



ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE LA ECONOMÍA CHILENA

Álvaro Aguirre, Rosario Aldunate, Agustín Arias, Javiera Azócar, Mario Canales, David Coble, Gabriela Contreras, Andrés Fernández, Jorge Fornero, Ignacio Gallardo, Benjamín García, Camila Gómez, Juan Guerra-Salas, Daniel Guzmán, Federico Huneeus, Bernabé López-Martín, Matías Solorza, Manuel Taboada

Esta minuta documenta la actualización de las estimaciones de los parámetros estructurales para la economía chilena realizados por el Banco Central de Chile con ocasión de su Informe de Política Monetaria de Junio de 2021. El primer capítulo contiene los detalles de la actualización del crecimiento del PIB tendencial; el segundo presenta los resultados del PIB potencial; y el tercero aquellos de la tasa de interés neutral.

Capítulo 1. Crecimiento Tendencial para el periodo 2021-2050 y Análisis de Productividad con Microdatos

La presente estimación de crecimiento tendencial hace uso de la metodología propuesta en el documento “Crecimiento tendencial: proyección de mediano plazo y análisis de sus determinantes”, publicado por el Banco Central de Chile en septiembre de 2017 (Banco Central de Chile, 2017). La estimación realizada en 2019 (Aldunate *et al.*, 2019) incorporó al análisis de crecimiento tendencial los efectos del flujo inmigratorio que la economía chilena experimentó en los últimos años.

En esta actualización, los cambios en la estimación del crecimiento tendencial se deben principalmente a una reevaluación del crecimiento esperado de la PTF. Esta reevaluación se basa en la actualización de la estimación del BCCh, en la recopilación de información de fuentes externas para Chile y otras economías, y en el análisis de microdatos provenientes de registros administrativos.

La estimación de crecimiento tendencial se refiere a la capacidad productiva de la economía, mediante una evaluación de mediano y largo plazo del producto y los factores que lo componen. Aunque las fluctuaciones transitorias típicamente se ignoran, la presente estimación parte del año 2020, en que la economía chilena ha enfrentado la crisis provocada por la pandemia del COVID-19. En esta situación extrema, variables clave para el crecimiento de largo plazo, como tasas de participación y horas trabajadas, parten con valores deprimidos, lo que exige la implementación de supuestos respecto a su recuperación en los próximos años. Esta minuta también detalla los supuestos respecto a la recuperación de la capacidad productiva.

La primera sección de este capítulo presenta la estimación de crecimiento tendencial mediante el uso de datos macroeconómicos, mientras la segunda sección presenta un análisis de la productividad a nivel de firma, haciendo uso de los microdatos anonimizados disponibles de registros administrativos.



1. Crecimiento tendencial

1.1. Metodología central y resumen de resultados

La estimación del crecimiento tendencial utiliza un enfoque de función de producción Cobb-Douglas para el PIB no minero (Y), que se determina por tres factores de producción: stock de capital físico (K), trabajo (\tilde{L}) y productividad total de factores (PTF): $Y = PTF * K^\beta * \tilde{L}^{(1-\beta)}$, donde $(1 - \beta)$ representa la razón entre los ingresos de los trabajadores y el PIB.¹ El factor trabajo, a su vez, tiene tres componentes: horas trabajadas (H), fuerza laboral (L) y capital humano (Q), de modo que $\tilde{L} = H * L * Q$. El crecimiento tendencial del PIB no minero se obtiene al proyectar la evolución de los factores que lo determinan. Al igual que en ejercicios anteriores, la proyección de crecimiento tendencial del PIB total a diez años se obtiene al combinar la proyección de crecimiento tendencial del PIB no minero con una proyección externa de PIB minero.

En el escenario central, el crecimiento tendencial del PIB no minero estimado para los próximos diez años (2021-2030) es de 2,9%. Para el más largo plazo, periodo 2021-2050, el crecimiento promedio es 1,7%. El promedio a diez años es sustancialmente mayor que el promedio a 2050 debido a la recuperación de la capacidad productiva de la crisis del COVID-19, que se concentra en los años 2021 y 2022, dos periodos que tienen más peso en el promedio a diez años que en el promedio a 2050. De hecho, en el segundo quinquenio de la próxima década (2026-2030), cuando la economía ya se ha recuperado de la crisis, el crecimiento promedio del PIB no minero ya es de 1,7%. Estas proyecciones son menores que las obtenidas en 2019, cuando se estimaba que el PIB no minero crecería 3,5% en el periodo 2019-2028 y 2,9% en el periodo 2019-2050.

Para el caso del PIB total, el crecimiento tendencial promedio para los próximos diez años (2021-2030) se proyecta en 2,8% promedio. Esta proyección es 0,6pp menor que la realizada en 2019 para el periodo 2019-2018 (3,4%).

1.2. Estimación del crecimiento histórico de la productividad total de factores (PTF)

En estimaciones previas, el crecimiento histórico de la PTF se ha considerado un indicador importante para su evolución futura. Con la metodología de función de producción neoclásica, el crecimiento histórico de la PTF se obtiene de manera residual: al contar con datos de crecimiento del producto no minero y de los factores trabajo y capital, ajustados por su intensidad de uso, es posible inferir el crecimiento de la PTF consistente con la función de producción. En la lectura de los datos históricos, el ajuste por intensidad de uso de los factores trabajo y capital se hace utilizando datos de empleo en lugar de fuerza laboral, y ajustando el stock de capital por un índice de uso de energía eléctrica. En esta sección se documentan las fuentes de información que se usan para este análisis, las revisiones que han sufrido los datos, y los resultados del crecimiento histórico de la PTF.

¹ Siguiendo los resultados presentados en Banco Central de Chile (2017), $\beta = 0,5$.



El análisis emplea datos anuales para el periodo 1997-2020. El PIB real no minero a precios de mercado y el stock de capital real no minero provienen de cuentas nacionales.² Además, para la inferencia del crecimiento histórico de la PTF, el stock de capital se ajusta por su intensidad de uso, que se aproxima mediante datos de uso de energía eléctrica que provienen del Sistema Interconectado Central (SIC) y del Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Asimismo, es necesario ajustar la fuerza laboral por su intensidad de uso para la inferencia del crecimiento histórico de la PTF, por lo que se usa el empleo excluyendo el sector minero. La serie de horas se refiere al promedio anual de horas semanales trabajadas en el sector no minero. Los datos de empleo y horas provienen de las encuestas de empleo del Instituto Nacional de Estadística (INE). El índice de capital humano contempla el porcentaje de ocupados en cada categoría educacional ajustado por el premio salarial promedio respecto al grupo de menor educación. Este índice se calcula con datos de la encuesta CASEN.³

El gráfico 1.1 muestra la tasa de crecimiento de los factores trabajo y capital, ajustados por su intensidad de uso. El factor trabajo (horas por empleo por capital humano) muestra una fuerte caída en el año 2020, de más de 15%, asociada a la crisis provocada por el COVID-19. Esto ocurre a pesar de que el empleo en 2020 tiene una corrección que hace uso de la información sobre empleo asalariado dependiente proveniente de registros administrativos (Administradora de Fondos de Cesantía y Administradoras de Fondos de Pensiones), que sugiere que la caída del empleo asalariado es menor que la recogida por la encuesta de empleo, y que la recuperación ha sido más acelerada.⁴ El punto en el gráfico indica la caída del factor trabajo sin este ajuste. El gráfico 1 también muestra una caída importante, aunque menos intensa, del factor capital (stock de capital por índice de uso de energía eléctrica) en 2020.

