

I N S T I T U T O D E E C O N O M Í A



T E S I S d e M A G Í S T E R

2014

El Impacto de la Reforma Tributaria en la Inversión en Chile

Paola Quiñónez.

www.economia.puc.cl



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA**

**TESIS DE GRADO
MAGISTER EN ECONOMIA**

Quiñónez, Arévalo, Paola Jazmín

Julio, 2014



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA

El impacto de la Reforma Tributaria en la inversión en Chile

Paola Jazmín Quiñónez Arévalo

Comisión

Verónica Mies
Francisco Rosende
Loris Rubini

Santiago, julio de 2014

Índice

1.	Introducción	1
2.	Revisión de la literatura	5
3.	Modelo base	8
3.1	Las firmas	8
3.2	El gobierno	9
3.3	Los hogares	10
3.4	El equilibrio del modelo.....	12
4.	Escenarios alternativos	12
4.1	Escenario alternativo 1	17
4.2	Escenario alternativo 2.....	19
4.3	Principales distinciones entre escenarios	23
4.4	La dinámica del modelo	25
5.	Simulaciones.....	29
5.1	Calibración del modelo.....	29
5.2	Resultados	35
5.3	Ejercicios de robustez	46
6.	Conclusiones.....	49
7.	Referencias	51
8.	Apéndice A: Derivaciones	55
9.	Apéndice B: Tablas y figuras	61

El Impacto de la Reforma Tributaria en la inversión en Chile

Paola Jazmín Quiñónez Arévalo¹

Resumen

El presente trabajo analiza el impacto que podría tener la Reforma Tributaria en Chile sobre la inversión, a partir de un modelo de equilibrio general neoclásico, ampliado con la introducción de impuestos al capital y considerando la compensación a través de beneficios tributarios a la inversión en capital físico. Los resultados a partir de las simulaciones realizadas permiten concluir, según lo esperado, que se observa una reducción en el stock de capital así como una disminución de la inversión y que el consumo muestra un aumento durante la transición al nuevo equilibrio a partir del cambio permanente de impuestos. Los escenarios alternativos introducen dos tipos diferentes de subsidios al capital, los cuales en la dinámica de transición permiten menores desvíos de la inversión al compararlos con el escenario base (sin subsidios), probando la hipótesis de que los beneficios tributarios, aunque transitorios, ayudarían a aminorar los efectos distorsivos del impuesto. Se han realizado ejercicios de sensibilidad de los parámetros utilizados en la calibración, con ello se ha demostrado la estabilidad del modelo y se encontraron diferencias en las magnitudes de los resultados con respecto al caso benchmark.

Abstract

This paper analyzes the impact that might have the tax reform on investment in Chile through a neoclassical general equilibrium model, extended as to include taxes on capital and to consider compensations through tax benefits for investment in physical capital. The simulations lead to conclude, as expected, that after a permanent change of taxes we observe a reduction in the capital stock and a decline in investment, whereas consumption increases during the transition to the new equilibrium. Alternative scenarios introduce two different types of capital subsidies, which in the transition dynamics allow smaller deviations on investment when compared to the baseline scenario (without subsidies). This allows the conclusion that the tax benefits, though transitory, can help reducing the distorting effects of the tax. An analysis of parameter's sensitivity was carried out, which proved model stability and showed differences in the magnitudes of the results with respect to the benchmark case.

¹ Agradezco la ayuda de los profesores integrantes de la Comisión de Macroeconomía. Agradezco también a la Agencia de Cooperación Internacional de Chile (AGCI) por el apoyo financiero para realizar mis estudios de postgrado. Todos los errores son de mi exclusiva responsabilidad. pjquinonez@uc.cl

1. Introducción

La política fiscal emplea distintos mecanismos para obtener recursos adicionales a fin de afrontar los gastos corrientes y también aquellos planes excepcionales que se propone. Para ciertos planes específicos, una estrategia consiste en aumentar los niveles impositivos en el marco de una reforma tributaria, de tal manera que estos mayores ingresos ayuden a cubrir ese mayor gasto de la manera menos distorsiva posible. No obstante, esta estrategia también podría considerarse como una forma de redistribuir los recursos desde un sector de la economía hacia otro con mayor necesidad.

Este último aspecto es precisamente donde la Reforma Tributaria actual en Chile basa su principal justificación para el aumento de los impuestos a los ingresos del capital. “Un buen sistema tributario debería recaudar recursos en forma equitativa y minimizando los costos de eficiencia, de administración y cumplimiento”².

En el ámbito internacional, durante las últimas dos décadas se han realizado muchos cambios en los sistemas tributarios, sobre todo en los países de la OECD. Como bien lo indican Brys et al. (2011), en el caso de los impuestos a los ingresos personales y corporativos las tasas se han reducido y se ha ampliado la base imponible de los países miembros.

En algunas economías de Europa Oriental, así como en Australia y Nueva Zelanda, reformas han sido profundas y en un corto periodo de tiempo; en cambio, en otros países como Japón y otros países asiáticos, las reformas llevadas a cabo han sido un poco más graduales en la implementación.

Para el caso de Chile, el nuevo gobierno propone una Reforma Tributaria con cambios tanto en las tasas de impuestos como en la propia estructura del sistema. Algunos economistas y especialistas tributarios opinan que es una de las reformas más profundas de los últimos 30 años para el país, lo cual ha traído muchas expectativas y discusiones, sobre todo en lo referente al impacto en las principales variables macroeconómicas como la inversión, el producto y el empleo.

Sobre el cambio en la estructura tributaria, se destaca el hecho que durante la década de los 90 la recaudación tributaria se ha mantenido relativamente estable dado que no se han realizado reformas de gran envergadura, lo cual podría explicar el hecho de que la presión tributaria para Chile se haya mantenido relativamente estable en los últimos años.

² Corbo y Arellano (2011) “Tributación para el Desarrollo”.

Dado que el sistema tributario chileno es integrado³, un aumento del impuesto a las utilidades de la firma sirve de crédito al impuesto que pagan los accionistas como dueños del capital cuando retiran esas utilidades. El mayor cambio se constataría a partir de la eliminación del FUT (Fondo de Utilidades Tributables), ya que el accionista de la firma deberá abonar también por las utilidades no distribuidas. Esto representa una mayor carga para el contribuyente dueño del capital.

La propuesta de reforma pretende que la mayor parte de la recaudación provenga de los cambios introducidos en los Impuestos a la Renta⁴. El análisis del cambio en la estructura de este impuesto resulta sumamente interesante a fin de considerar el posible impacto en la inversión. Según datos del Servicio de Impuestos Internos (SII), los ingresos provenientes del Impuesto a la Renta para el año 2013 alcanzan un 39.6% del total de lo recaudado en moneda nacional⁵, solamente superado por el Impuesto al Valor Agregado (IVA) con un 48.6%.⁶

Estos cambios a ser introducidos con la reforma han motivado la pregunta de cómo afectarían a la inversión en Chile las modificaciones en los impuestos que gravan a las rentas provenientes del capital. Específicamente, se podría considerar este nuevo impuesto a las utilidades retenidas como una mayor carga para el contribuyente dueño del capital físico y que esto lleve a la economía a una menor inversión, y por ende, a una menor acumulación de capital en el largo plazo.

Una estructura tributaria particular influye en las personas y las empresas, pudiendo generar costos importantes que deben considerarse al momento de evaluar los cambios propuestos. Los impuestos inciden en las decisiones de los agentes económicos, afectando el tiempo dedicado al trabajo y al ocio, el ahorro y las decisiones de inversión, y por esta vía impactan al crecimiento, la distribución de los recursos y el bienestar de la población.

Dado que un impuesto que afecta a las rentas del capital desincentiva la inversión, la propuesta de reforma también incluye medidas compensatorias que buscan promover el ahorro y la inversión de los agentes como una forma de aminorar la eliminación del FUT, que era considerado como un mecanismo que estimulaba la inversión. Una de las propuestas se orienta hacia la inversión de capital físico. Se establece una modificación en los mecanismos

³ En este sentido, Chile se encuentra como uno de los países en la frontera de los sistemas tributarios de los países de la OECD, tomando esta integración como un aspecto deseable que no debe modificarse.

⁴ En la propuesta enviada al Congreso de fecha 01 de abril de 2014, la meta de recaudación por cambios en la estructura tributaria asciende a 2.5% del PIB y por medidas que reducen la evasión y elusión un 0.52% del PIB.

⁵ Como porcentaje del PIB esto representa un 6.6% al año 2013.

⁶ En el Apéndice B (Anexo 1) el Gráfico N° 1 muestra la evolución de las recaudaciones del Impuesto a la Renta por categoría.

de depreciación acelerada para los activos fijos, para todo tipo de empresas. Para las empresas medianas y grandes, se planteó inicialmente este mecanismo como algo temporal.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis tanto cualitativo como cuantitativo del posible impacto en la inversión y otras variables claves de uno de los cambios introducidos con la Reforma Tributaria en Chile y la manera en que ciertos mecanismos podrían ayudar a paliar los posibles efectos negativos. En concreto, la pregunta de investigación será: *¿Cómo afectaría a la inversión en Chile un aumento de los impuestos al capital y cómo ciertos beneficios tributarios podrían aminorar estos efectos?*. Los impuestos al capital se entienden como aquellos que gravan las rentas que perciben los hogares por el alquiler de este insumo productivo, mientras que el término “beneficios tributarios” se aplica a dos tipos de medidas que incentivan la inversión: una tasa de subsidio y un tipo de mecanismo de depreciación acelerada. Este tipo de beneficio podría incentivar la acumulación de capital en lugar de consumir o invertir en otro instrumento financiero alternativo, con lo cual se reducirían los efectos de un aumento de la tasa de impuesto al capital.

El análisis se hará a partir de un modelo de equilibrio general con tres tipos de agentes. Este tipo de modelo es uno de los principales instrumentos utilizados en la macroeconomía moderna para el análisis a nivel teórico y empírico, a fin de evaluar acciones de política tanto monetaria como fiscal y su posterior efecto o influencia en las decisiones de los agentes de la economía. Como marco analítico se empleará un modelo neoclásico modificado con la introducción de impuestos y subsidios al capital. Como principal referencia se tiene el modelo de Ramsey, considerando que los agentes tienen perfecta previsibilidad de lo que hará el gobierno con su política fiscal (modelo determinístico).

Se modelarán cambios en los impuestos que afectan a los ingresos de capital físico y, a partir de simulaciones, se tratará de medir el impacto que esto tendría en las principales variables macroeconómicas, sobre todo en la inversión. Se considerarán tres sectores: hogares, firmas y gobierno, introduciendo un impuesto a las rentas del capital cuyos propietarios son los hogares y dos tipos de subsidios modelados en escenarios alternativos. Más específicamente, las firmas solo se encargan de producir los bienes en la economía utilizando los factores productivos provistos por los hogares; estos últimos tienen la propiedad del capital y ofrecen el factor trabajo a las firmas. El gobierno se encarga de recaudar impuestos que gravan al capital y lo redistribuye a las familias, así como también otorga subsidios en la forma de beneficios tributarios a la inversión.

Tras exponer el modelo base y los alternativos se procederá a explicar su dinámica, a fin de entender la forma en que operan los agentes y las distintas variables involucradas. Posteriormente, se detallará la forma en que se han calibrado los parámetros relevantes en base a la teoría y estudios referenciales anteriores para Chile.

El ejercicio del presente trabajo consiste en desarrollar un escenario base que introduce un aumento del impuesto a las rentas del capital. Este aumento se considera como un cambio permanente perfectamente previsto por los agentes; dado que se trabaja con un modelo determinístico. A partir de ello, se expondrán los principales resultados en relación a las variables relevantes: stock de capital, inversión, consumo y trabajo. Como escenarios alternativos, se presentarán dos casos: en el primer caso, se introduce un subsidio a la inversión en la forma de una tasa que se aplica a la inversión del periodo, que reduce la base impositiva para los hogares, y en el segundo caso se introduce un mecanismo de deducción a la depreciación que toma una forma acelerada y se aplica al stock de capital.

Para ambos tipos de beneficios tributarios se considera su aplicación en forma temporal a fin de que la economía se ajuste al aumento del impuesto planteado por el gobierno. En ambos escenarios alternativos se realiza una combinación de aumento permanente de impuesto junto con el beneficio tributario transitorio y se analiza el impacto que estos generan en las variables principales analizadas en el caso base.

En cuanto a los principales resultados, se constata que en el escenario base la inversión muestra una caída considerable a causa del aumento permanente del impuesto al capital, el stock de capital también muestra una gran reducción, el consumo aumenta inicialmente a causa de los menores incentivos de invertir por parte de los agentes y las horas trabajadas se reducen inicialmente a causa de las transferencias del gobierno, que hace que los hogares ofrezcan menos trabajo al producirse el shock. En los escenarios alternativos, sin embargo, la inversión se reduce con menos intensidad durante la transición cuando se lo compara con el caso base. Las otras variables también reaccionan de una forma menos intensa en la dinámica hacia el nuevo estado estacionario. Ambos escenarios alternativos muestran cualitativamente resultados similares pero en magnitudes diferentes, esto permitiría a los hacedores de política reconocer cual mecanismo resultaría más efectivo según los objetivos tanto en el corto, el mediano o el largo plazo.

El presente informe se compone de las siguientes secciones: la sección 1 es esta introducción; en la sección 2 se realiza una breve revisión de la literatura; en la sección 3 se explica el modelo base; en la sección 4 se describen los escenarios alternativos y la dinámica del modelo; en la sección 5 se presentan las simulaciones que incluye la calibración, los resultados y los ejercicios de robustez; en la sección 6 se presentarán las conclusiones; en la sección 7 se ubican las referencias bibliográficas y, finalmente, en las secciones 8 y 9 se presentan los apéndices con los anexos respectivos.

2. Revisión de la literatura

Uno de los primeros antecedentes en el estudio de la teoría de impuestos ha sido Ramsey (1927) quien, a partir de un modelo dinámico de equilibrio general, analiza el ajuste de las tasas de impuestos a los ingresos a fin de que la reducción en la utilidad de los agentes sea la mínima por medio de un sistema puramente competitivo sin comercio externo. Con el fin de reducir estas distorsiones de los impuestos al consumo, propone una solución teórica de que estos impuestos deben relacionarse con la elasticidad precio de la demanda del bien.

Este trabajo fue el antecedente de Ramsey (1928), usado ampliamente como base para analizar la teoría del crecimiento económico, a partir de modelos de optimización dinámica. Cuando se plantea la solución descentralizada, surge el estudio de la distorsión en los impuestos como ejercicio de política fiscal.

Una vasta literatura ha estudiado los efectos de los impuestos en los costos de capital y las decisiones de inversión de los agentes: algunos estudios utilizando datos a nivel de empresa y otros con un enfoque más macroeconómico, desarrollando modelos a fin de evaluar los efectos de la política fiscal en la inversión.

Varios estudios han usado el marco de un modelo de equilibrio general, para analizar cambios en impuestos al capital y su influencia en la inversión. McGrattan (2012), a partir de un modelo neoclásico extendido con varios tipos de impuestos al capital, ha encontrado que el incremento de impuestos a los dividendos y a las utilidades no distribuidas en EE.UU explicaría gran parte de los efectos negativos que tuvo la Gran Depresión de los años 30, sobre todo el impacto negativo que tuvo en la inversión.

Otros estudios, también en un marco de equilibrio general, analizan el impacto de cambios de impuestos a partir de reformas tributarias implementadas en los países. Funke y Strulik (2006) analizan los efectos de largo plazo de la reforma tributaria aplicada en Estonia. Se basan también en un modelo neoclásico estándar de crecimiento con la introducción de varios impuestos, para analizar la forma en que estos han influido en las decisiones de inversión de la firma y en el bienestar de la sociedad.

