoriales.

En el caso de la medición de horas agregadas, se utiliza la serie Horas Trabajadas obtenidas del Banco Central de Chile pero realizadas en base a la información del INE, consistente en el promedio semanal de horas trabajadas. Para la economía agregada sin minería, se calculan las horas trabajadas en base a los datos de las Jornada Semanal Habitual reportadas en la Encuesta CASEN (ponderadas por el factor de expansión regional), extrapolando e interpolando cifras para los años en que no hubo CASEN para el periodo 1990-2018, para todos los trabajadores reportados en la encuesta que no trabajan en la rama de Minería. Por otro lado, para los sectores se utilizan las horas semanales con la Encuesta CASEN por sector. Finalmente, las horas semanales se multiplican por la cantidad de semanas del año.

7. Ajuste a la Calidad del Capital Humano.

El cálculo de las cifras de empleo y su aporte a la PTF estaría incompleto si no se ajusta por la calidad del capital humano. Para ello se calcula la siguiente fórmula, basada en los diferenciales salariales como medidas de diferencias de productividad:

$$AJL_t = \sum_{i=1}^4 \frac{\hat{N}_i}{\hat{N}} \cdot \frac{w_i}{w_1}$$

donde $\frac{\hat{N}_i}{\hat{N}}$ es la proporción de empleados con nivel educacional i dentro de los 4 segmentos que se tienen⁴, $\frac{w_i}{w_1}$ es el salario promedio relativo del nivel educacional i respecto al nivel educacional 1. La fuente de estos datos es la Encuesta CASEN, y dado que esta base de datos no contiene todos los años del periodo 1990-2018, además de que solo interesa como evoluciona la tendencia de este ajuste, se utiliza como ajuste al capital humano la tendencia de esta variable, extraída de la regresión lineal por método LAD del logaritmo natural del ajuste versus una constante, tendencia y tendencia al cuadrado, lo que permite proyectar la serie a los años en que no existe encuesta CASEN. Se calcula para la economía agregada, la economía sin minería, y para cada sector, dado que la CASEN posee información de trabajadores por cada uno de los sectores económicos que se requieren para calcular PTF.

⁴ Nivel 1: Sin educación formal y enseñanza básica incompleta. Nivel 2: enseñanza básica completa y enseñanza media o TP incompleta. Nivel 3: enseñanza media o TP completa y Técnico Nivel Superior o Profesional (universitaria pregrado) incompleta. Nivel 4: Técnico Nivel Superior o Profesional (universitaria pregrado) completa y postgrado (completo e incompleto).

8. Proyección de Datos para estimación de PTF agregada año en curso (año anterior para PTF Sectorial).

Para construir la PTF agregada (total y sin minería) del año en curso, así como la sectorial del año anterior, se requieren proyecciones de datos para estos años. En esta sección se explicitan los supuestos y formar de proyectar datos para estimar PTF del año en curso.

a. PTF Agregada

Para el PIB de la economía agregada, se dispone de información de cuentas nacionales de los tres primeros trimestres de PIB a costo de factores (encadenado), del valor para los tres primeros trimestres del IMACEC a costo de factores (encadenado), de la última estimación (tercer trimestre) de crecimiento proyectado de PIB de la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE), y también del rango de estimación de crecimiento del PIB del Informe de Política Monetaria (IPOM)⁵. En general, se privilegia el uso de las cifras del IPOM, en particular la edición de Diciembre. En la siguiente tabla se muestra, como ejemplo, las cifras disponibles de las variables mencionadas a Diciembre (para el año 2018), reflejando una variación mínima en las estimaciones de crecimiento del PIB:

ESTIMACIONES PIB AGREGADO (Ejemplo valores 2018)		
1	PIB a Costo de Factores, primeros 3 trimestres (promedio)	4,1%
2	IMACEC a Costo de Factores, primeros 3 trimestres (promedio)	4,1%
3	Encuesta de Expectativas Económicas (EEE)	4,0%
4	IPOM Diciembre 2018 (agregado)	4,0%
<i>Cifra usada (IPOM)</i>		<i>4,0%</i>

Respecto a las variables de empleo de la PTF agregada, proyectar el ajuste de calidad es fácil. Dado que es una variable que constituye una tendencia, es suficiente proyectar que la tasa de crecimiento del año en curso es igual que la tasa de crecimiento del año anterior (dato disponible). Respecto a las horas trabajadas, dado que están en formato trimestral, se puede proyectar su crecimiento como el promedio del crecimiento de los tres primeros trimestres del año en curso respecto al mismo trimestre del año anterior. Respecto a la cantidad de ocupados, estos se pueden estimar para el año en curso calculando la tasa de crecimiento promedio de los meses disponibles (hasta Agosto, usualmente) respecto al mismo mes del año anterior.