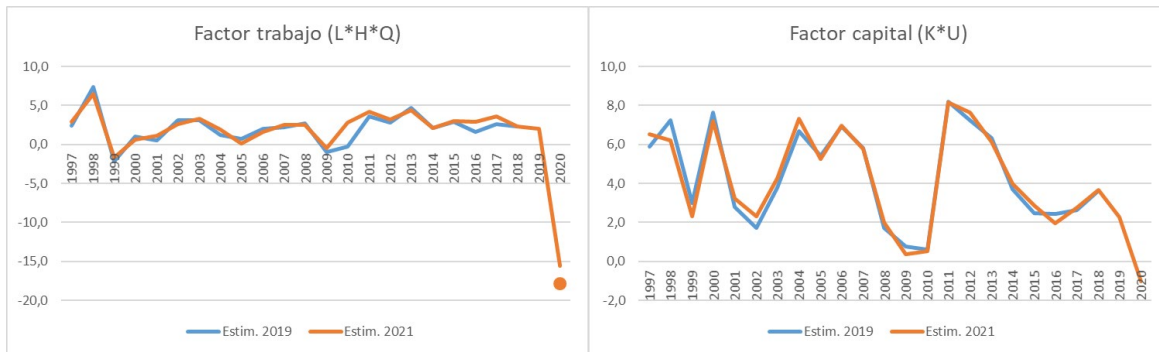
² El crecimiento del producto en 1997 emplea el PIB resto en lugar del PIB no minero, por disponibilidad de información. El stock de capital real de cuentas nacionales está disponible hasta 2019. El valor de 2020 se estima con el dato de inversión bruta no minera y un valor de 4,6% para la tasa depreciación del capital, que corresponde al promedio entre 1996 y 2018. La tasa de depreciación se estima como el ratio entre el consumo de capital fijo real y el stock de capital neto real.

³ Específicamente, el índice de capital humano Q se calcula de la siguiente manera: $Q = \sum_{i=1}^7 \left(\frac{w_i}{w_1} \right) \cdot \left(\frac{L_i}{L} \right)$, donde el índice i se refiere al nivel educacional, $\left(\frac{L_i}{L} \right)$ es el porcentaje de empleados en el nivel i , y $\left(\frac{w_i}{w_1} \right)$ es el premio salarial promedio que los individuos con nivel educacional i reciben por sobre los individuos con el menor nivel de educación. En esta actualización, todavía no se cuenta con datos de la encuesta CASEN 2019, por lo que se usan datos que terminan en 2017. En adelante, se usan las proyecciones del ejercicio anterior (Aldunate *et al.*, 2019). Los premios salariales promedio se refieren al periodo 1990-2015.

⁴ Según los datos de la NENE, el empleo en el sector no minero cayó 12,7% en 2020. El ajuste que hace uso de información de registros administrativos imputa una caída de 10,4%.



Gráfico 1.1: Tasas de crecimiento de los factores trabajo y capital



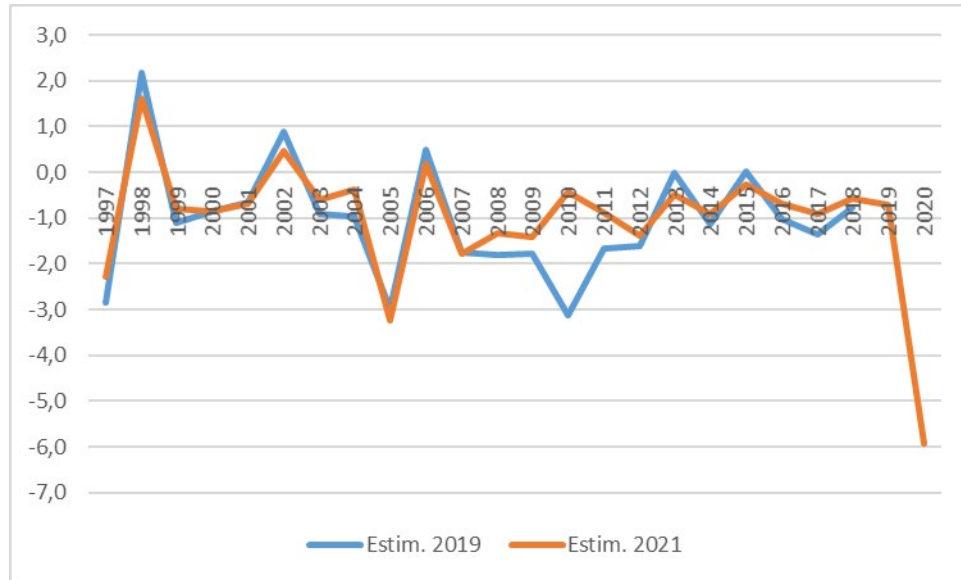
El gráfico 1.1 también compara las series empleadas en la presente estimación con las correspondientes al ejercicio anterior (Aldunate *et al.*, 2019). Aunque los datos sobre el factor capital son prácticamente los mismos, los datos sobre el factor trabajo han sufrido revisiones que merecen explicación. La principal revisión tiene que ver con los datos de horas trabajadas. El gráfico 1.2 muestra la tasa de crecimiento de las horas trabajadas en la presente estimación y en el ejercicio anterior, y revela una revisión importante alrededor de 2010, así como en los años 2016-2018. Estas revisiones se deben a los cambios en los factores de expansión históricos de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE) para adecuarse a la población del Censo de 2017, y a un nuevo empalme, realizado en el BCCh, de los datos de la NENE, que parte en 2010, con la antigua Encuesta Nacional de Empleo (ENE).⁵ Al adecuarse a la población del Censo de 2017, el ajuste de los factores de expansión históricos de la NENE permite capturar de manera más precisa el influjo migratorio que Chile ha recibido en los últimos años.⁶

⁵ El empalme anterior, también realizado por el BCCh, entre la ENE y la NENE se construía a partir del trimestre móvil diciembre-enero-febrero 2010 usando datos no desestacionalizados. La serie resultante tenía una caída en las horas trabajadas que no era consistente con el desarrollo del mercado laboral para ese año. El nuevo empalme se realiza a partir del trimestre móvil enero-febrero-marzo 2010 usando datos desestacionalizados de ambas encuestas.

⁶ Como se discute más adelante, las proyecciones de fuerza laboral, que dependen de la evolución de la población en edad de trabajar y por lo tanto de supuestos sobre el flujo inmigratorio, usan la misma información disponible en la estimación anterior (Aldunate *et al.*, 2019): las proyecciones de población del INE de diciembre 2018. Todas las proyecciones de esta actualización se basan en esta información. La estimación pasada analizó la sensibilidad de las proyecciones a escenarios alternativos de inmigración.

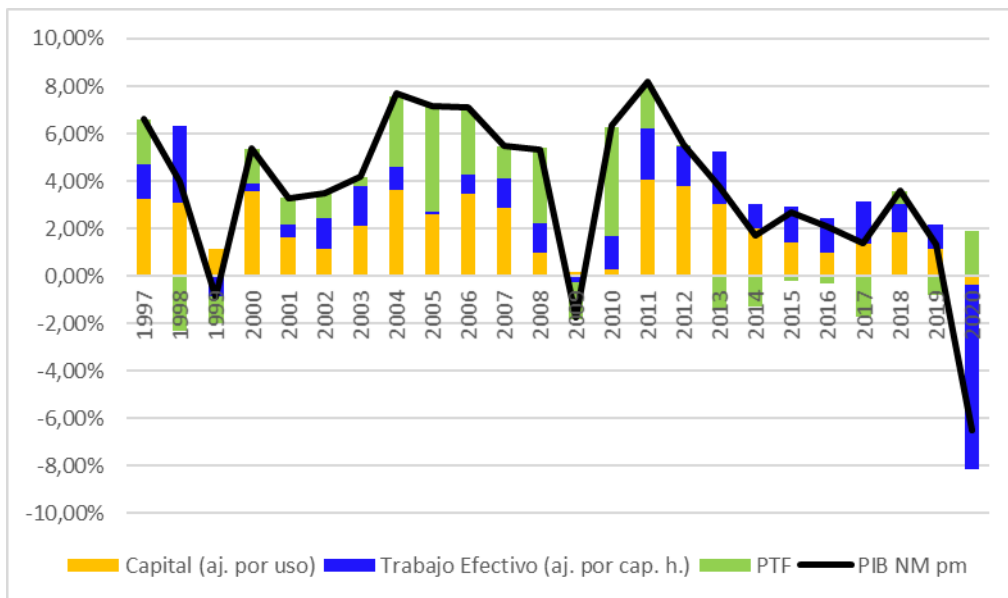


Gráfico 1.2: Tasa de crecimiento de las horas trabajadas



Como se mencionó anteriormente, el crecimiento histórico de la PTF se obtiene de manera residual: a la luz de la función Cobb-Douglas, el crecimiento de la PTF explica la variación del PIB no minero que no puede explicarse por el crecimiento de los factores capital y trabajo ajustados por su intensidad de uso. El resultado de la descomposición del crecimiento del PIB no minero mediante el método de función de producción se presenta en el gráfico 1.3.