Masso y Merikull (2011), utilizando un modelo neoclásico de crecimiento exógeno, analizan también los efectos de la reforma tributaria aplicada en Estonia en el año 2000. Introducen dentro de la modelación, la estructura financiera de la firma a fin de analizar el efecto de una reducción a cero en impuestos a las utilidades retenidas, en un marco de mercados financieros imperfectos, con costos de agencia implícito al tomar nueva deuda.

Existe literatura sobre el rol de los beneficios tributarios en los costos de capital y, por lo tanto, en las decisiones de invertir. Si bien este tipo de exenciones ha sido analizado desde

un enfoque de equilibrio parcial, más recientemente se ha considerado bastante en modelos de equilibrio general, mostrando resultados diferentes según la temporalidad en la aplicación del beneficio. Elmendorf y Reifschneider (2002) usan un modelo macroeconómico forward-looking para examinar los efectos de un Investment Tax Credit (ITC) permanente, pero no analizan los efectos de un crédito temporal similar que beneficie a la inversión en capital físico.

Gomme (2002) utiliza un modelo de crecimiento neoclásico para evaluar los posibles efectos macroeconómicos de un subsidio temporal a la inversión, propuesto en el Congreso de los EE.UU en esa época. Si bien la propuesta al Congreso fue temporal, realiza simulaciones de subsidios tanto permanentes como transitorios. Uno permanente lleva a una mayor acumulación de capital en el largo plazo, pero también implica una caída permanente en los ingresos del gobierno. El efecto de un subsidio temporal es menos intenso en la acumulación de capital, pero aminora los efectos en las cuentas del fisco.

Abel (2007), a través de un modelo de equilibrio general, muestra que la deducción de los gastos de inversión de la base imponible de ingresos al capital, hace que una tasa de impuesto constante distinta de cero no resulte distorsiva en el largo plazo e incluso el gobierno pueda lograr importantes ingresos⁷. En la misma línea, Edge y Rudd (2011), por medio de un modelo neo-keynesiano de equilibrio general, estudian los efectos macroeconómicos de incentivos a la inversión basados en impuestos al capital. Examinan los efectos de deducciones temporales a los gastos de inversión, sobre la acumulación de capital y la actividad real.

Dentro del contexto regional, Hamann et al. (2011) en un trabajo para Colombia analizan la introducción de beneficios tributarios al capital a partir de un modelo de equilibrio general, con perfecta previsión de los agentes y oferta de trabajo endógena. En el marco de la introducción del beneficio de deducción tributaria al capital (subsidio para reinvertir en activos fijos) analizan, a partir de varios escenarios con distintos tipos de impuestos, el impacto de esta medida en la acumulación de capital a largo plazo y los efectos a corto plazo en la oferta laboral.

Entre los estudios hechos para Chile que analizan el impacto de los impuestos corporativos en la inversión, se encuentra Bustos et al. (2004). Usando un modelo de panel de grandes corporaciones chilenas, los autores estiman el stock de capital de largo plazo válido para una estructura general de costos de ajustes. Encuentran que cambios en la tasa de impuestos de las empresas no muestran ningún efecto en la acumulación del stock de capital.

⁷ En oposición a lo que señalaban Chamley (1986) y Judd (1985) de que el impuesto óptimo al capital es una tasa cero en el largo plazo, con ingresos provenientes por impuestos distorsivos a los ingresos laborales.

Cerda y Saravia (2009b), por medio de estimaciones empíricas para datos de panel de firmas chilenas del año 1979 al 2002, encuentran que el impuesto a las utilidades tiene importantes efectos en la creación-destrucción de firmas, así como en la decisión de invertir de aquellas empresas existentes. Otro estudio que también considera el análisis a nivel de firmas es el de Cerda y Larraín (2005). Utilizando datos anuales para Chile desde el comienzo de los 80, encuentran que un incremento en los impuestos corporativos reduce la inversión de la firma. Pero este impacto es mayor en las firmas pequeñas y medianas que en aquellas consideradas como grandes, dadas las restricciones al financiamiento que presentaban las primeras en el periodo analizado por los autores.

Siguiendo la misma hipótesis de restricciones al crédito, Hsieh y Parker (2006) concluyen que el aumento de la inversión en Chile en la década de los 80, se dio entre otros factores, a causa de la reforma tributaria, donde se redujo el impuesto a las utilidades retenidas de las firmas. La reducción del impuesto hizo que las firmas restringidas externamente contarán con mayores fondos internos para aumentar la inversión, esto se dio en una época caracterizada por una mayor debilidad en el ámbito financiero nacional.

En el ámbito local han surgido estudios que analizan los efectos de reformas tributarias adoptadas por los gobiernos en el pasado. Vergara (2010) analiza el impacto de la reforma tributaria en Chile en los años 80. Evidencia a nivel macro y micro señala la reducción de impuestos corporativos como determinante principal del boom en inversiones en los 80 y 90. Una menor tasa de impuesto a los ingresos corporativos redujo el costo de capital y aumentó los fondos disponibles, y todo esto llevó a un aumento de la inversión.

Estudios recientes como el de Larraín et al. (2014) analizan el impacto macroeconómico del presente proyecto de Reforma Tributaria para Chile sobre todo en la inversión, el crecimiento y el empleo. Desde un enfoque más bien descriptivo-cuantitativo, realizan un recuento de todos los cambios en la estructura tributaria chilena y los posibles efectos cuantitativos a partir del análisis de datos de empresas y otras estadísticas.

De Gregorio (2014) discute algunos aspectos de la reforma en estudio, sobre todo la evidencia empírica tanto nacional como internacional, calculando una posible tasa efectiva de impuestos antes y después de la reforma. Llega a la conclusión de que la reforma tendría un impacto moderado en el crecimiento y la inversión, que podría ser compensado a la postre por mayor gasto productivo y mejor capital humano, con un buen uso de estos mayores recursos a recaudar.

En la siguiente sección se procederá a desarrollar el modelo, desglosando los agentes involucrados y los mecanismos principales de interacción a fin de responder a la pregunta de investigación indicada anteriormente en la introducción.

3. Modelo base

Se desarrollará un modelo neoclásico de crecimiento exógeno, extendido con la introducción de impuestos a los ingresos de capital que reciben los hogares de esta economía. A partir de este esquema se tratará de medir el impacto cuantitativo que podría tener este tipo de impuestos en las decisiones de los agentes en cuanto a sus incentivos de invertir. Posteriormente, se extiende el análisis en la sección 4 a partir de dos escenarios alternativos donde se introducen dos tipos de beneficios tributarios: una tasa de subsidio a la inversión y un esquema de depreciación acelerada al capital.

Siguiendo el modelo estándar de Ramsey-Cass-Koopmans, la economía cuenta con tres sectores bien diferenciados:

- 1) *las firmas*, que contratan trabajo y capital para producir bienes finales, pagan salarios y alquiler por la renta de capital a los hogares;
- 2) *el gobierno*, que se ocupa de recaudar impuestos y los redistribuye a los hogares por medio de transferencias; y, por último,
- 3) *los hogares*, que consumen los bienes finales y proveen insumo laboral a las firmas, con lo cual perciben un salario. Son los propietarios del capital, por lo que reciben una renta proveniente del alquiler que hacen a las firmas, para que estas produzcan bienes finales. Adicionalmente, abonan un impuesto sobre las rentas provenientes del capital.

A continuación se desarrolla el modelo por cada tipo de agente junto con las ecuaciones a maximizar, las restricciones de la economía y el equilibrio al cual se llega finalmente.

3.1 Las firmas

Se considera una economía cerrada, donde la producción es llevada a cabo por la firma representativa en un entorno competitivo. Esta contrata servicios de trabajo y capital para producir bienes finales, los cuales serán consumidos por los hogares o bien ahorrados por estos para convertirse en capital. El factor trabajo es ofrecido por un continuo de hogares con vida infinita representada en el modelo por el hogar representativo.

La función de producción se representa mediante una Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala⁸, donde α es la participación del capital:

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

⁸ Si la cantidad de factores aumenta en una proporción, la producción aumenta en esa misma proporción. Esto implica que existen rendimientos decrecientes con respecto a los factores productivos trabajo y capital.

donde Y_t es el producto, A_t es el factor tecnológico denominado como Productividad Total de Factores (PTF)⁹ y se considera constante, K_t denota el stock de capital de la firma y L_t es el factor trabajo requerido, representado por horas efectivas. La función de producción $F(K_t, L_t)$ es linealmente homogénea en K_t y L_t , con $F_k > 0, F_{kk} < 0, F_L > 0, F_{LL} < 0$, es decir, es estrictamente creciente, estrictamente cóncava respecto de cada factor y dos veces diferenciable.

En cada periodo, la firma representativa resuelve un problema estático, eligiendo capital y trabajo a fin de maximizar beneficios sujetos a la restricción tecnológica.

$$\max_{\{K_t, L_t\}} \pi_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} - w_t L_t - r_t K_t$$

Las condiciones de primer orden del problema de la firma:

$$[K_t]: A_t \alpha K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} - r_t = 0 \quad \Rightarrow \quad F_k(K_t, L_t) = r_t \quad (1)$$

$$[L_t]: A_t (1 - \alpha) K_t^\alpha L_t^{-\alpha} - w_t = 0 \quad \Rightarrow \quad F_L(K_t, L_t) = w_t \quad (2)$$

Dado que la firma se desenvuelve en un entorno competitivo, los beneficios serán iguales a cero. Los factores serán retribuidos en función de lo que aportan en el proceso productivo; o sea, todos los ingresos que se deriven del uso de los factores son iguales a su retribución, como se puede constatar en las condiciones de primer orden (1) y (2).

El valor de la productividad marginal de los factores debe ser igual a su costo de producción. El precio del bien final se normaliza a 1, de modo que todas las variables están medidas en términos de unidades de bien de consumo; es decir, todas las variables del modelo están expresadas en términos reales.

3.2 El gobierno

La restricción presupuestaria del gobierno se cumple periodo a periodo. Se considera un esquema simplificado de acción para el sector gobierno a fin de excluir consideraciones de política fiscal óptima dentro del análisis, razón por la cual solo se incluye un tipo de impuesto y se dejan fuera otros tipos, como impuesto a los ingresos laborales, por ejemplo.

Por el lado de los ingresos se encuentran los fondos provenientes del cobro de impuestos por ingresos al capital, y por el lado de los gastos, están las transferencias dadas a los

⁹ La PTF es en principio una variable inobservable pero que puede ser calculada como un residuo. No existe una teoría exacta sobre la misma, pero es un componente imprescindible para explicar el nivel de producción de una economía. Representa el nivel de eficiencia productiva agregada en el uso de los factores, pero en esta economía se la tomará como constante, dado que no se analiza el crecimiento de la misma.

hogares. Es decir, todo lo que se recauda se distribuye a los hogares en forma de transferencias.

$$T = \tau^k r_t K_t$$

donde τ^k representa la tasa de impuesto que se grava a las rentas de capital y T son las transferencias entregadas a los hogares.

3.3 Los hogares

El hogar representativo ofrece trabajo, consume bienes y ocio, es propietario del capital de la economía y paga impuestos. El hogar renta el stock de capital a las firmas durante el periodo t a un precio r_t por unidad de capital y paga un impuesto τ^k por los ingresos de capital.

El hogar representativo maximiza una función de utilidad de horizonte infinito para elegir consumo de bienes, inversión y la cantidad de trabajo que ofrecerá a través del tiempo.

$$\max_{\{C_t, O_t, I_t\}} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, O_t)$$

La utilidad depende positivamente del consumo C_t y del ocio O_t , y se asume que trabajo más ocio suman 1 que representa el total de tiempo disponible para el hogar. También se asume que $\beta < 1$. Este factor de descuento subjetivo implica que el consumidor querría suavizar el consumo a través del tiempo, dado que las utilidades que se reciben más adelante son menos valoradas por el individuo. Se cumple que $U_c > 0, U_{cc} < 0, U_o > 0, U_{oo} < 0$.

La forma de la función de utilidad es una aditiva separable entre consumo y ocio:

$$U(C_t, O_t) = \gamma \log(C_t) + (1 - \gamma) \log(1 - L_t)$$

donde L_t son las horas trabajadas y γ representa la proporción del consumo sobre la renta total. También puede considerarse como la elasticidad de sustitución entre consumo de ocio y trabajo (el trabajo implícitamente permite el consumo de otros bienes de la economía). En el momento de la calibración se llamará a este parámetro como la desutilidad del trabajo. La dotación de tiempo se ha normalizado a 1, por lo que $1 - L_t$ representa el ocio en la función de utilidad.

Esta función con forma logarítmica es habitual en modelos de crecimiento, dado que permite una senda de crecimiento balanceado. La utilidad marginal del ocio es independiente del nivel de consumo y viceversa; es decir, la derivada cruzada de las

utilidades marginales es igual a cero, por lo que los efectos sustitución e ingreso se cancelan entre ellos.

La restricción presupuestaria es la siguiente ecuación:

$$C_t + I_t = w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + T$$

Esta restricción nos muestra que los gastos deben igualar a los ingresos después de impuestos. Por el lado de los gastos - el consumo de bienes C_t y la nueva inversión que realizan los hogares I_t , dado que estos son los propietarios del capital de la economía - se agrega otra restricción, que constituye la ecuación de movimiento del capital:

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

donde $\delta > 0$ es la tasa de depreciación económica del capital. Parte de la inversión bruta que se realiza en un periodo se utiliza para reponer el capital que se va depreciando por el paso del tiempo.

Por el lado del uso de fondos, los hogares reciben salarios w_t por sus servicios de trabajo, así como ingresos por rentar el capital a las firmas y transferencias T (a suma alzada) provenientes del gobierno. Las rentas de capital están gravadas por una tasa de impuesto τ^k .

Sustituyendo la ecuación de movimiento de capital en la restricción presupuestaria y reordenando términos, nos queda:

$$C_t + K_{t+1} = w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + (1 - \delta) K_t + T$$

Cuando se plantea el Lagrangiano dinámico del hogar, el hogar elige la secuencia de consumo C_t , horas de trabajo L_t y capital K_{t+1} del periodo siguiente de la economía.

$$\max_{\{C_t, L_t, K_{t+1}\}} \mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U[C_t, (1 - L_t)] + \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + (1 - \delta) K_t + T - C_t - K_{t+1}]$$

Esta condición nos indica la senda óptima de consumo que maximiza el nivel de bienestar del individuo, así como la oferta de trabajo y capital que ofrecerá al mercado. Los agentes toman como dados los precios de los factores productivos, es decir, el salario y el tipo de interés real. Las condiciones de primer orden se encuentran en el Apéndice A (Anexo 1). De estas derivaciones se obtiene la ecuación de Euler del consumo:

$$[r_{t+1}(1 - \tau^k) + (1 - \delta)] = \frac{u'_{c_t}(c, o)}{\beta u'_{c_{t+1}}(c, o)}$$

Esta relaciona el inverso de las tasas marginales de sustitución entre consumo presente y futuro con la tasa de retorno bruto del capital descontada por el factor de descuento subjetivo. El impuesto afecta negativamente a la rentabilidad del capital, distorsionando las decisiones de inversión de los agentes así como sus preferencias por consumo. También puede entenderse como un impuesto al consumo futuro.