Respecto al stock de capital neto, Cuentas Nacionales publica datos de Formación Bruta de Capital Fijo (encadenado, referencia 2013), como medida de la inversión para el año anterior (t-1). Junto con esto, hasta el año anterior (t-1) hay datos del Consumo de Capital Fijo o depreciación, y dividiendo por el stock de capital neto del año anterior al citado (t-2) se obtiene el porcentaje de depreciación (δ) para ese año, lo que permite asumir que la depreciación (%) del año en curso es igual a la del año anterior. El resto es seguir la típica ecuación de movimiento de capital:

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

⁵ Si se tiene disponible la versión de Septiembre, se tendrá un intervalo de crecimiento del PIB estimado para el año. Si se tiene disponible la versión de Diciembre, se tendrá una estimación puntual del crecimiento del PIB para el año.

b. PTF Agregada sin Minería

Para el crecimiento del PIB sin minería, se cuentan con 3 fuentes disponibles para el año en curso: con el crecimiento de los tres primeros trimestres del PIB a costo de factores sin minería (volumen a precios del año anterior encadenado), con los tres primeros trimestres de la serie del IMACEC sin minería (con los que se puede calcular el promedio de las tasas de crecimiento de los trimestres disponibles respecto al mismo mes del año anterior) y la última estimación del tercer trimestre del año en curso de la Encuesta de Expectativas Económicas (EEE) para el PIB sin minería. En general, se opta por utilizar la estimación de la EEE, aunque como se puede ver (para el caso de 2018), no hay grandes discrepancias entre estas fuentes:

ESTIMACIONES PIB AGREGADO SIN MINERÍA (Ejemplo valores 2018)		
1	IMACEC no minero, primeros 3 trimestres (promedio)	4,0%
2	Encuesta de Expectativas Económicas (EEE)	4,0%
3	PIB encadenado sin minería, primeros 3 trimestres (promedio)	4,0%
Cifra usada (EEE)		4,0%

Para las series de empleo, al tener datos mensuales de la NENE del INE (hasta Agosto del año en curso) se estima que el crecimiento del empleo sin minería (resta entre total y minero, ambos obtenidos del INE) como el promedio de las tasas de crecimiento de los meses disponibles del año en curso respecto al mismo mes del año anterior. Respecto a las horas, estas se obtienen por extrapolación e interpolación simple de las horas sin minería de la encuesta CASEN.

Para el stock de capital neto sin minería, se requiere estimar cifras de stock de capital de minería. Para esto, se utiliza las cifras de stock de capital neto y consumo de capital fijo para el último año disponible, y las series de Formación Bruta de Capital fijo (volumen encadenado) como medida de inversión para estimar el Stock de Capital Neto de acuerdo con la ecuación de movimiento de capital de la economía agregada (citada anteriormente). Para los años en que no se disponga de datos de Formación Bruta de Capital Fijo, el crecimiento se proyecta con el crecimiento de la serie Inversión en Planta y Equipo (medidos en UF) disponible en el Banco Central de Chile, la cual está disponible hasta el segundo trimestre del año en curso.

Para el ajuste de intensidad de uso de capital, tanto en base a asalariados (CNP) como en base a desempleo (DIPRES), se proyectan las cifras que componen estos ajustes (asalariados, fuerza de trabajo y desempleo) utilizando la tasa de crecimiento promedio de los meses disponibles del año en curso respecto al mismo mes del año anterior. El valor de desempleo natural (utilizado en el ajuste DIPRES) se asume igual al del año anterior, mientras que el valor tendencial de asalariados sobre fuerza de trabajo se asume que la tasa de crecimiento para el año en curso es igual que para la del año anterior.

a. PTF Sectorial

Para la estimación de PTF sectorial del año anterior se disponen de cifras para cada variable, excepto de stock de capital (a veces, tampoco se disponen de cifras de esta variable para años anteriores al señalado). Por ello, a falta de cifras de stock de capital sectorial para el año anterior (se publican con dos años de rezago por el Banco Central de Chile), se asume que

para los sectores diferentes a minería es igual a la tasa de crecimiento del stock de capital sin minería.