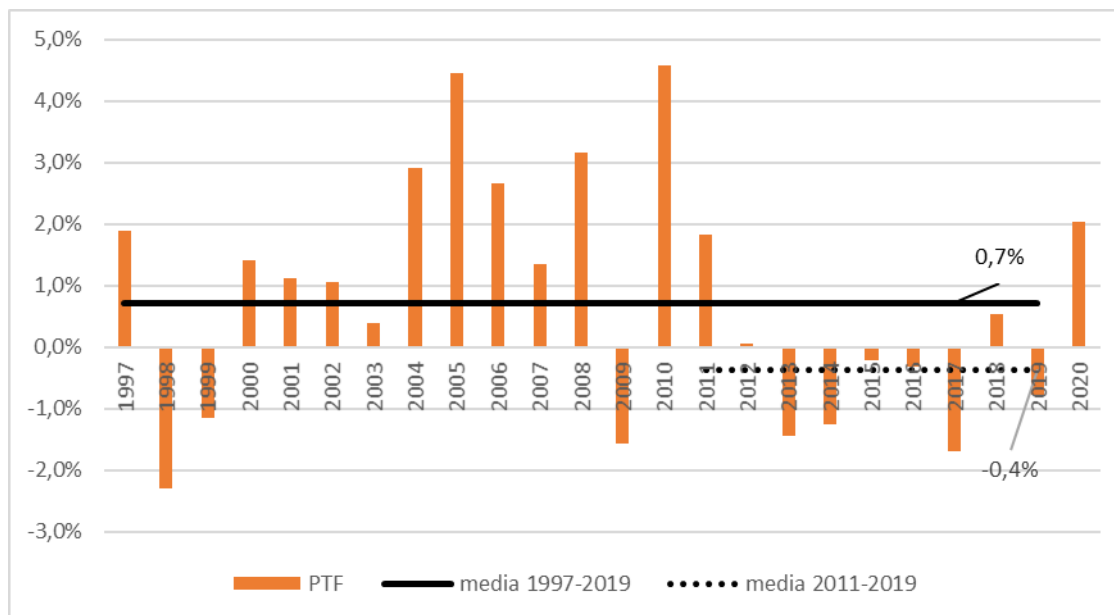
Gráfico 1.3: Descomposición del crecimiento del PIB no minero





El gráfico 1.4 muestra el crecimiento de la PTF no minera entre 1997 y 2020. Aunque su crecimiento promedio es 0,7% entre 1997 y 2019, este valor alcanza -0,4% en los últimos nueve años (2011-2019).⁷ Estos bajos registros de crecimiento de la productividad motivan la recopilación de evidencia adicional sobre el desempeño de la PTF, tanto para Chile como para otras economías.

Gráfico 1.4: Crecimiento de la PTF del sector no minero



1.3. Evidencia adicional sobre la PTF en Chile y otras economías

Evidencia adicional sobre la PTF en Chile

En la última década, los registros de crecimiento de la PTF en Chile han sido bajos o incluso negativos, salvo pocas excepciones. Esta sección recaba evidencia adicional sobre la PTF en Chile haciendo uso de fuentes externas.

En particular, se consideran las series de PTF para Chile proporcionadas por cinco fuentes externas, como se detalla en la tabla 1.1. La serie de la Comisión Nacional de Productividad (CNP) (Comisión Nacional de Productividad, 2019), que se refiere al periodo 1990-1997, es la única que excluye al sector minero. Aunque el resto de las series se refieren a la PTF agregada, tienen una correlación

⁷ El año 2020 se excluye de estos promedios por ser un año atípico, en el que la PTF exhibió un incremento en un contexto de elevada destrucción de empleo. Esto contrasta con experiencias pasadas en las que periodos recesivos o de desaceleración han sido acompañados por caídas en la PTF. Típicamente, las empresas tratan de mantener el empleo por las dificultades asociadas a recontratar trabajadores después de la crisis (un fenómeno conocido como *labor hoarding*), lo que conduce en general a una caída de la productividad.



relativamente alta con el crecimiento de la PTF calculado por el BCCh y presentado en la sección anterior. El coeficiente de correlación entre la serie del BCCh y de la CNP es 0,53, mientras que este coeficiente alcanza 0,82 y 0,59 cuando se compara la serie del BCCh con las series de *Penn World Table* (Feenstra *et al.*, 2015)⁸ y la proporcionada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Fernández-Arias, 2017), respectivamente. La serie del proyecto LAKLEMS (LAKLEMS, 2019) es la única que tiene una correlación prácticamente nula con la serie del BCCh.⁹ Por último, la serie desarrollada por Bergoing *et al.* (2002) se refiere al periodo 1981-2000, que casi no coincide con el de la estimación del BCCh.

Tabla 1.1: Fuentes externas sobre el crecimiento de la PTF en Chile

Fuente	Periodo	Correl. BCCh (1)
Comisión Nacional de Productividad (2)	1990-2020	0,53
Penn World Table	1955-2019	0,82
IDB (Fernández-Arias update)	1961-2017	0,59
Proyecto LAKLEMS	1991-2016	-0,08
Bergoing et al (2002)	1981-2000	NA

(1) Coeficiente de correlación con el crecimiento de la PTF de la actual estimación.

(2) También se refiere al crecimiento de la PTF sin minería. El resto de las medidas se refieren a la PTF total.

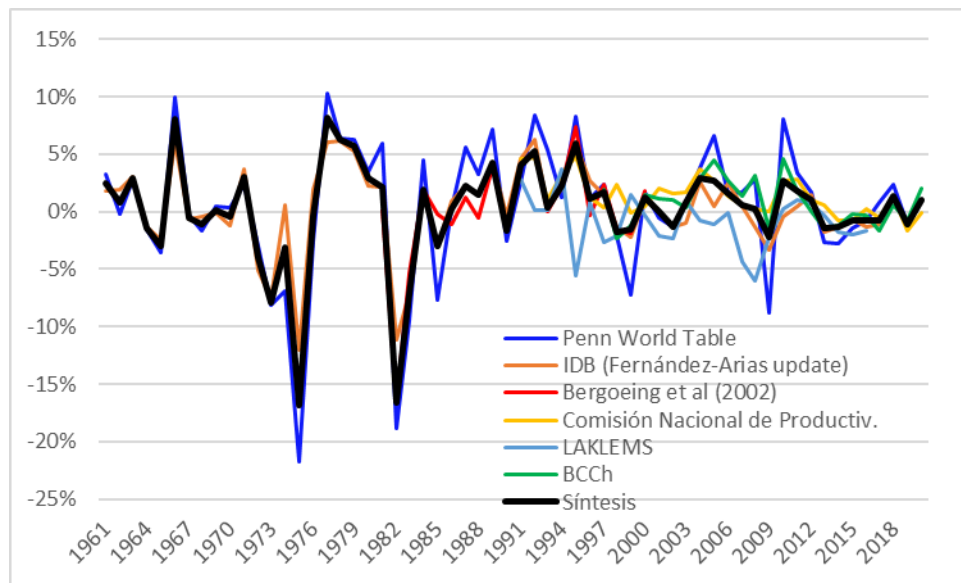
El gráfico 1.5 muestra el crecimiento de la PTF de las cinco fuentes externas, así como la estimada por el BCCh. Esta información se sintetiza en un indicador, descrito por la línea negra gruesa, que toma, para cada año, la mediana del crecimiento de la PTF de los datos disponibles. Esta medida sintética permite analizar la evolución de la PTF desde la década de 1960. Por supuesto, al ser una combinación de series construidas con distintas metodologías, debe ser tomada con cautela. También es importante notar que la medición de la PTF, al hacerse de manera residual, es más desafiante en periodos más antiguos, por la menor disponibilidad de información para ajustar la medición de los factores de producción por su intensidad de uso. La medida sintética de crecimiento de la PTF en Chile experimentó caídas fuertes a inicios de los años 70 y 80, periodos de actividad económica deprimida. También se aprecia un alto crecimiento de la PTF desde fines de los 80 hasta mediados de los 90.