3.4 El equilibrio del modelo

Una vez descritas las condiciones para cada uno de los agentes de la economía, se establece el equilibrio del modelo, que está formado por una secuencia de consumo, ocio e inversión por parte de los hogares $\{C_t, 1 - L_t, I_t\}_{t=0}^{\infty}$ y una secuencia de capital y horas de trabajo utilizados por las firmas $\{K_{t+1}, L_t\}_{t=0}^{\infty}$, tomando como dada una secuencia de precios $\{w_t, r_t\}_{t=0}^{\infty}$:

- i) el problema de optimización de los consumidores se satisface,
- ii) se cumplen las CPO para las firmas, y
- iii) la restricción de factibilidad de recursos en la economía se satisface: $C_t + I_t = Y_t$

Las ecuaciones de equilibrio del modelo se encuentran expresadas en el Apéndice A (Anexo 1). En la próxima sección se plantearán los escenarios alternativos al modelo base, donde serán introducidos los beneficios tributarios a la inversión, a fin de verificar cómo influyen para aminorar los efectos distorsivos del impuesto a las rentas del capital.

Así mismo, en una subsección incluida en el mismo apartado, se desarrollará la dinámica del modelo base, explicando el mecanismo a partir del cual se desenvuelven las variables relevantes a partir del aumento de impuesto. Se deja también para la siguiente sección la dinámica de los escenarios alternativos, a fin de completar el desarrollo de estos escenarios y contrastarlos con la dinámica del escenario base, mostrando las diferencias en el mecanismo de ajuste de ambos casos planteados.

4. Escenarios alternativos

Con el fin de contextualizar los escenarios propuestos, se realizará una breve introducción a la política fiscal en Chile, sobre todo aquella relacionada con la estructura tributaria. Sus características más notables ayudarán a entender la relevancia de los cambios planteados por la reforma y la manera en que influirán en los agentes de la economía.

La política fiscal en Chile se basa en una meta para el Balance Cíclicamente Ajustado (BCA) conocido también como Balance Estructural (BE). Esta regla fiscal se considera deseable

dado que persigue objetivos¹⁰ como fortalecer el compromiso del gobierno con una política fiscal coherente y sostenible, aumentar la transparencia, promover el ahorro, evitar la pro-ciclicidad de la política fiscal y limitar el tamaño del gobierno. Esta meta se estableció inicialmente en el año 2001 como un superávit de 1% del PIB, pero en 2007 se cambió a 0.5% del PIB y en 2009 a 0% del PIB.

La metodología de BCA es una metodología de ajuste cíclico de los ingresos fiscales. Conceptualmente, los ingresos cíclicamente ajustados son aquellos que tendría el gobierno si es que el PIB estuviera en su nivel de tendencia y el precio del Cobre y del Molibdeno fuesen los de largo plazo. Dada la meta que fija la autoridad y los ingresos cíclicamente ajustados, el nivel de gasto público resulta como residuo.¹¹ La regla de BE ha permitido mantener una trayectoria de gasto que no se ve mayormente afectada por las fluctuaciones cíclicas de los ingresos efectivos, contribuyendo de esta manera a la sostenibilidad del gasto público. En caso de que el gobierno desee tener mayores ingresos de manera permanente, debiera afectar la estructura tributaria.

En el año 2009, el BCA resultó deficitario en 3 puntos del PIB y la administración del Presidente Sebastián Piñera se propuso reducir este déficit en 1% del PIB para 2014. Además de la crisis financiera internacional de 2007-2008 que influyó en este déficit, Chile tuvo que afrontar gastos excepcionales a causa del terremoto ocurrido en 2010. Este último acontecimiento hizo que el gobierno de Piñera llevara a cabo algunos cambios en la estructura tributaria¹²: el alza del Impuesto a la Renta de Primera Categoría en forma temporal (2011 y 2012), cambios en impuestos relacionados con la minería, así como otros cambios en impuestos al consumo. El actual gobierno de Michelle Bachelet se ha propuesto continuar con estos cambios introducidos por el gobierno anterior y entre sus principales objetivos se encuentra financiar el actual déficit estructural en las cuentas fiscales, además de llevar a cabo una reforma educacional, para lo cual se propone un incremento de la presión tributaria de los contribuyentes a mediano plazo.

La actual estructura tributaria en Chile se basa en ingresos tributarios provenientes de impuestos indirectos como el IVA o impuestos específicos al consumo, así como aquellos que gravan directamente al ingreso, como el Impuesto a la Renta, que se divide en subcategorías¹³. Los impuestos cuyos sujetos son las personas físicas se denominan de Segunda Categoría, que grava las rentas laborales, y el Global Complementario, que grava todos los ingresos de las personas, con tasas que van de 0 a 40% (por tramos de ingresos).

¹⁰ Ter-Minassian (2010) desarrolla extensivamente las condiciones para una regla fiscal exitosa.

¹¹ Corbo et al. (2010).

¹² Informe Financiero N° 21 Mensaje N° 78-358 de fecha 05 de mayo de 2010.

¹³ La mayor parte de los ingresos provienen del IVA y el Impuesto a la Renta (Gobierno Central), pero también se tienen otros como el Impuesto a los Actos Jurídicos, al Comercio Exterior y a la Minería.

Las empresas pagan el impuesto de Primera Categoría por sus utilidades, con una tasa actual de 20%, la cual sirve de crédito para el pago de impuestos personales, una vez que los socios retiran las utilidades que les corresponden¹⁴. También existe el Impuesto Adicional que grava los retiros de utilidades de empresas de propiedad extranjera.

Los gastos tributarios se miden y estiman formalmente desde el año 2001 por el SII; a partir de ese momento se incluyen en el cálculo del presupuesto anual. El SII define gasto tributario como “un beneficio tributario que se desvía del tratamiento normal y que con ellos se favorece, promueve o estimula a un sector de la economía”.

Las exenciones se podrían considerar como parte del gasto tributario, dado que su mantenimiento constituye un costo para el gobierno. Existen diferentes tipos de exenciones en Chile, como la tributación en base a retiros para algunos tipos de empresas (FUT), los regímenes tributarios especiales en zonas específicas, la renta presunta y el tratamiento preferencial de las ganancias de capital. Un caso particular de los gastos tributarios son los diferimientos, que se caracterizan por la postergación del pago de las obligaciones. Un ejemplo de diferimiento es el régimen de depreciación acelerada del activo fijo, que permite un pago menor del Impuesto a la Renta en los primeros años de vida útil del activo, cuando se compara con un régimen de depreciación normal.

Entre los cambios que plantea la Reforma Tributaria se encuentra el aumento gradual de 20 a 25% del impuesto corporativo de Primera Categoría¹⁵, la tasa máxima del impuesto personal se reduce de 40 a 35%. Otros cambios menos relevantes en términos de recaudación se dan en los impuestos a productos específicos: impuesto a timbres y estampillas, impuesto a los licores y bebidas alcohólicas, al tabaco y la creación de impuestos verdes.

El cambio más importante que plantea la reforma a fin de incrementar la recaudación es ampliar la base tributaria por el lado del Impuesto a la Renta. Específicamente, en vez de gravar sólo las utilidades retiradas, se propone que los accionistas paguen impuestos por todas las utilidades devengadas; es decir, se elimina el beneficio tributario del FUT. Mientras las utilidades estaban en la empresa constituían el llamado Fondo de Utilidades Tributables (FUT) creado en 1984, el cual permitía posponer el pago de impuestos por los retiros de los socios a una fecha futura y se lo consideraba como un mecanismo que promovía la inversión

¹⁴ Toda la carga tributaria recae en la persona; esto implica que el sistema tributario chileno es integrado, una característica considerada como eficiente, además de la indexación a la inflación de los tributos.

¹⁵ Cabe destacar que el Protocolo de Acuerdo del 08 de julio del corriente, incorpora además un sistema parcialmente integrado de tributación con una tasa de 27%. En este caso, los retiros de los socios se gravarán con los impuestos Global Complementario o Adicional según corresponda, pero con un derecho a deducir como crédito un 65% de la tasa vigente del Impuesto de Primera Categoría al momento del retiro. Los contribuyentes del Impuesto a la Renta podrán optar por cualquiera de los dos sistemas.

dentro de las firmas¹⁶. Con la aprobación de la reforma, los socios deberán abonar impuestos personales tanto por las utilidades distribuidas como por las retenidas dentro de la firma.

Dada la eliminación de este beneficio tributario a la inversión, se plantean otros mecanismos para incentivar la inversión, que de acuerdo al informe financiero, representa el 0.05% del PIB en régimen. La Reforma Tributaria plantea mejoras en los mecanismos de depreciación. Las principales medidas pro-inversión van dirigidas principalmente hacia las empresas de menor tamaño. Para micro y pequeñas empresas se introduce en forma permanente un mecanismo de depreciación instantánea que les permitirá rebajar la inversión de sus utilidades de una sola vez en un año y que alcanza a los bienes usados. Para las empresas medianas, el mecanismo de la depreciación instantánea se introduce con una fórmula lineal que se va reduciendo en la medida que la empresa se acerca al nivel de una grande.

De manera transitoria, para las medianas y grandes empresas se aplicará el mecanismo de la depreciación instantánea a sus inversiones, hasta doce meses después de la entrada en vigencia de la ley. Se mantendrá el beneficio de la depreciación acelerada (que actualmente permite rebajar $1/3$ de la vida útil de los activos) como incentivo para las empresas medianas y grandes, pero también se extenderá a los propietarios de las empresas¹⁷.

Todos estos cambios propuestos por el gobierno han motivado a plantear un escenario base y dos escenarios alternativos que serán explicados a continuación. Se utiliza un modelo determinístico para las simulaciones, asumiendo que los agentes tienen perfecta previsibilidad del futuro, y sabiendo que este tipo de simulación es generalmente utilizado cuando se pretende estudiar cambios en la estructura de impuestos de una economía.

Se simulará un shock permanente en el caso base, que se produce inmediatamente en el modelo en $t = 1$, dado que el Proyecto de Ley plantea que una vez aprobado, la tasa del Impuesto a la Renta será aumentada inmediatamente en 2014. Se simula un ejercicio extremo de considerar un shock que aumenta la tasa de 20 a 30% de una vez y para siempre¹⁸. El propósito de este supuesto del ejercicio es identificar la reacción de los agentes en anticipar el shock y reaccionar a él, además de describir toda la dinámica hasta que el sistema retorne a un nuevo estado estacionario.

¹⁶ Larraín et al. (2014)

¹⁷ Proyecto de Ley Reforma Tributaria presentado al Congreso (Mensaje N° 24-362 de fecha 01 de abril de 2014). El Protocolo de Acuerdo introduce cambios al proyecto inicial, el principal constituye la eliminación del beneficio transitorio de la depreciación instantánea para las empresas grandes, dado que el presente trabajo se encuentra en una etapa avanzada no se considerará este cambio en el análisis.

¹⁸ En la subsección de Ejercicios de robustez se considera una sensibilización del aumento de la tasa de impuesto de 20 a 25%, como si se considerase solo el aumento del Impuesto a la Renta.

La lógica de aumentar de 20 a 30% obedece al hecho de que si bien el impuesto corporativo aumenta en 5% (de 20 a 25%), el tramo más alto del impuesto personal se reduce en 5% (de 40 a 35%), dada la integración de impuestos en Chile, generaría cero efectos en el pago de tributos. Pero se considera, por otra parte, la ampliación de la base tributaria de introducir un nuevo impuesto por las utilidades retenidas (de 0 a 35%) que pagarían los socios de la firma. Considerando que el nuevo impuesto de Primera Categoría (25%) sirve de crédito a este tributo, el cambio considerado es de 10 puntos porcentuales.¹⁹

Con respecto a la duración de los shocks temporales, estos se establecen por un periodo de 10 trimestres. Si bien en el proyecto de la reforma se plantea inicialmente que los beneficios tributarios a la inversión se establecerían por un año para empresas medianas y grandes, tratando de distinguir mejor los efectos se extiende el plazo, y con fines de hacer comparables ambos escenarios, se establece el beneficio tributario por 10 trimestres para ambos casos (aproximadamente 2.5 años). En los resultados de las simulaciones se podrá observar más adelante, que estos subsidios aminoran los efectos en la caída de la inversión hasta ese periodo, para después tomar la senda que la llevará al nuevo estado estacionario.

El ejercicio propuesto consiste en simular un aumento permanente de la tasa de impuesto a las rentas de capital y compararlo con dos escenarios alternativos que serían como dos casos independientes, en los que se introducen beneficios tributarios a la inversión. En el primer caso, se introduce un esquema de subsidio en la forma de un reconocimiento inmediato a la inversión y en el segundo caso, se considera un mecanismo de depreciación acelerada. Por tal motivo, se pasará del caso base al escenario 1 y luego del caso base al escenario 2, pero en ambos casos se aplica el aumento permanente del impuesto. El objetivo de hacerlo de esta manera es tratar de aislar el efecto de cada beneficio en la inversión y representar estos escenarios alternativos de la forma más clara posible. En caso de pasar de un escenario alternativo a otro, podría darse una situación en la cual se mezclen los efectos y el análisis se vería levemente distorsionado.

En el escenario uno se aplica un “subsidio a la inversión”, donde el hogar recibe por parte del gobierno una ayuda por invertir en capital físico; en lo específico, la inversión es totalmente deducible del pago de impuestos a las rentas del capital. En el escenario dos se cuenta con un beneficio de “depreciación acelerada”, donde el hogar ya no cuenta con esa facilidad de deducir de la base imponible el costo íntegro de la inversión, pero cuenta con otro beneficio tributario, que es un mecanismo de deducción de la depreciación en forma acelerada.

El primer caso podría relacionarse con el cambio introducido en la estructura tributaria de incentivar la inversión a través del mecanismo de la depreciación instantánea. El gobierno

¹⁹ Estudios tanto de Beyer como de Larraín et al. (2014) indican que la tasa efectiva para las firmas será de 35% con la reforma en régimen (25% impuesto por todas las utilidades más un 10% por la retención de utilidades).

trata de compensar la eliminación del FUT con este beneficio tributario, pero realmente no representa un sustituto tan perfecto del mismo. Esto debido a que los fondos no distribuidos del FUT podían utilizarse para realizar cualquier tipo de inversión, no solo en capital físico; por tanto, se pierde una fuente de financiamiento importante para las firmas.

El segundo caso está inspirado en el hecho de que el proyecto inicial de la reforma otorgaba a las empresas la posibilidad de continuar con el beneficio de la depreciación acelerada, para aquellas que opcionalmente quisiesen utilizar este mecanismo. Ello incluso para aquellos bienes usados que la empresa cuente en stock y no necesariamente aquellos bienes nuevos adquiridos en el año en curso.

Una vez desarrollada esta introducción sobre la situación tributaria actual chilena, los cambios propuestos y dónde se ubican los escenarios dentro de este marco, se expondrá cada uno de los escenarios, tomando el escenario base como dado y explicitando únicamente las variaciones con respecto al mismo.

4.1 Escenario alternativo 1

Dada la complejidad de la Reforma Tributaria explicada en la introducción, se propone un primer escenario donde se trata de representar algunos de los aspectos de la misma; específicamente, estudiar el impacto del aumento permanente del impuesto al capital y la influencia que tendría un tipo de subsidio a la inversión, en tratar de reducir los posibles efectos negativos del citado impuesto en variables clave de la economía.

Se produce el aumento permanente del impuesto (que representaría el aumento del Impuesto a la Renta en términos de la reforma), donde los agentes tienen una previsión perfecta de este hecho. Además, el gobierno otorga un subsidio a la inversión en la forma de un reconocimiento inmediato de los gastos incurridos por la compra de capital nuevo. Dicho subsidio se implementa de manera temporal por los primeros dos años y luego se lo elimina completamente.

Como se explicó en la introducción, el gobierno incluye medidas orientadas a incentivar el ahorro y la inversión de los agentes. Por el lado de las firmas, se propone un mecanismo de depreciación instantánea, que para nuestros fines se considerará como una “tasa de subsidio a la inversión”, en la forma de un reconocimiento inmediato de los gastos de inversión que incurren los hogares en el año en curso. Especialistas tributarios coinciden en que esta medida trata de compensar la eliminación del mecanismo del FUT, que servía como una forma de fomentar la inversión dentro de la firma.

Este beneficio puede relacionarse con lo que en la literatura de finanzas públicas se conoce como *Investment Tax Credit (ITC)*²⁰, el cual permite la disminución de la base imponible igual a la fracción (o una deducción porcentual parcial) de los gastos de inversión en capital del periodo. El efecto de este crédito es reducir el costo real de los bienes de capital de la firma, incrementando la tasa de retorno de la inversión.

El problema de la firma se mantiene exactamente igual al modelo base; en cambio la restricción presupuestaria del gobierno queda modificada de la siguiente manera, dada la introducción del subsidio al capital:

$$T_t = \tau^k r_t K_t - \tau^i I_t$$

donde τ^i representa la proporción o porcentaje que se deduce por la inversión I_t y que constituye un costo para el gobierno, el cual se deduce de las transferencias que irán finalmente a los hogares. Esto constituye un gasto tributario que en términos de la estructura tributaria chilena se denomina “exenciones tributarias”, dado que reduce la base del impuesto en la porción del subsidio.

La restricción presupuestaria de los hogares queda modificada de la siguiente forma:

$$C_t + I_t = w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + \tau^i I_t + T$$

El lado derecho de la ecuación muestra el término diferente del subsidio, que representa el valor de la reducción en el periodo t de impuestos, resultado de las deducciones por gastos en compras de capital nuevo.

Reemplazando la inversión de la ecuación de movimiento del capital $I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t$ en la ecuación anterior:

$$C_t + K_{t+1} - (1 - \delta)K_t = w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + \tau^i K_{t+1} - \tau^i (1 - \delta)K_t + T$$

Reordenando términos e introduciendo en la función a maximizar para el hogar:

$$\max_{\{C_t, L_t, K_{t+1}\}} \mathcal{L} = \beta^t U[C_t, (1 - L_t)] + \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + (1 - \tau^i)(1 - \delta)K_t + T - C_t - (1 - \tau^i)K_{t+1}]$$

Resolviendo la CPO para el capital, resulta la condición de Euler afectada por el impuesto distorsivo al capital y también por el subsidio a la inversión²¹:

²⁰ Un análisis de los tipos de beneficios tributarios se encuentra en Auerbach y Summers (1979)

²¹ La resolución de las condiciones de primer orden se encuentran en el Apéndice A (Anexo 2).

$$\beta u'_{c_{t+1}}(c, o) \left[r_{t+1} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + (1 - \delta) \right] = u'_{c_t}(c, o)$$

La utilidad marginal del consumo en t debe igualar a la tasa marginal de consumo en $t + 1$ compensada por el retorno neto de impuestos y descontada por el factor de descuento subjetivo. Se muestra evidente la distorsión del impuesto al capital sobre los márgenes de decisión de los agentes, pero aminorada por el subsidio a la inversión en capital nuevo.

La tasa de retorno bruto del capital (entre corchetes) es el ratio de la rentabilidad después de impuestos del capital comprado en el periodo sobre el precio efectivo de las compras de capital en el periodo representada por $(1 - \tau^i)$. Esto debido a la deducción que se realiza por el subsidio a las compras de bienes de capital.

En el estado estacionario, se obtiene la condición para el capital en función de parámetros y del factor trabajo, que bien podríamos normalizar a 1.²²

$$K^* = L \left[\frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} \frac{\beta \alpha A}{(1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

En caso de que $\tau^k = \tau^i$, el impuesto dejaría de ser distorsivo ante un esquema de reconocimiento inmediato (subsidio a la inversión). Se lograría entonces la neutralidad en los impuestos al capital y el subsidio lograría eliminar completamente los efectos negativos del impuesto de reducir la rentabilidad del capital.

Cabe destacar que se consideran nomenclaturas diferentes para estas tasas en la simulación, dado que solo en el momento inicial toman un valor idéntico cuando se establece el subsidio temporal; solo por ese periodo toman valores similares (30%), luego una se mantiene y la otra asume un valor de 0%. También podría darse el caso de que la tasa de subsidio tome un valor inferior a la tasa de impuesto al capital, otorgando de esta manera un estímulo menor para los inversionistas de la economía.

4.2 Escenario alternativo 2

Así como en el escenario base, se mantiene el aumento permanente del impuesto a las rentas del capital, pero esta situación es compensada en los primeros dos años a partir del aumento del impuesto con la introducción de un beneficio tributario. Este permite una deducción de la depreciación en una forma más acelerada, con una magnitud o proporción mayor a la depreciación económica normal.

²² Las condiciones de estado estacionario para C , L e I se encuentran en el Apéndice A (Anexo 2).

Este escenario se justifica a partir de una de las propuestas de la Reforma Tributaria, que plantea que para las empresas de menor tamaño se ofrecerá un mecanismo de depreciación acelerada, incluso para aquellos bienes de capital usados o viejos (en stock para la firma). Esto podrá ser aplicado en forma también temporal para las firmas de mayor tamaño, consideradas como medianas y grandes²³.

El mecanismo de la depreciación acelerada permite que los gastos de depreciación periódica de un activo, se reduzcan gradualmente a medida que el activo se vuelve más viejo, permitiendo de esta manera que el monto de la depreciación que se considera cada año sea mayor durante los primeros años de la vida del activo²⁴. El beneficio de este mecanismo es que permite reducir el pago de los impuestos de las firmas durante los primeros años de la vida del bien, pero lo incrementa en periodos subsiguientes. Esto representa un costo para el gobierno; es equivalente a proveer un préstamo libre de intereses a los pagadores de impuestos, dado que permite diferir el pago de los mismos.

Se buscará comparar este escenario con el anterior en términos del impacto final que tendrá un aumento del impuesto permanente ante dos tipos de beneficios tributarios a la inversión. Se espera que la trayectoria dinámica sea diferente, dado que los mecanismos son distintos: uno se aplica sobre el flujo corriente de inversión, mientras que el otro sobre el stock de capital, lo que da cabida a compararlos en términos de magnitud en el efecto hacia la inversión.

Se modifica la restricción del gobierno y la restricción presupuestaria del hogar representativo de la siguiente manera:

$$T_t = \tau^k r_t K_t - \tau^k \delta^f K_t \quad (4.2.1)$$

$$C_t + I_t = w_t L_t + (1 - \tau^k) r_t K_t + \tau^k \delta^f K_t + T \quad (4.2.2)$$

El lado derecho de ambas ecuaciones muestra el término diferente de la depreciación acelerada $\tau^k \delta^f K_t$, que representa el valor de una depreciación extraordinaria con fines de impuesto que otorga el gobierno para estimular la inversión.

Resulta pertinente referirse al término δ^f de la depreciación acelerada, que se representa por la siguiente ecuación:

$$\delta^f = \delta * u_{TD} \quad (4.2.3)$$

²³ Las maneras específicas de implementación de este mecanismo no están tan precisamente detalladas en el proyecto, por lo que se introducen factores ad-hoc en el presente trabajo.

²⁴ Goode (1955)

En lugar del reconocimiento inmediato del costo de la inversión, aquí se considera una deducción de la depreciación representado por $\delta^f K_t$. El factor de la depreciación δ^f está compuesto por la depreciación económica (δ) multiplicada por un shock temporal (u_{TD}), este último va asumiendo distintos valores de la forma que se explicará a continuación.

El factor de depreciación puede asumir valores como para que se considere una depreciación normal o una con un ritmo más acelerado; incluso se podría lograr que el valor presente de las deducciones de la depreciación tengan un valor tal, que el impuesto sea neutral para el dueño del capital, sin generar distorsiones²⁵. En nuestro caso, se considera la depreciación económica calibrada en el modelo, pero se la multiplica por un shock temporal que va asumiendo valores mayores a uno, a fin de representar el hecho de que la depreciación se comporta en forma acelerada.

Se podría considerar la depreciación acelerada como cualquier método que permite deducir más que un método ordinario, el costo de depreciación del bien en los primeros años. Existen varios métodos, pero el que ha sido usado como referencia es el “declining-balance method”, donde el pagador de impuestos puede comenzar deduciendo 1.5 o 2 veces el monto permitido bajo la depreciación lineal y luego esta proporción se va reduciendo a medida que pasa el tiempo²⁶. Se considera una tasa de depreciación lineal (en nuestro caso la económica) y se la multiplica por un factor de depreciación acelerado (en nuestro caso el shock temporal). Si bien los valores del factor se han tomado de manera “ad-hoc”, se han elegido con el fin de mostrar un comportamiento descendente que caracteriza un esquema de este tipo²⁷.

En este escenario se establece una deducción en la depreciación que considera el stock de capital K_t , pero que indirectamente tiene en cuenta la inversión de bienes físicos. En general, se permite deducir la depreciación económica solamente con el fin de reducir la base imponible para la empresa; pero, en nuestro caso, se considera un factor de depreciación con las características citadas anteriormente. Esto permite incluir la alternativa de un esquema de deducciones a la depreciación que bien podría considerar el stock de capital y, dado que la propuesta de reforma cita que incluso los bienes usados estarían sujetos a este beneficio, se lo incluye dentro del análisis.

Reemplazando la inversión de la ecuación de movimiento del capital $I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t$ en la ecuación (4.2.2) se obtiene la restricción presupuestaria de los hogares:

²⁵ Esta situación se logra cuando $z = 1$. Este es el valor presente descontado de las deducciones en depreciación para el activo fijo $z = \sum_{j=1}^{\infty} \delta^j / (1 + i)^j$. Un análisis similar en relación a este factor se ha adoptado en Abel (2007) bajo la notación D_t , el cual puede asumir distintas formas funcionales.

²⁶ Un análisis detallado sobre la depreciación acelerada y su historia se encuentra en Charles et al. (2009)

²⁷ El esquema actual chileno permite la depreciación acelerada equivalente a 1/3 de la vida útil normal del bien. Si bien es un esquema acelerado, considera la misma proporción de la depreciación en todos los periodos.

$$C_t + K_{t+1} - (1 - \delta)K_t = w_t L_t + (1 - \tau^k)r_t K_t + \tau^k \delta^f K_t + T$$

Reordenando términos y sustituyendo en la condición a maximizar para el consumidor:

$$\max_{\{C_t, L_t, K_{t+1}\}} \mathcal{L} = \beta^t U[C_t, (1 - L_t)] + \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1 - \tau^k)r_t K_t + \tau^k \delta^f K_t + T - C_t - K_{t+1} + (1 - \delta)K_t]$$

La condición de primer orden para el capital queda expresada de la siguiente manera²⁸:

$$[r_{t+1}(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f + (1 - \delta)] = \frac{u'_{c_t}(c, o)}{\beta u'_{c_{t+1}}(c, o)}$$

En el estado estacionario para la condición del capital:

$$K^* = L \left[\frac{(1 - \tau^k)\alpha A \beta}{1 - \beta + \delta\beta - \beta\tau^k\delta^f} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

En este escenario, donde la autoridad otorga un beneficio de depreciación en una forma acelerada, se observa de la última ecuación que el capital de estado estacionario se encuentra afectado negativamente por el impuesto al capital, reduciendo la cantidad del stock acumulado, pero la introducción del beneficio tributario ayuda a compensar el efecto. Dado que el factor de depreciación es un valor mayor a uno, la introducción del mismo hará que el denominador sea un número más pequeño. Esto llevará a que el stock de capital adopte un valor mayor en el estado estacionario a causa de la introducción de este beneficio, siempre y cuando se mantenga constante la tasa de impuesto al capital²⁹.

Resulta conveniente realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos para el capital de equilibrio en ambos escenarios alternativos. *En el primer caso*, si bien se mantiene el efecto distorsivo del impuesto al capital, la introducción del subsidio a la inversión logra aminorar o aplacar los efectos. Aquí cabe señalar que solo en la transición esta tasa de subsidio será positiva, dado que se lo considera en forma temporal; en el estado estacionario tendrá un valor de 0%, cuyos efectos serán explicados extensivamente en la sección de resultados.

En el segundo caso, se aplica otro tipo de beneficio tributario en la forma de una deducción a la depreciación del stock de capital. Se asemeja al caso 1 en el sentido de que también ayuda a aminorar los efectos, dada la forma en que se introduce en la condición de estado

²⁸ El desarrollo de las condiciones de primer orden se encuentra en el Apéndice A (Anexo 3), así como las condiciones de estado estacionario para todas las variables endógenas del modelo.

²⁹ Dado que el ejercicio consiste en simular un cambio permanente del impuesto junto con un beneficio tributario transitorio, los resultados para el stock de capital podrían diferir de este estado estacionario.

estacionario para el stock de capital. No obstante, su estructura es diferente a la anterior, dado que el factor de depreciación toma la forma de un shock temporal que depende de la depreciación económica y de un factor que permite un decaimiento a través del tiempo (característico de esquemas de depreciación acelerada).

Si bien en el estado estacionario se logra observar el probable impacto en el stock de capital, el análisis más enriquecedor se constatará en la transición al nuevo estado estacionario para ambos casos. En la sección de resultados se hará un análisis de la forma de las funciones de impulso-respuesta, así como de las magnitudes que estas presentan ante los casos anteriormente planteados.

4.3 Principales distinciones entre escenarios

Los ejercicios planteados resultan de establecer un escenario base donde se aumenta la tasa de impuesto al capital y se compara el efecto que tendría un beneficio tributario a partir de dos mecanismos distintos: una tasa de subsidio a la inversión y un esquema de depreciación acelerada.

Los escenarios alternativos resultan diferentes puesto que constituyen dos tipos de beneficios tributarios distintos que incentivan a la inversión. El primero se aplica al costo total de la inversión (sobre el flujo de la inversión) y el segundo se considera como una deducción por el uso del capital (se aplica sobre el stock de capital). Desde el momento que se consideran en un caso el flujo y en el otro el stock, se está ante dos situaciones diferentes.

Habitualmente, se considera la depreciación acelerada sobre el capital nuevo adquirido en el periodo; pero en este caso se toma también el stock de capital viejo, motivada por uno de los cambios propuestos por la reforma de aplicar el beneficio también sobre el capital usado. Por otro lado, podría argumentarse que en el estado estacionario $I = \delta K$, pero, como la depreciación acelerada considera un factor de la depreciación que no es solo la económica sino que está combinada a un shock temporal decreciente, tanto la transición como el estado final diferirán del primer caso. De ahí que al desarrollar los ejercicios de simulación se compara el escenario base con el caso 1 y luego el base con el caso 2, porque si se tratara de pasar del 1 al 2 se estarían mezclando los efectos, como ya se refirió anteriormente.

Una distinción conceptual de ambos beneficios tributarios³⁰ es que el reconocimiento inmediato³¹ (expensing allowances) representa una rebaja del precio de compra de los bienes nuevos de capital; se deduce todo el costo de la inversión de hoy, sin tener en cuenta la inversión del futuro. En cambio, una deducción de la depreciación en forma acelerada

³⁰ Edge y Rudd (2010) pp. 6

³¹ Durante todo el documento se ha utilizado para el primer caso los términos de reconocimiento inmediato, deducción inmediata, investment tax credit, tasa de subsidio a la inversión para referirse a este beneficio.