⁸ La serie de PTF de *Penn World Table* es la llamada *rwtfpna: welfare-relevant TFP index*.

⁹ La serie de PTF del proyecto LAKLEMS se diferencia de otras estimaciones en que se hace un ajuste al stock de capital para tratar de incorporar tecnologías de información y comunicación.



Gráfico 1.5: Crecimiento de la PTF en Chile según distintas fuentes



Una mirada a los últimos 30 años, que excluye los periodos de altísima volatilidad de los 70 y 80, muestra que la PTF ha experimentado un crecimiento decreciente en Chile. El panel izquierdo del gráfico 1.6 muestra la evolución de un promedio móvil de la medida sintética de crecimiento de la PTF en la línea negra gruesa. Este promedio móvil se calcula cada tres años de manera centrada, de modo que el valor que toma en el año t es igual al promedio entre los años $t-1$, t y $t+1$, con lo que se obtiene una medida que suaviza la volatilidad de la serie original. La serie punteada, que ajusta una tendencia lineal al promedio móvil, muestra una caída gradual de la PTF en los últimos 30 años. El panel derecho del gráfico 1.6 muestra el promedio móvil de 10 años de la medida sintética de crecimiento de la PTF. Para cada año t , el valor que toma esta serie es el promedio entre los años $t-9$ y t de la medida sintética. Al considerar promedios más largos, que suavizan las fluctuaciones transitorias, también se observa una tendencia a la baja en el crecimiento de la PTF. La tabla 1.2 muestra promedios quinquenales de la medida sintética, de la estimación del BCCh y de la serie de la CNP. Nuevamente, promedios más largos destacan la caída en el crecimiento de la PTF.

Gráfico 1.6: Resultados adicionales sobre la dinámica de la PTF en Chile

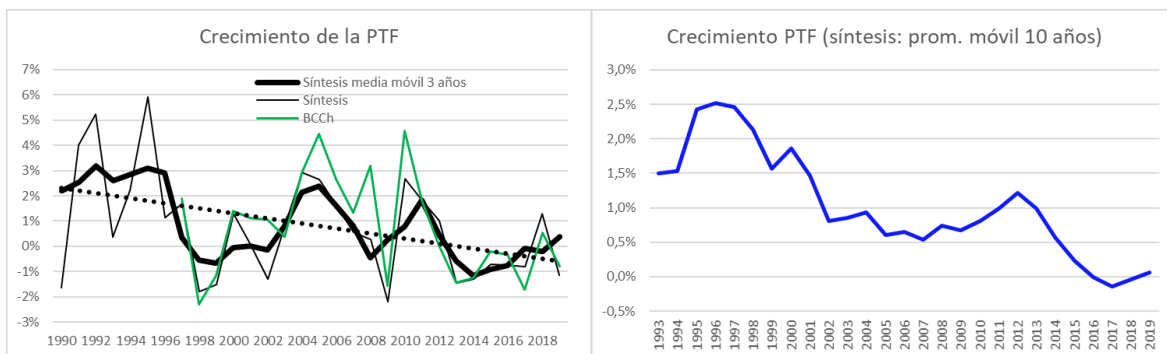




Tabla 1.2: Crecimiento de la PTF en Chile: promedios quinquenales

	Crecimiento de la PTF: promedios quinquenales					
	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Síntesis	3,5%	0,2%	1,0%	0,6%	-0,1%	-0,1%
BCCh		0,0%	2,0%	2,0%	-0,2%	0,0%
CNP	3,7%	0,9%	2,3%	1,0%	0,6%	-0,2%

Para analizar la dinámica de la PTF de manera más formal, a continuación se presentan resultados de regresiones simples en las que la medida sintética de crecimiento de la PTF (promedio móvil de 3 años centrado) se modela como función de: a) una constante, b) una tendencia lineal, c) una medida de ciclo económico o precio del cobre, y d) una medida de expansión de la inversión minera. La muestra contempla el periodo 1990-2019.

La tabla 1.3 contiene los resultados de estas regresiones. Las columnas (1) y (2) muestran regresiones que difieren en la tercera variable explicativa. En la columna (1), la tercera variable explicativa es un indicador de ciclo económico, mientras en la columna (2), la tercera variable explicativa es el precio real del cobre. Los resultados principales del análisis de regresión son los siguientes:

- El crecimiento de la PTF tiene una tendencia negativa estadísticamente significativa.
- El crecimiento de la PTF está asociado al ciclo económico (regresión 1). El indicador de ciclo económico en esta regresión es una variable *dummy* que toma un valor de 1 en periodos de “bajo crecimiento”, definidos como años en los que el crecimiento del PIB es menor que 2,55%, que representa su valor promedio menos dos terceras partes de un desvío estándar. El resultado indica que los años de crecimiento bajo están asociados a una PTF que crece alrededor de 1pp menos que en otros periodos.¹⁰
- El crecimiento de la PTF está asociado al precio del cobre (regresión 2). El indicador de precio del cobre se refiere a la variación anual del precio nominal deflactado por el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos. El resultado indica que un aumento de 10% del precio real del cobre está asociado a un aumento de 0,2pp en el crecimiento de la PTF. Es importante notar que el precio del cobre es altamente volátil, con un desvío estándar de 25%.
- El crecimiento de la PTF no parece estar asociado a periodos de expansión de la inversión en el sector minero. El indicador de expansión de inversión minera se modela como una variable *dummy* que toma un valor de 1 en los años en los que la inversión minera representa más que 5,28% del PIB, que corresponde su valor promedio más un desvío estándar. De acuerdo con esta definición, la inversión minera es elevada entre los años 2011 y 2014, periodo en que el crecimiento de la PTF ya muestra una importante desaceleración.¹¹

¹⁰ Los resultados son robustos al uso del crecimiento anual del PIB como variable de ciclo económico.

¹¹ Los resultados son robustos al usar una definición alternativa que considera la tasa de crecimiento de la inversión minera: una variable *dummy* que toma un valor de 1 en años en los que el crecimiento de la



Tabla 1.3: Análisis de regresión de la dinámica de la PTF en Chile

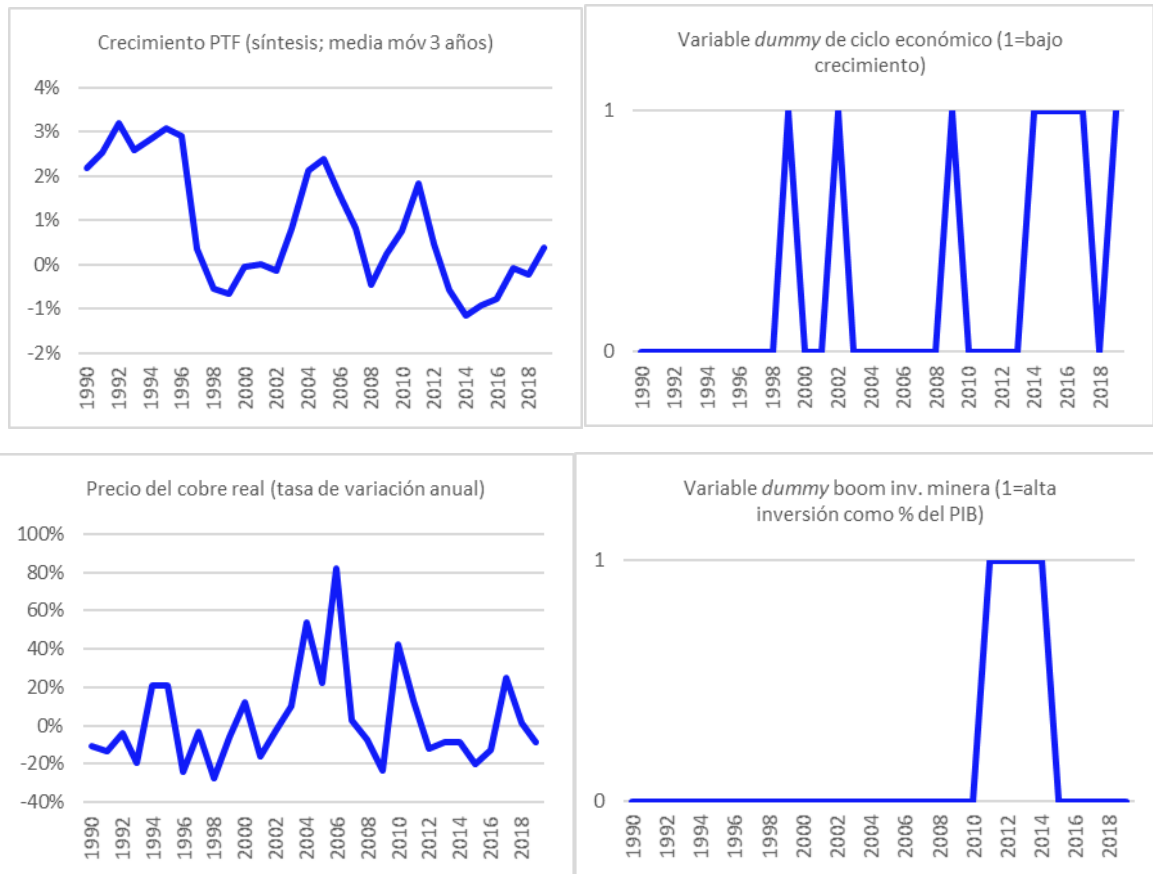
Variable dependiente: Síntesis (media móvil 3 años)		
Muestra: 1990-2019		
Variable	(1)	(2)
Constante	4.83*** (1.55)	6.29*** (1.53)
Tendencia	-0.07** (0.03)	-0.11*** (0.03)
Ciclo económico	-1.01*** (0.34)	
Precio cobre		0.02*** (0.004)
Boom minería	-0.16 (0.45)	0.35 (0.51)
R2 ajustado	0.43	0.47

El gráfico 1.7 muestra la evolución de las cuatro series empleadas en la estimación de las regresiones antes descritas.

inversión minera es mayor que 23,06%, que representa su crecimiento promedio más dos terceras partes de un desvío estándar.



Gráfico 1.7: Series empleadas en la estimación de regresiones sobre la PTF en Chile

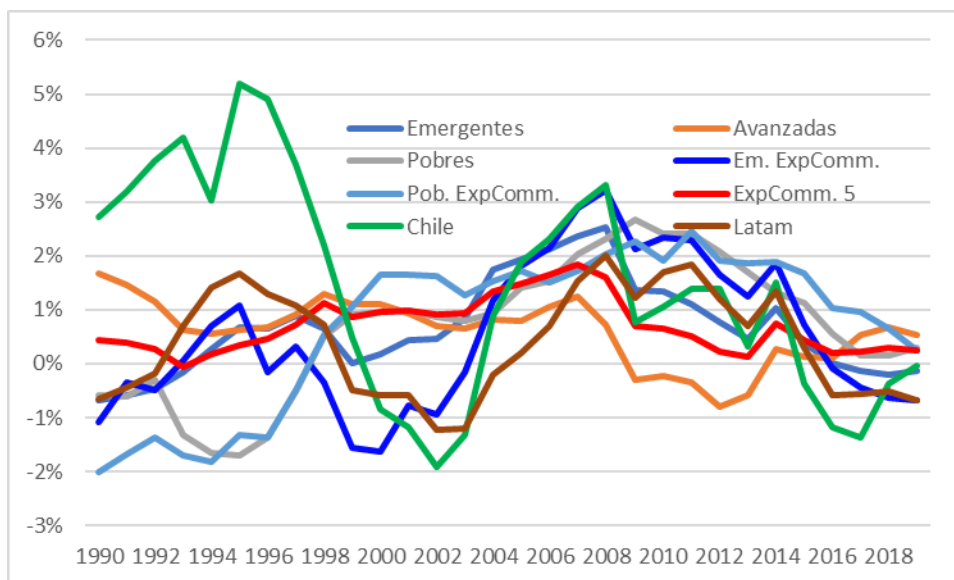


Evidencia adicional sobre la PTF en otras economías

La caída de la PTF no es exclusiva a Chile, sino que es un fenómeno global. El gráfico 1.8 muestra la dinámica del crecimiento de la PTF, expresada como un promedio móvil de 5 años, para distintos grupos de países. La fuente es *Penn World Table*, la base con mayor cobertura geográfica. El crecimiento de la PTF ha sido bajo desde los años 90, tanto en economías avanzadas, emergentes y pobres, como en otras categorías de países, como exportadores de materias primas y países de América Latina.



Gráfico 1.8: Crecimiento de la PTF (prom. móvil 5 años) en distintos grupos de países



La fuente es Penn World Table. Para cada año, se toma la mediana del crecimiento de la PTF en cada grupo de economías; después se toma el promedio móvil de 5 años. Economías avanzadas, emergentes y pobres se clasifican según el criterio usado por el Fondo Monetario Internacional en el World Economic Outlook. El grupo Latam incluye 21 países de América Latina: Arg, Bol, Bra, Col, Cri, Dom, Ecu, Grd, Gtm, Guy, Hnd, Hti, Jam, Mex, Nic, Pan, Per, Pry, Sur, Ury, Ven. El grupo ExpComm. 5 agrupa a cinco economías exportadoras de materias primas: Australia, Canada, Nueva Zelanda, Noruega y Sudáfrica. Los otros grupos de países exportadores de commodities se definen según el criterio de exportador de commodities de Aslam et al. (2016).

Al ser un fenómeno global, el bajo crecimiento de la PTF ha sido objeto de varios estudios. La mayor parte de la literatura se enfoca en el desempeño de los Estados Unidos y otros países desarrollados, especialmente después de la crisis financiera de 2008. Se han propuesto diversas explicaciones para el bajo crecimiento de la PTF, que abarcan temas relacionados con su medición, así como con causas más fundamentales, entre las cuales se puede mencionar los efectos persistentes de una débil demanda global (Summers, 2015), el aumento en los costos de nuevas innovaciones (Gordon y Sayed, 2019), demoras entre la aparición de nueva tecnología y su implementación (Brynjolfsson et al., 2019), y la obstrucción de firmas incumbentes a la innovación de firmas entrantes (Aghion et al., 2019; Akcigit y Ates, 2021).

Fuera de las economías avanzadas, la literatura sobre el bajo crecimiento de la PTF es más escasa, aunque un reporte reciente del Banco Mundial (Dieppe, 2020) muestra que la desaceleración de la productividad no solo ha ocurrido en países desarrollados, sino también en países en vías de desarrollo. Este reporte también ubica a la crisis global de 2008 como el punto de partida del declive. El reporte argumenta que alrededor de la mitad de la desaceleración de la productividad por trabajador de países en vías de desarrollo en este tiempo se explica por caídas en la PTF, aunque para el caso de América Latina, casi la totalidad de la caída de la productividad laboral se explica por la PTF. Entre los determinantes de la caída en productividad y PTF analizados por el reporte citado, destacan en países en vías de desarrollo destacan una caída en el crecimiento de la población en

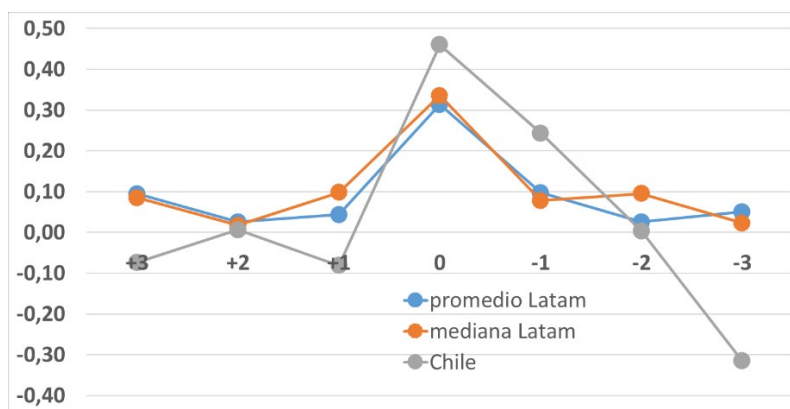


edad de trabajar, la estabilización del desarrollo educacional, un menor desarrollo financiero e institucional, y la menor expansión de cadenas de valor globales, que afectaría a la innovación.