(depreciation allowances) generalmente se aplica a los bienes nuevos, reconociendo una proporción de la depreciación mayor al que corresponde según su vida útil, solo que aquí se considera una deducción de la depreciación de los bienes usados. Este hecho reflejaría el reconocimiento de la autoridad fiscal, que parte de la renta que reciben los dueños por el capital, es una compensación por la depreciación que sufren estos bienes del uso de los mismos en la producción.

Un caso en el cual *ambos escenarios podrían ser equivalentes* sería uno en el cual se lograra la neutralidad de los impuestos, es decir, que los beneficios tributarios permitiesen eliminar completamente el efecto distorsivo de los impuestos al capital. En el escenario 1, al imponer que $\tau^i = \tau^k$ en todo momento, se lograría un subsidio permanente a la inversión y el aumento en impuestos no afectaría a las decisiones de invertir, dado que el subsidio compensa completamente el referido incremento de la tasa.

Si se considera la condición de estado estacionario para el capital y se igualan las tasas, se llegaría a una situación en la cual no se tiene el efecto distorsivo del impuesto:

$$K^* = L \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\beta\alpha A}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (4.3.1)$$

$$K^* = L \left[\frac{\beta\alpha A}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (4.3.2)$$

Por otro lado, el escenario 2 sería similar al escenario 1 en caso de que el factor de depreciación definido antes como δ^f , sea tal que se logre la neutralidad en los impuestos. Esto no implica que el impuesto al capital sea eliminado; solo implica que el beneficio tributario se defina de tal manera que logre eliminar completamente sus efectos negativos.

El factor se definiría en este caso como una función de la depreciación económica y estaría indirectamente relacionado con la tasa de interés a través del factor de descuento subjetivo:

$$\delta^f = \delta + \frac{1}{\beta} - 1$$

Con lo cual, la condición de estado estacionario para el capital, tomaría la siguiente forma equivalente a la ecuación anterior (4.3.2)³²:

$$K^* = L \left[\frac{\alpha A \beta}{1 - \beta + \delta \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

³² En el Apéndice A (Anexo 4) se muestra la derivación con este nuevo factor de depreciación.

De esta forma se lograría que ambos escenarios sean equivalentes cuando los beneficios tributarios logren eliminar los efectos del impuesto. El primer caso, permite que con igualar la tasa de impuesto a la tasa de subsidio a la inversión en todo momento, se logre la neutralidad en los impuestos. Para el segundo caso la situación resulta más complicada, dado que la autoridad debe elegir un factor de depreciación tal que logre esta neutralidad del impuesto al capital, gracias al beneficio tributario aplicado óptimamente. Este análisis gira en torno a definir una política de impuestos óptimos que queda fuera del alcance de este documento, por lo que no se expone demasiado en relación a este punto.

4.4 La dinámica del modelo

En la sección 3 se han desarrollado los agentes del modelo base. Como se pudo constatar, se trata de una economía cerrada donde el ahorro de los hogares se iguala a la inversión agregada. El papel del gobierno está restringido a recaudar impuestos y diferirlos a los hogares por medio de transferencias. Las empresas se desenvuelven en un entorno competitivo con beneficios iguales a cero y resuelven un problema estático periodo a periodo. El principal artífice de cambio son los hogares, los cuales cuentan con la propiedad del capital y toman decisiones de nuevas inversiones dado el impuesto a las rentas del capital que establece el gobierno. Los hogares son los únicos agentes que pueden tomar la decisión de consumir o ahorrar inter-temporalmente; resuelven un problema dinámico que influye en la acumulación de capital, y por ende, en la inversión de la economía.

Además de considerar una economía cerrada al comercio exterior, se analiza solo el sector real, dejando fuera de consideración los precios de los distintos bienes así como la inflación y todo lo relacionado a la política monetaria. Este resulta ser un aspecto central en el manejo de la macroeconomía, pero con fines de aislar los efectos y solo considerar el impacto en la inversión, se ha tomado este criterio en el planteamiento del modelo. Tampoco se considerarán fricciones dentro del mismo relacionadas a costos de ajuste a la inversión o fricción en los precios y salarios, justamente dada la ausencia de precios. Esto implica que las variables del modelo reaccionan inmediatamente en el momento del shock, sin mayores fricciones a causa de los factores indicados anteriormente.

Otro aspecto a considerar es la ausencia de un mercado de capitales. Por lo tanto, tampoco se realizan consideraciones en cuanto a fricciones financieras presentes en cualquier economía. La fuente de financiamiento de los hogares son los ingresos provenientes de las rentas de los factores productivos en poder de las firmas, además de las transferencias recibidas provenientes del gobierno. Estas transferencias podrían jugar un rol fundamental en las decisiones de los agentes, en cuanto a la cantidad de trabajo que ofrezcan al mercado, dependiendo también de la forma que adopte la función de utilidad.

Se realiza el supuesto de que el gobierno mantiene su presupuesto equilibrado periodo a periodo y en caso de que pretenda realizar un mayor gasto de modo de dirigirlo a los hogares por medio de transferencias, este es financiado a través de impuestos distorsivos al capital. Estos mayores impuestos actúan ejerciendo un efecto riqueza negativo en los consumidores, reduciendo su nivel de ingreso dada la menor rentabilidad al capital que esto genera, aunque también existe un efecto compensatorio por el lado de las transferencias.

Un análisis del comportamiento del stock de capital de la economía resulta relevante por varios motivos. Primero, el nivel de producción depende del stock de capital en un momento del tiempo, el cual depende de la inversión nueva que se realiza por parte de los agentes; entonces, una reducción en la acumulación de capital puede afectar también al nivel de producto de la economía. Segundo, la inversión es un componente más volátil que otros que definen al producto; tratar de entender su comportamiento ayudará a predecir por lo menos en forma somera hacia dónde se mueve la economía en su conjunto.

Cuando se analiza el escenario base se constata que, ante un aumento permanente de la tasa del impuesto en el periodo t , el capital se reduce inmediatamente dado el aumento inmediato en el consumo corriente. Este aumento se dará hasta que las expectativas se ajusten y la propia dinámica del modelo lleve a un nuevo equilibrio con un nivel de consumo inferior, dado el menor stock de capital en el estado estacionario. Este comportamiento del consumo podría deberse a una reducción en la tasa de interés real de la economía, influenciado por el aumento del impuesto al capital que afecta a las tasas. Esta probable reducción en la tasas de interés real genera menores incentivos a ahorrar por parte de los agentes, llevando a una mayor propensión a consumir en el presente. Todo esto genera una especie de crowding-out negativo para el producto y llevaría finalmente a una reducción en el consumo para el nuevo estado estacionario.

En el presente trabajo, los dueños del capital reciben una tasa de retorno por alquilar el capital a las firmas, que sería como una tasa de retorno requerido. En caso de que el hogar cuente con la posibilidad de invertir en otros proyectos, debe igualar la tasa de retorno de estos proyectos con la tasa de retorno requerido del capital. En este modelo, la tasa de retorno requerido es determinada por la preferencia de bienes de hoy versus bienes en el futuro. Invirtiendo más hoy, los hogares reducen el consumo de bienes en el presente, pero se produce un mayor retorno en el futuro a través de un mayor consumo de bienes. Esta tasa de retorno es la relevante para los agentes en el momento de la toma de decisiones de inversión o consumo, lo cual llevará finalmente a un mayor o menor de stock de capital en el nuevo estado que alcance la economía.

Un elemento sumamente importante resultará el nivel de transferencias que el gobierno destine hacia los hogares, dado que este influye en las decisiones de cuánto trabajo se

ofrecerá por parte de los agentes. Los factores que influyen en esta decisión de oferta de horas trabajadas dependerán de la forma de la función de utilidad del individuo: de su elasticidad de sustituir consumo por ocio y/o trabajo; además, de cuál de los efectos predomine en su decisión, si el efecto sustitución o el efecto ingreso. Dado el impuesto al capital, el efecto sustitución podría generar un aumento en la oferta de horas trabajadas, pero el efecto ingreso podría ocasionar que los agentes reduzcan la cantidad de oferta laboral a causa de las transferencias que otorga el gobierno a los hogares, que los incentiva a trabajar menos. Estos dos efectos podrían combinarse y generar distintos resultados según la elasticidad de sustitución que presenten los agentes económicos.

Para los escenarios alternativos, el gobierno financia un nivel de gasto exógeno con impuesto distorsivo al capital pero se compensa a los hogares con beneficios tributarios a la inversión, herramienta que se utiliza para incentivar la acumulación de capital y aminorar los efectos de subidas de impuestos y de aumento en la base tributaria. Ambos subsidios transitorios operan en la misma dirección pero con resultados levemente diferentes en las magnitudes. El hecho de que sean cambios temporales requiere considerar que el comportamiento actual de los agentes es afectado por sus expectativas de eventos futuros. Un estudio hecho por Edge y Rudd (2010) indica que deducciones temporales a los gastos de inversión proveen un mayor estímulo a la inversión y la actividad real que recortes temporales en las tasas de impuestos al capital, y que dichos efectos son aún mayores cuando se introducen rigideces en los precios y salarios.

En estos escenarios se combinan un aumento permanente en la tasa de impuesto y la introducción de un beneficio temporal a la inversión. Se espera que se mantengan los mismos efectos que en el escenario base en cuanto a la reducción del stock de capital y la inversión, pero que sean menos pronunciados dados los incentivos que generan estos instrumentos tributarios del gobierno. La introducción de un beneficio temporal a la inversión hace que los hogares reduzcan el consumo presente de bienes, llevando a un incremento en el capital y un mayor gasto de inversión por parte de los agentes. Pero esta reacción, puesto que el subsidio es temporal, podría verse aminorada por el aumento permanente en la tasa de impuesto. Cuando este beneficio tributario se extinga, la inversión podría reaccionar fuertemente, dirigiéndose a su nuevo estado estacionario con menor capital al estado inicial.

En forma general, un subsidio a la inversión afecta el precio pagado efectivamente por los agentes para invertir en bienes de capital y, por lo tanto, la tasa de retorno ganada en las inversiones. Ya que el retorno de todas las inversiones potenciales aumenta con la implementación del subsidio, los hogares aumentarán los proyectos de inversión, lo cual implicaría que aumente el deseo de invertir en capital físico.

Como los subsidios en el presente análisis serán temporales, el stock de capital debiera aumentar lo que dure el subsidio y posteriormente retornar a la senda decreciente que lo llevaría a su estado final como si estuviese en ausencia del subsidio, solo afectado por el aumento permanente del impuesto. Cabe destacar que un subsidio temporal igualmente genera cambios en la transición que resultan interesantes de analizar.

Existen dos posibles efectos que causaría el uso de incentivos a la inversión. Primero, puede afectar al tamaño y la composición del stock de capital; segundo, se lo considera un instrumento de política fiscal contracíclica³³. Este último punto ha sido motivo de muchas controversias, cuestionando la efectividad de este tipo de instrumentos. No será analizado aquí, ya que escapa al objetivo de este trabajo. Con respecto al primer punto, un subsidio a la inversión podría incrementar la capacidad productiva de la nación aumentando el stock de capital, dado que reduce el costo efectivo de bienes de capital. Al mismo tiempo, podría incentivar fuertemente la inversión en capital físico y para los bienes que cuentan con ese beneficio, en detrimento de otras variedades del mismo tipo de bien físico o de otro tipo de inversión; de esta manera, afecta la composición de la inversión de una economía.

Una evaluación apropiada del impacto de los beneficios tributarios a la acumulación de capital debe considerar tanto la demanda como la oferta de inversión. Mientras que un subsidio aumenta la demanda por bienes de inversión y, por lo tanto, de fondos prestables, no necesariamente aumentaría el nivel de inversión. Si la oferta de fondos prestables (ahorro) es fija, no importa lo que pase con la demanda, la cantidad de inversión no se altera. En este caso, el beneficio tributario servirá solo para afectar el precio de los fondos prestables, o sea, las tasas de interés. Este tipo de análisis resulta relevante cuando se consideran en el modelo distintas fuentes de financiación para los agentes y cuando se introducen distintos tipos de bienes de capital, y no solo inversión en capital físico.

De acuerdo a todo lo anterior, ambos beneficios tributarios afectarían a la inversión cualitativamente de manera similar, dado que constituyen dos tipos diferentes de subsidios pero con el mismo objetivo de incentivar a la acumulación de capital físico. Sin embargo, la transición al nuevo estado y la propagación de los efectos podrían resultar en dinámicas diferentes para ambos casos analizados. La tasa de subsidio temporal al capital podría ser usada por el gobierno como un instrumento contra-cíclico, que puede influir en los agentes en cuanto al momento de realizar la inversión. Esto también puede hacer que los hogares inviertan solo en ese periodo en que dura el beneficio, causando incentivos perversos que afecten a la economía negativamente.

³³ Auerbach y Summers (1979)

En cuanto al otro beneficio de la depreciación acelerada, podría considerarse como un beneficio más bien prolongado pues, como utiliza un mecanismo de depreciación decreciente en la vida útil del activo, podría llevar a que los factores de depreciación utilizados sean modificados convenientemente durante toda la transición en que se implementen los cambios de la Reforma Tributaria, a fin de lograr los objetivos propuestos.

Por todo lo anterior, desde una perspectiva de los hacedores de política, existen tanto costos como beneficios de implementar este tipo de mecanismos. El principal beneficio es reducir el impacto en la caída de la inversión a causa del aumento en impuestos y el principal costo sería la reducción en los ingresos del gobierno por la parte de impuestos que no se recauda, dadas las exenciones otorgadas a los agentes. De ahí que resulta relevante considerar otros aspectos subyacentes, que también influyen en la política que adopte finalmente el gobierno con su esquema tributario-fiscal.

En la siguiente sección se presentará la calibración para cada uno de los parámetros relevantes del modelo así como los resultados obtenidos en las simulaciones de los escenarios planteados en esta sección; al mismo tiempo, se incluirá una subsección donde se procederá a realizar ejercicios de robustez.

5. Simulaciones

5.1 Calibración del modelo

La calibración de un modelo consiste en encontrar un valor para los parámetros, de manera que los valores de las variables endógenas correspondan a los niveles efectivos del periodo considerado. Este criterio fue propuesto por Kydland y Prescott (1982) de manera de fijar todos los valores que sean posibles a partir de información a priori o establecerlos de modo que coincidan a lo largo de toda la trayectoria de crecimiento equilibrado con sus valores promedio.

Es común en la literatura de modelos de equilibrio general definir el valor de los parámetros utilizando referencias de estudios anteriores. En el caso de parámetros que acompañan a la función de utilidad, basarse en estudios microeconómicos es una buena elección. Una tercera alternativa consiste en estimar los parámetros utilizando técnicas bayesianas³⁴. Esta técnica consiste en utilizar información a priori sobre los parámetros en el proceso de estimación, a fin de encontrar el valor que más se acerca según los momentos de su distribución.

³⁴ Para un análisis más detallado de esta técnica, Ann y Schorfheide (2007) o Canova (2007).

Para el presente trabajo se ha optado por acudir a trabajos anteriores con modelos similares para Chile donde consideran los mismos parámetros, además de elegirlos en función de que los ratios relevantes en estado estacionario coincidan con los datos promedio de la economía chilena y que sean consistentes con alguna tendencia de largo plazo observada en los datos.

Se considerará la frecuencia trimestral dado que la mayoría de los modelos de equilibrio general utilizan dicha frecuencia. Esto implica que los parámetros que poseen una naturaleza intertemporal, como la tasa de depreciación económica y el factor de descuento subjetivo, deben ser transformados desde un valor anual hacia uno trimestral, en caso que corresponda.