Tomada en conjunto, la evidencia recogida en esta sección, sobre el desempeño de la PTF en Chile y otras economías para un horizonte más amplio, sugiere que su crecimiento ha seguido una trayectoria decreciente. Esta evidencia es un insumo importante en la construcción de los escenarios de proyección de crecimiento tendencial en Chile, que como se discute en la siguiente sección, requieren de un análisis de la evolución futura de la PTF y los factores trabajo y capital.

La relación entre PTF y precios de *commodities* tampoco parece ser exclusiva de Chile. En un grupo de 18 países de América Latina, para el periodo 1990-2017, el crecimiento de la PTF tiene una correlación contemporánea promedio de alrededor de 0,3 con la variación anual de un índice de precios de *commodities* relevante para cada país.¹² El gráfico 1.9 muestra correlaciones dinámicas del crecimiento de la PTF con adelantos y rezagos del índice de precios de *commodities*. Tanto para Chile como para el conjunto de América Latina, el índice de precios de *commodities* no parece adelantar la dinámica de la PTF, pues el valor máximo de la correlación se da de manera contemporánea.

Gráfico 1.9: Correlación entre el crecimiento de la PTF e índices de precios de *commodities* en América Latina



Países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela. Series de PTF de *Penn World Table*. Series de precios de materias primas en base a actualización de Fernández *et al.* (2018). La muestra cubre el periodo 1990-2017. Las series se expresan como variaciones anuales antes de tomar el coeficiente de correlación. “+1” implica que series de precios de materias primas se anticipan a series de PTF.

La literatura ha estudiado extensamente la relación entre precios de *commodities* y PTF. Un canal tradicional postula que aumentos en precios de materias primas generan desindustrialización (enfermedad holandesa), debido a la reasignación de recursos desde el sector transable al no transable (Krugman, 1987; Sachs y Warner, 1995). Si, además, el sector transable es el motor de la

¹² Los índices de precios de *commodities* provienen de Fernández, González y Rodríguez (2018). Estos índices reflejan las características de cada país, por lo que toman en cuenta que no todos los *commodities* experimentaron movimientos de manera sincronizada.



innovación tecnológica, la PTF debería verse afectada negativamente por aumentos de precios de *commodities*. Sin embargo, la evidencia respecto a este canal es poco concluyente, pues el efecto de los recursos naturales es contingente en la calidad de las instituciones políticas (Van der Ploeg, 2011).

Análisis más recientes de la relación entre precios de *commodities* y PTF contemplan la posibilidad de una relación positiva, especialmente con sectores no transables. Bjornland y Thorsrud (2016) permiten la existencia de *spillovers* entre el sector de recursos naturales y el resto de la economía, y estiman un modelo para Noruega y Australia para verificar la existencia de estos factores adicionales. Encuentran que un *boom* de *commodities* aumenta la productividad en el resto de los sectores de la economía, principalmente del sector no transable. Asimismo, Kataryniuk y Martínez-Martín (2019) verifican que la PTF crece en países exportadores de *commodities* cuando el precio de estos aumenta. Sus resultados se refieren a un conjunto grande de países emergentes entre 1992 y 2014.

Para el caso de Chile, García-Cicco y De la Huerta (2016) estiman el efecto del precio del cobre sobre la PTF agregada y encuentran efectos pequeños. Al descomponer la PTF entre sectores encuentran que en el agregado se compensa una caída en la PTF industrial con un aumento en la PTF del sector no transable.

1.4. Proyección de crecimiento tendencial

La proyección de crecimiento tendencial del PIB no minero se obtiene proyectando el crecimiento de cada uno de sus factores, es decir, la PTF, el factor trabajo y el factor capital. La proyección de crecimiento tendencial del PIB total combina la proyección del PIB no minero con un supuesto externo para la evolución futura del sector minero.

Productividad total de factores

Para el crecimiento futuro de la PTF, se considera un rango entre 0% y 0,7%. La parte baja de este rango se motiva por el bajo crecimiento reciente de la PTF en Chile, por la tendencia decreciente que muestra desde los años 90, y por tratarse de un fenómeno internacional que posiblemente refleja la influencia de causas profundas. La parte alta del rango de crecimiento de la PTF (0,7%) es el crecimiento promedio entre 1997 y 2019, obtenido mediante estimaciones del BCCh presentadas anteriormente.¹³ La crisis del coronavirus ha motivado la adopción acelerada de tecnologías y modos de organización innovadores que, en caso de generar ganancias persistentes de productividad, podrían contribuir a un crecimiento de la PTF cerca de la parte alta del rango que se considera.

Estos supuestos marcan un contraste con ejercicios previos de proyección del crecimiento tendencial (Banco Central de Chile, 2017, 2019), en los que el crecimiento promedio de la PTF se empleó como el mejor indicador de su evolución futura.

¹³ El año 2020 se excluye del promedio por tratarse de un año extremadamente atípico, caracterizado por una recesión causada por razones sanitarias que difiere de otros periodos recesivos.



La tabla 1.4 sintetiza los supuestos de proyección para el crecimiento de la PTF, que contemplan los valores mínimo y máximo de 0% y 0,7%, respectivamente, y un valor central de 0,35%.

Tabla 1.4: Escenarios de proyección de la PTF

PTF	2021-2030	2021-2050
Productividad alta	0,7%	0,7%
Productividad media	0,35%	0,35%
Productividad baja	0%	0%

Factor trabajo

Para el factor trabajo, es necesario contar con proyecciones para sus tres componentes: horas trabajadas, fuerza laboral y capital humano.

La fuerza laboral, a su vez, está determinada por la población en edad de trabajar y la tasa de participación. Como en la proyección pasada (Banco Central de Chile, 2019), la población en edad de trabajar proviene de las proyecciones demográficas del INE de diciembre de 2018, que consideran el sustancial flujo inmigratorio que Chile ha recibido.¹⁴

Además, la proyección sigue la metodología de estimaciones previas al suponer que variables como horas trabajadas, tasas de participación y niveles educacionales convergen gradualmente a niveles de la OCDE. Sin embargo, en esta oportunidad esa convergencia se retrasa en 5 años, desde 2050 a 2055, motivada por las disrupciones que ha sufrido la economía chilena desde fines de 2019 y que, probablemente, tomarán algún tiempo en disiparse.¹⁵

Por último, la circunstancia excepcional que la economía chilena atraviesa en 2020, en medio de la crisis provocada por el COVID-19, implica que variables como horas trabajadas y tasas de participación tienen un valor deprimido en el último punto de los datos observados. Esto exige realizar supuestos sobre la manera en que estas variables, y por tanto la capacidad productiva de la economía, se recuperarán de la crisis.