A continuación se realiza una discusión de los parámetros seleccionados, para posteriormente describir los resultados obtenidos. En el Apéndice B (Anexo 1) se muestra la Tabla N° 1 con un resumen de la calibración, así como un análisis de sensibilidad de algunos de los parámetros en el Anexo 2 del mismo apéndice.

Factor de descuento subjetivo (β)

Este es uno de los parámetros que se obtiene a partir de la ecuación de Euler para el consumo, donde el factor de descuento subjetivo está dado por la siguiente relación:

$$\beta = \frac{1}{(1 + r_t)}$$

donde r_t representa la tasa de interés de estado estacionario de la economía. Esta podría asumir un valor de 4% anual, 1% trimestral para nuestro caso, que llevaría a un beta de 0.99. Este tipo de modelo utiliza valores para la tasa de interés que van desde 1-5% anual; se considera el umbral alto con un valor de 4%, tomando como guía trabajos anteriores para Chile.

Una revisión de la literatura en torno a los valores para Chile muestra que Medina y Soto (2007) establecen un valor de 0.9975 para datos trimestrales. Otros autores como Schmidt-Hebbel y Tello (2011) indican un valor de 0.96 para datos anuales en un estudio de equilibrio general que realizan para el análisis del bienestar, ante diferentes escenarios de transferencias por parte del gobierno.

Medina y Naudon (2012), para una tasa de interés de largo plazo de 4%, establecen que un beta de 0.99 sería el valor acorde, en un estudio relacionado al mercado laboral y sus distorsiones para Chile.

Desutilidad del trabajo (γ)

Este parámetro gobierna el trade-off existente entre ocio y trabajo en la función de utilidad del individuo y mide la disposición del individuo a sustituir trabajo por consumo de ocio intratemporalmente. En este tipo de modelo, generalmente se calibra de modo a machear con la cantidad de horas trabajadas ofrecidas en promedio por parte de los hogares.

Estimaciones basadas en las horas totales laborales ofrecidas en la economía (datos macro) son más grandes que aquellas estimadas a nivel micro. Para datos micro el rango va de 0.27 a 0.53; pero para datos macro, el rango es mayor, varía de 2 a 4.

Entre los estudios para Chile destacan Chumacero y Fuentes (2006), quienes asignan un valor de 0.43 a este parámetro a fin de que la tasa de participación laboral en el estado estacionario asuma un valor de 0.35. Bergoeing y Soto (2002) calibran la participación del ocio en la función de utilidad como 0.57 por debajo del 0.70 registrado para economías desarrolladas³⁵.

Bergoeing y Morandé (2002) calibran este parámetro de la desutilidad del trabajo en 0.28, de acuerdo a una condición de estado estacionario de su modelo que relaciona el consumo, el empleo y el producto en base a sus valores promedios del periodo 1960-1988. Consideran que este parámetro debería reflejar implícitamente las distorsiones presentes en el mercado laboral de ese periodo, debido a que surge de la condición de optimización intratemporal consumo-ocio.

Un estudio más reciente de Medina y Naudon (2012) establece un parámetro de 0.4757 a fin de machearlo con la tasa de desempleo promedio de 8.5% (1986-2009), la que sería similar a la tasa de estado estacionario.

En base a los estudios realizados para Chile que consideran la misma función de utilidad que el presente trabajo, se ha considerado un valor para gamma de 0.4 en la calibración del modelo benchmark. Posteriormente, en la subsección de ejercicios de robustez se hará la sensibilización correspondiente con otro tipo de valores.

Participación del capital (α)

Para este parámetro, que representa la participación del capital en la función de producción, se ha seguido la misma metodología adoptada por el Comité Consultivo del PIB tendencial para el cálculo del Balance Estructural del Gobierno Central. Este comité utiliza una función de producción del tipo Cobb-Douglas como propone este trabajo, considera los parámetros

³⁵ Este resultado pudo haber sido debido a que en Chile casi no se ofrece trabajo a medio tiempo y el esquema de trabajo es mucho más largo que en economías avanzadas.

de esta función los adoptados por el INE (Instituto Nacional de Estadísticas) y en base a datos de Cuentas Nacionales del BCCh (Banco Central de Chile).

Cabe destacar que en el citado informe³⁶ no dejan expreso los valores de los parámetros pero Larraín et al. (2014), en un estudio que realizan sobre la Reforma Tributaria, indican que los valores utilizados por el comité son de 0.48 para la participación del capital y de 0.52 para la participación laboral.

Restrepo y Soto (2004) coinciden con este valor, indicando que el 53% del PIB es la participación de la masa salarial. Para países desarrollados (como EEUU) este valor supera el 60%. Podría justificarse por el menor stock de capital humano en Chile y la mayor participación de recursos naturales en el PIB de la economía chilena.

En un informe técnico sobre la evolución de la PTF en Chile, Magendzo y Villena (2012) indican que la participación del capital se calcula como los excedentes de explotación sobre el PIB y encuentran que el promedio para el periodo 2008-2012 ronda 0.55.

Entre los trabajos para Chile que han propuesto medidas de PTF, se encuentra el de Fuentes et al. (2004) que considera un alfa de 0.50 en base a la participación promedio del capital en el ingreso nacional para el periodo de 1960-2003 con datos de Cuentas Nacionales, pero ajustando cifras llega a un valor de aproximado de 0.4.

Vergara y Rivero (2006), con información de Cuentas Nacionales y del INE, llegan a cifras de 0.6 para la participación del capital. Sin embargo, finalmente utilizan 0.45, indicando que esta es la cifra utilizada por el comité que calcula el PIB de tendencia para la regla fiscal de balance estructural.

Con todo lo anterior, una cifra de 0.45 para la participación del capital en la función de producción se considera como bastante razonable. Esto es avalado por los estudios citados anteriormente así como por las proyecciones hechas por el Ministerio de Hacienda. Cabe destacar que en el Apéndice B se mostrará un análisis de sensibilidad con este parámetro, dada su relevancia para los resultados en las simulaciones³⁷.

Depreciación económica (δ)

Este parámetro requiere de una especial atención dada la relevancia del mismo para obtener resultados cuantitativos acordes a la realidad actual chilena y la posterior consistencia de las simulaciones a fin de lograr predicciones acordes.

³⁶ Acta de Comité del PIB tendencial de fecha 28 de agosto de 2013. Ministerio de Hacienda.

³⁷ Medina y Soto (2007) utilizan un parámetro de 1/3 (0.33), valor típico en la literatura de calibración de modelos de equilibrio general.

Una revisión de la literatura nos muestra que Chumacero y Fuentes (2006) calibran la tasa de depreciación a fin de machear la tasa de inversión promedio en estado estacionario ($\delta = 0.06$ anual). Bergoeing y Soto (2002) asumen una tasa de depreciación trimestral de 2% para la calibración de su modelo e incluso realizan una regresión de la serie de depreciación contra el stock de capital, obteniendo un resultado similar, 1.9%.³⁸

Se han realizado algunos cálculos utilizando datos del Ministerio de Hacienda y del BCCh en base a la ecuación de movimiento de capital despejando para la depreciación y otro cálculo utilizando la condición de equilibrio de esta misma ecuación. Los resultados, así como la metodología, se describen en la Tabla N° 2 del Apéndice B (Anexo 1).

Cuando se realiza una comparación del promedio de los años 1986-2012 con el método descrito anteriormente versus el cálculo realizado por el Ministerio de Hacienda (Comité PIB Tendencial), se obtiene una tasa de depreciación promedio de entre 4 y 4.2% anual. Sin embargo, al considerar una muestra menor del último decenio (2000-2012) se obtienen promedios entre 5-6%.

La revisión de la literatura junto con los cálculos realizados llevan a adoptar una tasa de depreciación económica de 6% anual, lo que implicaría una tasa de 1.5% trimestral para la calibración del modelo.

Impuesto a las rentas del capital (τ^k)

Con respecto a la calibración de este parámetro, existen autores como Mendoza et al. (1994) que afirman que los agentes económicos toman sus decisiones dependiendo de las tasas impositivas marginales, pero el cálculo de estas es bastante complejo por la limitación en la información fiscal. En lugar de ello proponen estimar tasas medias efectivas³⁹, mostrando que estas tasas se ubican en el rango de las tasas marginales y muestran una evolución temporal similar.

Para el caso de Chile en modelos de equilibrios general, Bergoeing y Morandé (2002) calibran el impuesto al capital a partir de una ecuación de equilibrio conociendo los valores de los parámetros del factor de descuento y de la depreciación económica y utilizando datos de distintos periodos para sus simulaciones. Las tasas calibradas por estos autores son

³⁸ García y Restrepo (2007) también coinciden con un valor de 2% trimestral para la tasa de depreciación. Medina y Soto (2007) utilizan un valor de 6% anual para sus calibraciones; en cambio, Schmidt-Hebbel y Tello (2011) reconocen un valor de 4% anual para este parámetro.

³⁹ Una tarifa efectiva se define como la razón entre el recaudo del impuesto y su base impositiva (rentas del factor capital). Esta técnica fue sugerida por Lucas (1990) y aplicada para los países del G7 por Mendoza et al. (1994). Consiste en estimar tarifas efectivas con información de Cuentas Nacionales y tiene la ventaja que al incorporar la carga tributaria agregada se introduce la visión del agente representativo.

determinadas endógenamente por el modelo, pero muestran una sorprendente similitud con las tasas observadas durante el periodo analizado.

Chumacero y Fuentes (2006) analizan la dinámica de crecimiento de la economía chilena a través de un modelo de equilibrio general donde introducen impuestos distorsivos. Ellos calibran tanto el impuesto laboral como el impuesto al capital en 25%, un poco superior al valor utilizado para este trabajo.

Otro estudio reciente de Fairfield y Jorrat (enero 2014) calcula la tasa efectiva de impuestos para Chile para los ingresos de firmas que dominan la parte más alta de la distribución. Los autores analizan principalmente las desigualdades en el ingreso en Chile. Su análisis incluye no solo los beneficios distribuidos, sino también aquellos generados pero retenidos dentro de la firma. Encuentran que los de mayores ingresos son los que contribuyen mayormente a la recaudación; pero los impuestos efectivos no son elevados, están en el rango de 16-17% como tasa de impuesto promedio efectiva.

Cabe destacar que las estadísticas de la OECD indican que la presión tributaria para Chile en el periodo de 1990 a 2012 ronda en promedio 19.3% como porcentaje del PIB y su último valor se encuentra en torno al 20%. Cuando se realiza una comparación con el promedio de países de la OECD, este valor se considera muy por debajo, pero en relación al promedio de Latinoamérica, Chile se encuentra por encima⁴⁰.

Por todo lo anterior, el valor a considerar para la calibración será de 0.20 (20%), que también se encuentra en consonancia con los datos históricos promedios de tasas de impuestos a las utilidades de las firmas⁴¹. Esta es la tasa que se utiliza para calibrar el modelo como tasa que grava la renta de los ingresos al capital.

Productividad total de factores (A)

Se ha considerado normalizar a 1 el valor de este parámetro, dado que en el modelo no se analiza el crecimiento de la economía y este factor resulta relevante solo cuando se consideran aumentos en la productividad de los factores que llevan a un crecimiento sostenido en la economía⁴².

Magendzo y Villena (2012) han hecho notar que en los últimos años se ha tenido una gran preocupación por las escasas ganancias de la PTF en la economía chilena. Basados en datos del Ministerio de Hacienda, estos autores indican que durante el periodo 1991-1997 la PTF

⁴⁰ En el Apéndice B (Anexo 1) se muestra el Gráfico N° 2, donde se puede constatar lo manifestado.

⁴¹ También en el Apéndice B (Anexo 1) se muestra el Gráfico N° 3 de la serie de impuesto a la renta.

⁴² La PTF mide la parte del crecimiento económico que no se puede explicar por aumentos en: las horas trabajadas, la cantidad de capital físico o de capital humano. En otras palabras, la PTF captura incrementos de eficiencia y esfuerzo que permiten producir más con los mismos factores.

creció en promedio 3.1% (la economía creció 8.2% por año) para luego estancarse en 1999. Para el periodo 2010-2014 las proyecciones iban en torno a 0.7% en promedio y para la última revisión 2013-2018, el promedio era de 0.42%⁴³.

El análisis de sensibilidad se hará modificando algunos parámetros del modelo, sobre todo el que corresponde a la participación del capital en la función de producción y el porcentaje de la depreciación económica. Se probará reduciendo estos parámetros a fin de ajustar mejor los ratios relevantes para el análisis de este documento, como el ratio capital-PIB, la proporción de inversión sobre PIB y el ratio consumo privado-PIB.

La simulación se hará con la plataforma Dynare que opera en el programa Matlab⁴⁴, a través de un método determinístico que es usual para analizar cambios de régimen. La solución de estos modelos no requiere linealización alrededor del estado estacionario, pero en este trabajo se procederá a trabajar en $\exp(x)$ a fin de facilitar la interpretación de los resultados.

Una vez que se determinan las ecuaciones del modelo, se establece un bloque con las condiciones de estado estacionario a fin de que el programa resuelva la solución del sistema. Se determinan los shocks que afectarán a la economía y posteriormente se simula por N periodos hacia adelante. En la próxima subsección se expondrán los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas.

5.2 Resultados

Como primer ejercicio de simulación correspondiente al escenario base, se supondrá un shock permanente de aumento de la tasa de impuesto al capital pasando de 20% a 30%, tratando de captar los efectos que podría tener en el stock de capital, en la inversión y en el consumo privado. Adicionalmente se ha incluido la función de impulso respuesta de las horas trabajadas, por considerarse relevante en la explicación de los resultados obtenidos. Para todos los gráficos de las FIR (Funciones de Impulso Respuesta), el eje vertical mide desviaciones porcentuales en torno al estado estacionario inicial y el eje horizontal mide el tiempo, es decir, la cantidad de trimestres.

Como se puede observar en la **Figura N° 1 Escenario base** del Apéndice B (Anexo 2), se muestran las FIR de las 4 variables relevantes del modelo. En este escenario, se produce un aumento permanente de la tasa de impuesto, este aumento se produce inmediatamente en el periodo 1 y es perfectamente previsto por los agentes, razón por la cual reaccionan inmediatamente al shock.

⁴³ De acuerdo a las estimaciones del comité del PIB tendencial.

⁴⁴ Matlab versión R2011b y Dynare 4.3.3.

Todas las variables reaccionan según lo previsto por la teoría económica: la inversión cae inmediatamente en el momento del shock a causa del incremento en la tasa de impuesto, esto desmotiva a invertir en capital físico debido a que afecta a la rentabilidad del capital e indirectamente a otros proyectos alternativos de inversión, en caso de que existan. Posterior al impacto, esta variable retoma una senda creciente debido a que las expectativas se ajustan posterior al shock. El stock de capital también muestra una caída inmediata pero menos pronunciada. Este ajuste más lento que la inversión es debido a que los inventarios no pueden ajustarse instantáneamente pues precisan de un tiempo para ello.

En cuanto al consumo, este reacciona en función de la tasa de interés real de la economía. Podría pensarse que esta tasa se reduce a causa del aumento del impuesto. Esto desincentiva a los agentes a ahorrar (invertir) y, por ende, a aumentar el consumo en el presente inmediatamente y luego reducirlo conforme pasa el tiempo. El efecto final para el consumo sería una reducción causada por un menor stock de capital, lo cual disminuye el producto de la economía y, por lo tanto, la cantidad de bienes que los agentes puedan llegar a consumir.