El gráfico 1.10 muestra la evolución de horas trabajadas anuales desde 1997, donde la caída de 2020 se hace evidente. La proyección de horas supone que se recuperan en 2022 a la tendencia

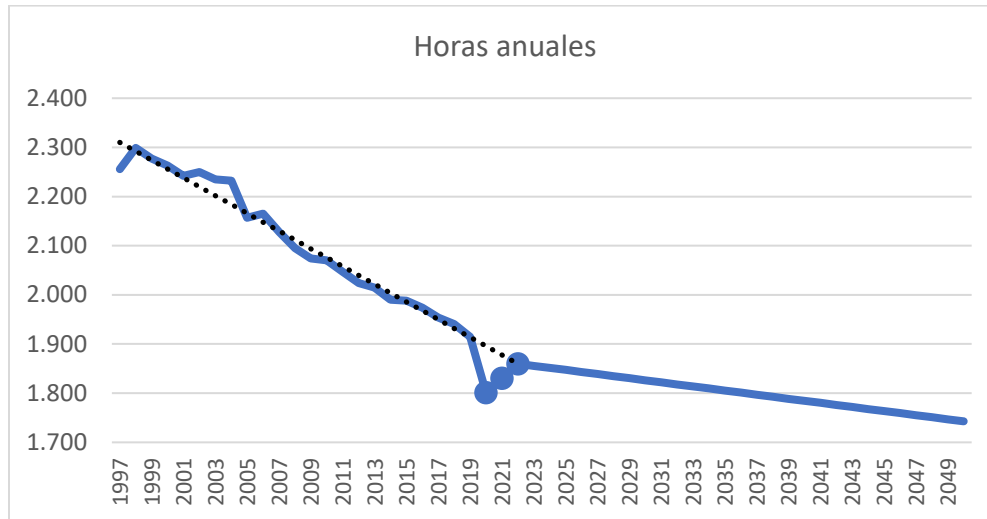
¹⁴ Hasta la publicación de esta minuta, no se cuenta con proyecciones de población actualizadas por parte del INE. La estimación anterior (Banco Central de Chile, 2019) ilustra la sensibilidad de la proyección de crecimiento tendencial a variaciones en la población en edad de trabajar como consecuencia de supuestos alternativos sobre inmigración.

¹⁵ En todo caso, la convergencia retrasada a niveles OCDE genera efectos cuantitativos muy pequeños, debido a dos efectos que prácticamente se cancelan. La convergencia de las horas trabajadas implica una tendencia decreciente, por lo que una convergencia más lenta aporta positivamente al crecimiento tendencial. Por otro lado, la convergencia de tasas de participación, especialmente femenina, y niveles educacionales implican una convergencia ascendente, por lo que una convergencia más lenta aporta negativamente al crecimiento tendencial.



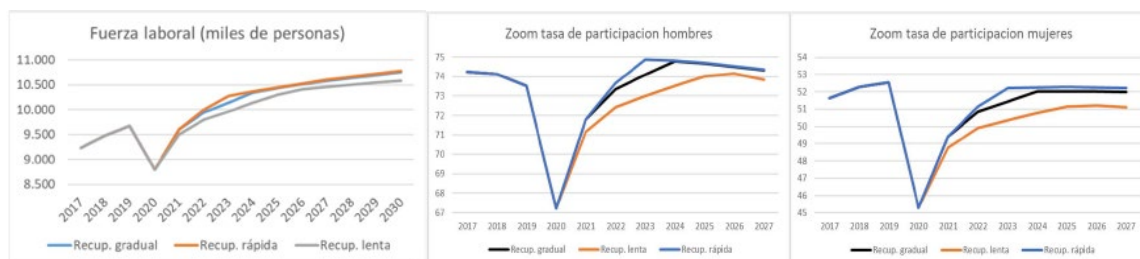
decreciente que mostraban previo a la crisis. En adelante, convergen a niveles de la OCDE.¹⁶ Este supuesto de recuperación parecería coherente con los esquemas de protección del empleo adoptados durante la crisis del COVID-19. En particular, la Ley de Protección del Empleo, que permite la suspensión transitoria de la relación laboral, contribuye a la caída observada de las horas efectivamente trabajadas en 2020. En la medida que estas relaciones laborales se reanuden luego de la crisis, el supuesto de recuperación sería razonable.

Gráfico 1.10: Evolución de las horas trabajadas en la estimación del PIB tendencial



La proyección de la fuerza laboral considera tres escenarios que difieren respecto a la velocidad de recuperación de las tasas de participación. El panel izquierdo del gráfico 1.11 muestra la evolución de la fuerza laboral en los escenarios de recuperación gradual, rápida y lenta. Los paneles de la derecha muestran los supuestos sobre las tasas de participación que inducen estas diferencias. La población en edad de trabajar sigue las proyecciones del INE en todos los escenarios.

Gráfico 1.11: Evolución de la fuerza laboral y tasas de participación en la estimación del PIB tendencial



¹⁶ Específicamente, se ajusta una tendencia lineal a la muestra 1997-2019 y se proyecta la tendencia. Se supone que para 2022, las horas han regresado al valor proyectado con la muestra 1997-2019 y que en 2021 han cerrado la mitad de la brecha.



La caída de las tasas de participación en 2020 es evidente y exige realizar supuestos sobre su recuperación. Tanto para hombres como para mujeres, las tasas se comportan de manera estable en años recientes, por lo que el punto de referencia para su recuperación es el promedio entre los años 2017 y 2019. En el escenario de recuperación rápida, un 50% de la brecha respecto al nivel precrisis se cierra en 2021, un 30% en 2022 y el 20% restante en 2023. En el escenario de recuperación gradual, el 50% de la brecha se cierra en 2021, 25% en 2022, y 12,5% en 2023 y 2024. En el escenario de recuperación lenta, 40% de la brecha se cierra en 2021, 20% en 2022, 10% en 2023, 2024 y 2025, y 5% en 2026. En este último escenario, por tanto, las tasas de participación cierran el 95% de la brecha respecto a sus niveles precrisis. Una vez que concluye la recuperación, las tasas de participación siguen su trayectoria de convergencia a niveles de la OCDE. Para el caso del escenario de recuperación lenta de las tasas de participación, que cierran el 95% de la brecha respecto a sus niveles precrisis, también se supone que convergen al 95% del nivel de las tasas de participación de la OCDE. Este es el único caso en que se contempla un efecto permanente, aunque muy pequeño, de la crisis del COVID-19. Además, este escenario de recuperación lenta se combinará con el escenario de crecimiento alto de la PTF, como se describe más adelante.

La tabla 1.5 sintetiza los escenarios de proyección del factor trabajo, con énfasis en la velocidad de recuperación de la crisis provocada por el COVID-19.

Tabla 1.5: Escenarios de proyección del factor trabajo

Factor trabajo	2021-2030	2021-2050
Recuperación rápida	2.1%	0.8%
Recuperación gradual	2.0%	0.8%
Recuperación lenta	1.9%	0.6%

Factor capital

La proyección del factor capital sigue la metodología descrita en Banco Central de Chile (2017). El stock de capital no minero en los próximos tres años (2021-23) se proyecta usando la proyección de inversión no minera del BCCh y un supuesto sobre la tasa de depreciación.¹⁷ En adelante, se supone que el stock de capital crece a la misma tasa que el PIB no minero, lo que es consistente con una senda de crecimiento balanceado. Este supuesto permite expresar la tasa de crecimiento del capital como una función del crecimiento de los otros insumos de la función de producción:

$$\Delta\%K = \frac{\Delta\%PTF}{(1-\beta)} + \Delta\%L + \Delta\%H + \Delta\%Q,$$

donde $\Delta\%$ indica el cambio porcentual de cada variable.¹⁸ La tabla 1.6 sintetiza la evolución del factor capital en la estimación del crecimiento tendencial no minero, en el escenario intermedio de crecimiento de la PTF (0,35%) y el escenario de recuperación gradual de las tasas de participación.

¹⁷ Como se explicó anteriormente, se emplea una tasa de depreciación de 4,6%, que corresponde al promedio entre 1996 y 2018.

¹⁸ En los años 2024 y 2025 se hace un ajuste gradual al supuesto de crecimiento balanceado. En 2024, el crecimiento del stock de capital es igual a 2/3 por su crecimiento de 2023 más 1/3 del que habría sido su



Tabla 1.6: Proyección del factor capital

Factor capital	2021-2030	2021-2050
PTF intermedia y recuperación gradual de tasas de participación	2.3%	1,5%

Escenarios de proyección de crecimiento tendencial del PIB no minero

Se consideran tres escenarios principales de crecimiento tendencial del PIB no minero, que difieren principalmente por los supuestos sobre la evolución futura de la PTF y la recuperación de la fuerza laboral.

Escenario A. Productividad alta y recuperación lenta de la fuerza laboral: Este escenario contempla que, si los cambios tecnológicos impulsados por la crisis del COVID-19 generan beneficios persistentes, la PTF podría crecer a la tasa promedio histórica de 0,7%. Sin embargo, las ganancias de productividad podrían tener como contraparte una menor necesidad de trabajadores, por lo que este escenario contempla la recuperación más lenta de la fuerza laboral, que concluye en 2026 y al 95% de los niveles precrisis de las tasas de participación. La combinación de productividad alta con baja necesidad de trabajadores encuentra soporte en la evidencia de los microdatos, que se discute más adelante, y muestra que para el grupo de firmas cuya productividad aumentó, el empleo también lo hizo, aunque en menor medida.

Escenario B. Productividad media y recuperación gradual de la fuerza laboral: En este escenario intermedio, se supone un crecimiento de la PTF de 0,35%, que corresponde a la mitad del rango 0%-0,7%. Además, la fuerza laboral sigue el escenario de recuperación gradual, según el cual las tasas de participación cierran la brecha respecto a sus niveles precrisis en 2024.

Escenario C. Productividad baja y recuperación rápida de la fuerza laboral: Este escenario contempla un crecimiento de la PTF de 0%, valor mínimo del rango considerado. Ante la ausencia de ganancias de productividad por disrupciones asociadas a la crisis del COVID-19, se considera una recuperación más acelerada de la fuerza laboral, según la cual las tasas de participación cierran la brecha respecto a sus niveles precrisis en 2023.

Además de estos tres escenarios principales, se consideran dos escenarios adicionales que ilustran la sensibilidad de los resultados a los supuestos sobre la convergencia de variables como horas, tasas de participación y niveles educacionales a niveles de la OCDE. Siguiendo el último ejercicio de proyección de crecimiento tendencial (Banco Central de Chile, 2019), uno de estos escenarios agrega supuestos más favorables de convergencia al escenario más optimista, mientras el otro agrega supuestos menos favorables al escenario más pesimista.

Específicamente, un escenario adicional, denominado AA, modifica el escenario A, suponiendo que las horas convergen más lentamente a niveles OCDE, cerrando solo la mitad de la brecha en 2055,

crecimiento balanceado en 2024. En 2025 se hace el mismo ajuste, aunque los ponderadores se invierten: 1/3 y 2/3. Desde 2026, el crecimiento del stock de capital es igual al del PIB no minero.



mientras las tasas de participación y niveles educacionales convergen más rápidamente, en 2035, a niveles OCDE. El otro escenario, denominado CC, modifica el escenario C, suponiendo que las horas convergen más rápidamente, en 2035, a niveles OCDE, mientras las tasas de participación y niveles educacionales convergen más lentamente, cerrando solo la mitad de la brecha en 2055.

La tabla 1.7 sintetiza la proyección de crecimiento tendencial promedio del PIB no minero, en los cinco escenarios previamente descritos, para los periodos 2021-2030, 2026-2030 y 2021-2050.

Tabla 1.7: Proyección crecimiento tendencial del PIB no minero

Escenarios de crecimiento tendencial del PIB no minero				
		2021-2030	2026-2030	2021-2050
AA	PTF=0,7%; recup. laboral lenta; conv. más favorable a OCDE	3.6%	2.6%	2.4%
A	PTF=0,7%; recup. laboral lenta	3.4%	2.4%	2.3%
B	PTF=0,35%; recup. laboral gradual	2.9%	1.7%	1.7%
C	PTF=0%; recup. laboral rápida	2.4%	1.0%	1.0%
CC	PTF=0%; recup. laboral lenta; conv. menos favorable a OCDE	2.1%	0.6%	0.8%

En el promedio a diez años, el rango de crecimiento tendencial entre los escenarios A y C es de 1 punto porcentual. El rango entre los escenarios A y C aumenta en 0,4 y 0,3 puntos porcentuales para los promedios 2026-2030 y 2021-2050, respectivamente, reflejando una mayor incertidumbre en el crecimiento luego de la recuperación.

En la tabla 1.8 se resume la contribución del trabajo, capital y productividad al crecimiento en cada escenario. Se evidencia que el factor trabajo explica la mitad o más del crecimiento en todos los escenarios para el período 2021-2030. Posterior a la recuperación, una proporción mayor del crecimiento se explica por el capital, lo que se acentúa en el escenario de mayor productividad.



Tabla 1.8: Contribución de factores al crecimiento tendencial

		Escenario C	Escenario B	Escenario A
2021-2030	PIB no minero	2.4%	2.9%	3.4%
	PIB minero	2.0%	2.0%	2.0%
	PIB total	2.3%	2.8%	3.3%
Contribuciones al crecimiento no minero	Capital	0.9%	1.1%	1.4%
	Trabajo	1.5%	1.4%	1.4%
	PTF	0%	0.35%	0.7%
2026-2030	PIB no minero	1.0%	1.7%	2.4%
	PIB minero	2.0%	2.0%	2.0%
	PIB total	1.1%	1.7%	2.3%
Contribuciones al crecimiento no minero	Capital	0.5%	0.9%	1.2%
	Trabajo	0.5%	0.5%	0.5%
	PTF	0%	0.35%	0.7%
2021-2050	PIB no minero	1.0%	1.7%	2.3%
Contribuciones al crecimiento no minero	Capital	0.4%	0.7%	1.0%
	Trabajo	0.6%	0.6%	0.5%
	PTF	0%	0.35%	0.7%

La dinámica de crecimiento tendencial en los periodos 2026-2030 y 2021-2050 es menor que en el periodo 2021-2030. Esto se debe a que la recuperación de la crisis del COVID-19 se concentra en los años 2021 y 2022, años que tienen más peso en el decenio 2021-2030 que en el periodo 2021-2050. El crecimiento promedio en el quinquenio 2026-2030, posterior a la recuperación de la crisis, también muestra un crecimiento más bajo que el decenio 2021-2030. Esto muestra que la revisión a la baja del crecimiento tendencial se debe, principalmente, al menor crecimiento proyectado de la PTF. En particular, las proyecciones no contemplan cicatrices permanentes de la crisis de COVID-19 en el mercado laboral.

Crecimiento tendencial del PIB total

Como en el ejercicio previo (Banco Central de Chile, 2019), la proyección de crecimiento tendencial del PIB no minero para los próximos diez años se combina con un supuesto sobre el crecimiento del sector minero para obtener el crecimiento tendencial del PIB total. La evaluación del producto minero se basa en información de Cochilco y en el análisis de la evolución histórica de la ley del cobre. Como en estimaciones previas, se supone un crecimiento de 2% promedio por año para el sector minero. Junto a una ponderación de 12% de la minería en el PIB, este supuesto implica un crecimiento promedio del PIB total de 2,8% para el decenio 2021-2030.



1.5. Conclusiones

El Banco Central de Chile ha actualizado su proyección de crecimiento tendencial. Los cambios se deben, principalmente, a una reevaluación de la evolución futura del crecimiento de la productividad total de factores (PTF). Las estimaciones más recientes, así como información de fuentes externas, sugieren que la PTF viene mostrando una tendencia decreciente. Por lo tanto, los escenarios de proyección de crecimiento tendencial consideran un rango de crecimiento de la PTF entre 0% (aproximadamente el promedio de la última década), y 0,7% (el promedio entre 1997 y 2019). Este esquema contrasta con la práctica de estimaciones anteriores, en las que se suponía que el crecimiento futuro de la PTF sería igual al crecimiento promedio histórico.

Las proyecciones de crecimiento tendencial emplean datos en los que el año 2020 es el último dato observado. Este es un año extremadamente atípico, caracterizado por la crisis del COVID-19. Variables como horas trabajadas y tasas de participación se encuentran en valores inusualmente bajos en 2020. La proyección de crecimiento tendencial supone una recuperación de estas variables, y de la capacidad productiva, a su tendencia precrisis, por lo que no se contemplan mayores cicatrices permanentes de la crisis del COVID-19.