Con respecto a las horas trabajadas, estas dependen del efecto que predomine en los agentes: si el efecto ingreso o sustitución. El efecto sustitución hará que los hogares quieran ofrecer más trabajo, dado que se reduce la renta de alquilar el capital a causa del impuesto. Deben compensar esta menor rentabilidad ofreciendo más trabajo. En cambio, el efecto ingreso hará que los hogares ofrezcan menos horas laborales, debido a que el gobierno entrega estos mayores recursos a los agentes por medio de transferencias.

Se observa en este caso que las horas trabajadas se reducen significativamente, mostrando que el efecto de las transferencias predomina, tras lo cual los hogares ofrecen una cantidad de trabajo menor producto del shock, para luego ajustarse paulatinamente al alza. Además del impacto que genera la caída en la productividad marginal del capital en la inversión, el comportamiento de las horas trabajadas puede ayudar a entender la caída tan intensa de la inversión, producto del aumento del impuesto. Finalmente, se tendrá un producto menor en la economía y todas las variables que definen al PIB tendrán un menor valor al estado inicial.

Cuantitativamente, se observan valores considerables en los desvíos de las variables de su estado inicial, sobre todo con respecto al stock de capital y la inversión. El stock de capital muestra desvíos porcentuales negativos durante toda su trayectoria; la caída se muestra más intensa en la primera parte hacia la transición, para finalmente mostrar un desvío total final de hasta -23.22% de su estado inicial. En cuanto a la inversión, también muestra un desvío inicial bastante pronunciado superior al capital. La mayor caída inmediata al shock resulta ser del orden de -41.73% para luego ajustar su tendencia al alza, llegando al estado estacionario final con un desvío en torno a -23.43%, similar a la caída final del capital.

Aquí cabe resaltar algunos puntos sumamente relevantes para el análisis. Primero, dado que en este trabajo se consideran cambios permanentes, las variables no volverán al estado inicial anterior. Tomarán una senda que las llevará a un estado estacionario final diferente, menor en este caso dado que se trata de un shock negativo. Segundo, la caída de la inversión se torna muy intensa debido al comportamiento de las horas trabajadas, que dada la influencia de las transferencias del gobierno generan una reducción de la oferta laboral y por tanto de la producción en la economía. Tercero, la forma de la función de utilidad también influye en la caída de la oferta de trabajo, debido a la disposición de los agentes a sustituir trabajo por ocio. Por último, dado que el modelo es relativamente simplificado, no considera la inclusión de otros sectores que también influyen en la dinámica de las variables de este tipo de modelos⁴⁵.

Con respecto al consumo, se produce un aumento inicial a causa de la sustitución de bienes de consumo en vez de inversión en capital, dada la mayor tasa de impuesto para los hogares. Ese aumento va hasta casi 6.56% del estado inicial, para después retomar la senda que lo llevará al nuevo estado estacionario. La caída final del consumo a causa del menor producto en la economía se da en -9.31%. Con respecto a las horas trabajadas, estas caen inicialmente hasta un -6.86% en el momento exacto del shock; posterior a eso, el individuo comienza a incrementar su oferta laboral paulatinamente durante toda la transición y la cantidad de empleo finalmente resulta menor al estado inicial con un desvío de -2.31%.

Un gráfico que acompañará el análisis de todos los escenarios corresponde al de los ratios de capital, inversión y consumo en relación al producto. Este análisis resulta relevante en cuanto permite hacer comparaciones a través del tiempo de las principales variables macroeconómicas, como también para dimensionar el probable impacto que tendrán en el PIB y sus componentes, los shocks a aplicarse en el presente trabajo de simulación.

Con respecto al ratio capital-producto, la simulación arroja un ratio en el momento cero de 3.59, para ir bajando gradualmente hasta un valor en el estado final de 2.75. Según datos del BCCh del periodo comprendido entre 1985 y 2013, este ratio se ubica en promedio en torno a 3.6, muy similar a nuestros resultados. Por otra parte, los cálculos que arrojan los datos utilizados por el Comité del PIB Tendencial indican que este ratio se ubica en 2.4 para el periodo de 1960-2012. Cuando se considera un periodo más reciente y corto de análisis el valor se ubica en 2.2. Por último, un trabajo de Larraín et al. (2014) considera este valor para el año 2013 en torno a 2.34; no obstante, dado que se trata del ratio de un solo año, tal vez los datos del BCCh resulten más acordes para el análisis.

⁴⁵ Más adelante se volverá nuevamente sobre este punto, a fin de considerar las fortalezas y debilidades de la presente modelación.

El ratio de inversión-producto, que representa el porcentaje de inversión de la economía, muestra un valor 12.54% a causa del cambio permanente de impuestos para este escenario. Posteriormente se va incrementando hasta llegar a un valor de 16.47% en el estado final de la simulación. Cuando se analiza la trayectoria de este indicador en los datos chilenos, las cuentas del BCCh arrojan un valor de 18.2% para el periodo comprendido entre 1986-2013 y para el periodo 2000-2013 un valor de 21%. Según el citado estudio de Larraín et al. (2014), en la década de los 80 este ratio estuvo en el orden del 10%, pero para el año 2013 se ubica en torno a 26%. En cambio, el último Informe de Política Monetaria (IPOM) del BCCh da cuenta que para 2013 la variación anual de este indicador está en 25.8% del PIB real y las proyecciones para el año 2014 dan cuenta de un 24.9%, levemente inferior a 2013.

El último ratio de análisis es el de consumo-producto. Las simulaciones para el escenario base arrojan un valor inicial de 83.63%, para después descender en toda su trayectoria de análisis y ubicarse en un valor aproximado de 71.18% del PIB. Medina, Munro y Soto (2008) indican un valor de 59% para este indicador, muy por debajo de los resultados obtenidos, que indicaría un aumento importante del ratio a causa del shock permanente. Por otro lado, cuando se analizan los datos del BCCh de la base de datos de Cuentas Nacionales, se constata que el promedio para el periodo 2008-2013 se ubica en torno a 64% del PIB en términos reales.

En la sección de ejercicios de robustez se harán cambios en los parámetros relevantes del presente escenario, así como modificaciones en el rango de la tasa de impuesto que produce los cambios permanentes; esto a fin de comprobar situaciones diferentes ante escenarios alternativos donde se procede a sensibilizar los valores de los parámetros.

Una vez representada la situación del escenario base donde solo se cuenta con un shock permanente de aumento de la tasa de impuesto, se continúa con dos escenarios alternativos que representan dos casos donde el gobierno, además de imponer un aumento de impuestos, decide compensar a los agentes con beneficios tributarios a la inversión. Para ambos casos el aumento de la tasa es permanente, pero la diferencia se encuentra en el tipo de beneficio tributario ofrecido.

Para el Caso 1, se establece una tasa de subsidio a la inversión en el mismo porcentaje en que se incrementa el impuesto al capital (30%). Este beneficio es temporal por 10 trimestres desde el momento del shock permanente. Para el Caso 2 se establece otro tipo de beneficio, consistente en una deducción de la depreciación del stock de capital en forma acelerada. Se aplica también por 10 trimestres a partir del inicio del periodo y este esquema considera un factor de depreciación que asume valores decrecientes mayores a uno. A continuación se expondrán los principales resultados para ambos casos.

En la **Figura N° 2 Escenario alternativo 1** del Apéndice B (Anexo 2) se muestran los resultados del Caso 1, cuya derivación fue indicada en la sección 4. En este caso los hogares reciben el impacto de un shock permanente de aumento de la tasa de impuesto al capital, pero durante los primeros dos años (10 trimestres) reciben un subsidio en la forma de un reconocimiento inmediato a la inversión.

Cualitativamente, el comportamiento de las variables resulta bastante similar al escenario base, pero la dinámica de transición hacia el estado final muestra un comportamiento distinto. El stock de capital mantiene el comportamiento descendente producto del shock permanente negativo, pero en el estadio inicial se muestra relativamente estable; esta estabilidad coincide con el periodo en que se aplica el subsidio a la inversión. Posterior a la eliminación del beneficio tributario, el capital recupera su senda de caída hacia el estado estacionario final. Con respecto a la inversión, la caída en la etapa inicial se observa menos pronunciada que en el escenario base; incluso, pareciera que se incrementa levemente al inicio del periodo. La caída gradual se observa hasta el periodo en que se elimina el subsidio y luego muestra un comportamiento creciente pero con desvíos siempre negativos.

En cuanto a la variable del consumo, la FIR muestra una leve caída al comienzo del periodo causada posiblemente por los incentivos de los hogares de incrementar la inversión a causa de la ayuda del subsidio provista por el gobierno. Esto genera mayores incentivos por invertir en capital físico, lo que también se observa en la FIR de la inversión, lo cual lleva a una caída del consumo inicial. Cuando las expectativas se ajustan, dado que el beneficio es solo temporal, el consumo se incrementa nuevamente hasta el momento en que se retira el beneficio y, posterior a ello, cae lentamente para adoptar la posición de su estado estacionario final producto del cambio permanente del impuesto.

Con respecto a la última variable, el trabajo, se observa un aumento inicial de las horas trabajadas causado posiblemente por los mayores incentivos que genera el subsidio; podría darse que las firmas demanden una mayor cantidad de trabajo, razón por la cual los hogares ofrecen más horas laborales dada esa mayor demanda. Esto sería mucho más claro en el caso que el modelo cuente con un mercado laboral más desarrollado, como una unión de trabajadores que defina los precios de los salarios de la economía. Posterior al aumento inicial, se constata una caída intensa del trabajo y luego se muestra una senda más creciente hacia el estado que finalmente tendrá, que también resulta ser con desvíos negativos al estado estacionario inicial.

Cuantitativamente, se puede apreciar que el stock de capital hasta el tercer trimestre muestra desvíos positivos de hasta 0.08%; posterior a ello comienzan los desvíos negativos

del mismo, aparentemente menos intensos que el escenario base⁴⁶ en la etapa inicial pero teniendo casi el mismo impacto final con -23.20%. Con respecto a la inversión, inicialmente se observa un aumento de hasta 4.51% en el primer trimestre para ir cayendo hasta el semestre 11 en -40% cuando se elimina el beneficio tributario (este valor resulta inferior al caso base). Desde este semestre vuelve a incrementarse la inversión, para finalmente adoptar un valor de aproximadamente -23.45%.

Por el lado del consumo, se observa una caída inicial de -0.69% en el momento del shock para posteriormente incrementarse hasta 5.2% a causa del subsidio y finalmente desviarse hasta -9.29% del estado estacionario inicial. Las horas trabajadas crecen inicialmente hasta 0.77%, después se reducen con desvíos de hasta -6.49% del estado inicial y finalmente adoptan un -2.31% de desvío en el estado final de la economía.

Un análisis de los ratios relevantes muestra niveles relativamente acordes con los promedios observados en la última década, lo cual implicaría que la combinación de ambos shocks no modifica demasiado las condiciones de la economía. El ratio capital-producto muestra un valor en torno a 3.58 cayendo hasta un valor de 2.75 en el estado final; la tasa de inversión muestra un valor inicial de 22.48% cayendo hasta 12.91% y tomando un valor final de 16.47%. Con respecto al ratio de consumo-producto, este asume un valor de 77.94% inicial, se incrementa hasta 82.57% en donde se elimina el beneficio, y cae paulatinamente hasta un valor de 71.20%. Estos valores representan meras aproximaciones debido a que dependen de la calibración del modelo en cuanto a los parámetros seleccionados.

Como se ha indicado anteriormente, el gobierno compensa el aumento permanente de impuestos al capital con beneficios tributarios a la inversión. El segundo escenario alternativo corresponde al otro tipo de compensación con fines de incentivar al ahorro y la inversión; este adopta la forma de deducciones al stock de capital por medio de un esquema de depreciación acelerada. Esto implica un descuento de la vida útil de los activos superior a la depreciación normal que estos bienes tienen, a causa del desgaste de los mismos.

Operativamente se considera la depreciación acelerada como un shock positivo con un proceso exógeno que va tomando valores decrecientes mayores a uno, tratando de reflejar en forma somera los cambios que plantea la reforma; esta expresa que por un tiempo las firmas podrán acceder a este mecanismo e incluso aclara que las medianas empresas accederán a un beneficio de depreciación mayor e irán reduciéndolas a medida que pasa el tiempo y la economía se vaya ajustando a los cambios de la reforma.

⁴⁶ Más adelante, a fin de ser más precisos, se realizará un análisis comparativo para los tres escenarios de los efectos acumulados relativos al estado estacionario final.

Como se explicó en la sección anterior, el mecanismo de la depreciación acelerada opera por medio de un factor δ^f , el cual se compone de dos elementos: el valor de la depreciación económica (calibrado en 1.5% trimestral) y un factor decreciente que toma la forma de un shock temporal (se ha tomado un valor de 1.5 para inicializar). En la parte de los ejercicios de sensibilización se adoptarán valores distintos a fin de considerar otros posibles resultados.

En la **Figura N° 3 Escenario alternativo 2** del Apéndice B (Anexo 2) se puede observar el resultado de la simulación. En general, el movimiento de las variables muestra los resultados esperados, mostrando caídas para el estado estacionario final. Esto se debe a que si bien se tiene un shock temporal positivo del subsidio a la inversión, este se encuentra totalmente dominado por el shock permanente negativo de aumento de impuesto, lo cual genera un cambio del estado estacionario al final de la simulación. Sin embargo, la dinámica de la transición sí presenta resultados interesantes de describir para las cuatro variables de análisis en el modelo.

El stock de capital reacciona inmediatamente al shock permanente, mostrando caídas sucesivas pero de menor magnitud que los dos casos anteriores. Ello podría deberse al hecho de que este beneficio trata justamente de amortiguar el impacto a lo largo de la trayectoria que dura el mismo, pero se observa que no elimina el efecto del shock negativo. Con respecto a la inversión, esta variable se reduce fuerte con el impacto pero luego muestra una caída menos pronunciada, después de ello retoma la senda de recuperación que caracteriza a los escenarios anteriores. Se constata que este beneficio tributario logra aminorar el impacto del shock permanente y permite menores caídas en los valores finales.

El consumo reacciona con un aumento pronunciado en el primer trimestre, luego se incrementa paulatinamente y posterior a eso muestra una caída gradual hacia el estado estacionario final. Con respecto a las horas trabajadas, los hogares reducen la oferta laboral a causa del aumento de la tasa de impuesto, pero lo hacen en dos etapas: la primera, una reducción fuerte y la segunda, más gradual para llegar a su mayor caída.

Para todas las variables en consideración no se observan incrementos iniciales, como sí se constataba para el caso de la tasa de subsidio a la inversión. La razón podría deberse a que las expectativas de los agentes se ajustan más rápido en el presente escenario que en el anterior. Esta situación podría darse debido a que la actual estructura tributaria también contempla un beneficio similar y los hogares manejan esa información a priori a fin de ajustar sus acciones.

Cuantitativamente, todas las variables muestran valores menores que los dos casos analizados anteriormente. El stock de capital se va reduciendo paulatinamente hasta llegar a un desvío del estado inicial de -11.86%, mucho menor al caso anterior. Con respecto a la

variable de la inversión, la FIR nos muestra una caída inicial en el primer trimestre de -7.46%, luego sigue cayendo de manera menos pronunciada hasta -16.69% para el onceavo trimestre y posteriormente irá creciendo hasta un valor de -12.11%, que resulta ser el desvío final.

En cuanto al consumo, se constata un aumento inicial de 1.36%; luego sigue incrementándose en el periodo que dura el beneficio tributario hasta un valor de 2.19%. Posteriormente, seguirá una tendencia decreciente de desvíos en torno al estado inicial hasta un valor de -4.32%. Las horas trabajadas caen primero -1.44%, después siguen cayendo hasta -3.09%, para después recuperar la tendencia alcista que las llevará a un desvío de -1.35% del estado inicial. Estos valores de desvíos porcentuales también resultan menores que los dos escenarios analizados anteriormente.

Con respecto a los ratios relevantes, el de capital-PIB se muestra ligeramente elevado comparado con los ejercicios anteriores, con un valor inicial de 4.07 y un valor al final de la simulación de 3.59. Con respecto a la inversión, se tiene un valor de 22.61% para el periodo cero del análisis. Este ratio se reduce hasta un valor de 20.36% y luego asume un 21.47% para el periodo final. El otro ratio analizado es el consumo-PIB, el cual muestra valores más acordes a los últimos datos históricos: un valor de 76.59% inicial, luego un aumento de hasta 77.22% y el menor valor se encuentra al final de la muestra en torno a 72.30% del PIB.

A continuación se realizará un análisis comparativo del escenario base, donde solo se incrementa la tasa de impuesto al capital, en relación a los otros dos escenarios donde el gobierno implementa dos tipos diferentes de beneficios tributarios a la inversión. Se analizarán primero las diferencias gráficas encontradas en la dinámica entre las variables relevantes y, posteriormente, se hará un análisis de los efectos acumulados en torno al estado estacionario final por tramos de tiempo.

Cuando se observa en los gráficos de la **Figura N° 4** del Apéndice B (Anexo 2), se puede realizar una comparación de las principales variables del caso base en relación al escenario alternativo 1 (tasa de subsidio a la inversión). Estos gráficos representan, como hasta ahora, desvíos porcentuales en torno al estado estacionario inicial y se puede constatar que si bien muestran un comportamiento cualitativo similar, también presentan marcadas diferencias en la transición para todas las variables de análisis.

El capital del caso base (línea azul) se encuentra por debajo del capital del escenario 1 (línea roja) con una marcada diferencia desde el inicio hasta la parte final de la transición, cuando ambas líneas se juntan cerca del estado estacionario. El comportamiento de la inversión resulta similar al capital; el escenario alternativo muestra una caída menos pronunciada al inicio que el caso base, el cual presenta la mayor caída en el primer trimestre. Ambos escenarios muestran una convergencia similar, pero resulta destacable que en el escenario 1

al eliminarse el subsidio, la inversión se muestra por debajo de los niveles que esta variable presenta en el caso base.

El comportamiento del consumo es inicialmente superior para el caso base dado el aumento de impuestos sin ningún tipo de subsidio, a causa de la reducción considerable en los incentivos a invertir. Para el escenario alternativo se observa una leve caída al inicio, para luego alcanzar un punto máximo pero inferior al caso base. Durante la transición, el consumo del escenario base se muestra por debajo del consumo alcanzado en el escenario 1, lo cual llevaría a suponer que el subsidio incrementa el consumo de bienes, llevando a un mayor bienestar de los agentes, por lo menos de manera transitoria.

Con respecto al trabajo, se observa que las horas laborales se reducen mucho más en el caso base que en el alternativo, pero ambas parecerían converger en el mismo punto final. Esta caída tan pronunciada en las horas trabajadas al inicio se podría considerar como explicación válida para los desvíos tan pronunciados en ambos escenarios para las variables tanto del capital como de la inversión. Se destaca, sin embargo, el incremento positivo inicial de la oferta de trabajo para el escenario alternativo a causa del subsidio a la inversión.

En la **Figura N° 5** del mismo anexo se pueden observar los gráficos que comparan las variables del escenario base versus el escenario alternativo 2 (esquema depreciación acelerada). Este mecanismo de beneficio tributario genera marcadas diferencias en torno al escenario base. Se puede constatar cómo el capital del caso base (línea azul) muestra desvíos porcentuales mucho mayores que el caso 2 sobre todo en magnitudes, dado que la dinámica se muestra relativamente similar. Con respecto a la inversión, se puede constatar por el gráfico que el caso base cae inmediatamente al producirse el shock de aumento de impuesto. Sin embargo, para el caso 2 la inversión cae en forma gradual hasta el periodo que dura el beneficio tributario y luego toma la senda al nuevo estado, pero en niveles menores que el caso base.

En relación al consumo, al inicio la variable del caso base se encuentra por encima del escenario alternativo a causa de la mayor caída en la inversión, pero luego esta tendencia se revierte y el caso alternativo muestra una reducción en el consumo mucho menor que el otro caso analizado. Por último, las horas trabajadas también muestran el mismo comportamiento que las demás variables cuando se comparan ambos escenarios. La oferta laboral de los hogares en el escenario alternativo se reduce mucho menos que el caso base, como se puede observar en el gráfico, pero la diferencia entre un estado estacionario y otro es menor que en las otras variables analizadas.

Este ejercicio nos permitió comprobar los resultados diferentes que arrojan los dos escenarios en comparación al caso base, además del análisis que ya se había realizado para

cada uno de ellos en forma independiente al inicio de esta sección. Un aspecto que requiere especial atención es la velocidad de convergencia de las variables para cada uno de los escenarios considerados. Se pudo constatar que tanto para el escenario base como para los alternativos, el modelo converge en un periodo relativamente largo, motivo por el cual se procederá a realizar un análisis de la transición al nuevo estado estacionario. Este ejercicio permitirá reconocer en qué etapa del análisis se producen los mayores cambios y, por ende, el impacto temporal de los shocks en cada uno de los casos.

Se ha tomado como un criterio de convergencia un valor suficientemente pequeño⁴⁷ a partir del cual las variables muestran cambios insignificantes en su conjunto; a partir de ello, el periodo final de convergencia sería de 200 trimestres, es decir, 50 años. Dado este plazo relativamente extenso, se procede a exponer un cuadro con los efectos acumulados de las variables en torno al estado estacionario, es decir, realizando una comparación relativa del acumulado en un momento del tiempo contra el efecto acumulado total⁴⁸. Este análisis de convergencia por tramos se realizará para los 3 escenarios propuestos, de manera de realizar estática comparativa entre los mismos.

En la **Tabla N° 3** del Apéndice B (Anexo 1) se muestran los resultados del ejercicio que refleja la transición al nuevo estado estacionario. Se compara el escenario base con los alternativos. Cabe recordar que el caso base representa un aumento permanente del impuesto y los alternativos combinan el cambio del impuesto con beneficios temporales tributarios específicos. Los resultados de la tabla representan efectos acumulados (en tanto por uno) hasta ese momento relativo al cambio total al final del estado estacionario⁴⁹.

Cuando se analiza cada escenario por tramos de tiempo⁵⁰ y comparativamente un escenario con otro, se constata que en el caso base la caída relativa del stock de capital representa el 6.9% del total en el primer año y a la mitad de la transición (cuarto tramo) se observa una caída acumulada de 92.4% del total. Con respecto a la inversión, la mayor parte de los cambios se concentran en los primeros dos tramos y luego las variaciones son mucho menores. Dada la caída importante en la inversión, el consumo se incrementa mucho en el primer tramo para luego ir cayendo conforme pasamos al nuevo estado. A la mitad de la convergencia, el efecto acumulado representa el 87.2% del total. Con respecto al trabajo, las

⁴⁷ Un criterio de convergencia podría ser: $x_t - x_{t-1} < -1 \cdot e^{-004}$, un número lo suficientemente pequeño a partir del cual se asuma que las variables han llegado a su punto de convergencia, dado que no varían.

⁴⁸ El ejercicio consiste en comparar los efectos acumulados al año, a los 5 años, a los 10 años, a los 25 años y al periodo final de 50 años, contra el acumulado total de cada una de las variables.

⁴⁹ En algunos casos se presentan valores negativos o mayores a uno, debido a que las variables se mueven de manera contraria o sobrerreaccionan en esos tramos de tiempo.

⁵⁰ Se cuenta con 5 tramos de tiempo: 1 año, 5, 10, 25 y 50 años. Se citará cada tramo como primer tramo, segundo tramo, tercer tramo, etc.

variaciones en los efectos entre tramos son importantes y relativamente similares; la mayor variación se observa en el primer tramo que constituye cuatro trimestres de análisis.

En el caso alternativo 1, los efectos acumulados para el capital en los primeros tramos son mucho menores que el caso base, incluso mostrando variaciones positivas para el primer tramo de estudio por el afecto del subsidio. Para la mitad de la convergencia se cuenta con un efecto acumulado de 90.9% del total. La caída de la inversión representa solo un 11.9% del total, marcadamente inferior al caso base; para el segundo tramo se observa el mayor componente y esta tendencia se va reduciendo para los subsecuentes tramos. En tanto, el primer tramo para el consumo muestra un menor efecto acumulado que el caso base, para el segundo tramo el efecto es mayor y para la mitad de la convergencia el efecto acumulado llega a 84.8% del total. Las horas trabajadas muestran su mayor efecto acumulado para el segundo tramo de la transición, que es el momento en que alcanza el punto más bajo de toda su trayectoria.

Para el caso alternativo 2, se observa que el primer tramo para el capital representa un 2.9% de la caída total relativa para este escenario, menor al caso base pero superior al caso 1. Con respecto a la inversión, los mayores cambios se concentran en los primeros dos tramos de la transición. El efecto acumulado del consumo a la mitad de la convergencia alcanza un valor de 79.3%. En este escenario, sin embargo, las variaciones acumuladas por tramos son más dispares que en los casos anteriores.

Cabe hacer notar que este análisis representa una comparación a través del tiempo de las variaciones acumuladas que presentan las distintas variables, pero sin considerar las magnitudes en sí, dado que se trata de cambios relativos en torno al estado estacionario final de cada caso planteado. Sin embargo, resulta interesante con fines de comparar cuál de las medidas resultaría más efectiva en el corto, mediano o largo plazo.

Finalmente, es importante destacar que esta relativa lentitud en la convergencia de las variables podría deberse al valor que asumen los parámetros o a ciertos supuestos que se realizan en el modelo. Esto mismo se aplica para los desvíos importantes que se encuentran en las variables relevantes que reflejan importantes caídas tanto en el stock de capital como en la inversión.

Una posible explicación para las caídas significativas de la inversión y el capital podría darse a partir del mercado laboral. Como ya se ha mencionado anteriormente, este no se encuentra modelado exhaustivamente, lo cual representa una debilidad frente a otros modelos de mayor dimensión que además de incorporar este sector consideran también otros sectores. Otro aspecto relevante es que, en este modelo, la mayor recaudación de impuestos se orienta a los hogares por medio de transferencias; esto genera efectos dispares en la

disposición de los agentes en ofrecer trabajo. Por un lado, el efecto sustitución genera incentivos a trabajar más dada la pérdida en la productividad marginal del capital por el mayor impuesto; por otro lado, las transferencias activan el efecto renta que parece dominar, dado que los hogares tienden a ofrecer menos horas laborales. Esta reducción pronunciada de trabajo genera una caída inicial en la producción de bienes, lo cual explica la importante caída en la inversión y el capital.

Un último punto hace referencia al hecho de que, en modelos de equilibrio general, resulta importante la inclusión de la mayor cantidad de agentes y sectores a fin de reflejar el funcionamiento real de la economía. En el modelo del presente trabajo solo se considera el sector real a fin de aislar los efectos de precios y otras variables, con el objetivo de simplificar el análisis y enfocarnos solo en la variable objetivo que resulta ser la inversión. Sin embargo, para un análisis más acabado y relativamente más exacto sería importante considerar otros sectores, así como por ejemplo tener en cuenta el comercio exterior, dado que Chile representa una economía pequeña y abierta al comercio internacional.

5.3 Ejercicios de robustez

En esta subsección se procederá a realizar análisis de sensibilidad a los parámetros del modelo a fin de verificar que los resultados se mantienen, es decir, comprobar la estabilidad del modelo. Además, este tipo de ejercicio también permite comprobar los elementos que tienen una mayor influencia en el desempeño de la economía o en la variable analizada, en este caso, la inversión. Se hará una discusión de la dinámica observada para las variables.

Como primer análisis se propone modificar el valor del parámetro que mide la participación del capital en la función de producción. Se establece un valor de $\alpha = 0.33$ a fin de verificar los resultados obtenidos anteriormente. Imponer un alfa menor implicaría hacer el supuesto de que el capital físico es menos importante en la economía, por ejemplo, a causa de una mejora en el capital humano que incrementa la participación de este factor en la función de producción.

Como se observa en la **Figura N° 6** del Apéndice B (Anexo 2) cuyo primer gráfico corresponde al caso base, pareciera que las variables analizadas convergen más rápido. Se constata una mayor caída de la inversión en el momento del shock, pero la caída final es menor que en el caso benchmark⁵¹. El consumo adopta un mayor impulso en el momento del shock pero luego asume una convergencia con una caída menor. Algo similar ocurre con el trabajo; durante el shock se reduce menos pero la convergencia final resulta bastante similar al caso benchmark.

⁵¹ Caso benchmark se usará para referirnos a los tres escenarios analizados en la subsección de resultados, donde se utilizan los mismos valores para los parámetros.

Para el Escenario 1, se destaca que la inversión asume un incremento mayor producto del subsidio pero luego tiene una caída más pronunciada que el benchmark cuando se lo elimina. Tanto el consumo como las horas trabajadas resultan con menores caídas para el periodo final de convergencia. En el Escenario 2, este cambio de parámetro hace que tanto el stock de capital como la inversión resulten en caídas mucho menores al caso benchmark. El consumo se incrementa menos en la etapa inicial y el trabajo resulta en una caída mucho menor, producto del shock de aumento de tasa de impuesto.

A continuación, se modifica el parámetro que representa la depreciación económica del capital físico en la economía, el cual adopta un valor mayor de $\delta = 0.02$. En la **Figura N° 7** del mismo apéndice, se observa que para el escenario base la inversión se reduce menos en el momento del shock permanente; para las variables de consumo y trabajo este cambio de parámetro casi no modifica la dinámica con respecto al caso benchmark.

Este mismo comportamiento del consumo y el trabajo se constata para el escenario 1; sin embargo, la inversión muestra una subida mayor al comienzo del análisis ante la implementación del subsidio, luego la mayor caída resulta levemente inferior al caso benchmark. Para el escenario 2, se observan mayores cambios. Tanto el stock de capital como la inversión muestran caídas menos pronunciadas en magnitudes; el consumo se incrementa menos en el momento del shock y asume casi el mismo valor máximo que el caso benchmark y, finalmente, las horas trabajadas se reducen menos, tanto en el momento del impacto como en el resto de su trayectoria.

En la **Figura N° 8** se presentan los gráficos que corresponden al cambio del parámetro que mide el trade-off entre consumo de bienes y ocio por parte de los hogares. Dentro del documento, se ha manifestado que la cantidad de trabajado ofrecido por los hogares en el momento del shock constituye un factor clave en la magnitud de la caída de la inversión. Se modificará este parámetro que gobierna la elasticidad de sustitución de los hogares a fin de comprobar este argumento. Se adopta un valor de $\gamma = 0.57$ para este ejercicio, indicando mayores incentivos a trabajar por parte del agente.

Se observa que en el escenario base la inversión se reduce menos tanto en la transición como en el momento de la convergencia; por su parte, las horas trabajadas se reducen significativamente menos que en el caso benchmark, indicando esa mayor elasticidad de sustitución en ofrecer trabajo por parte de los hogares. Para el escenario 1, se observan similares cambios para las variables citadas anteriormente. En el escenario 2 incluso se puede observar una menor caída final en el stock de capital, la inversión se reduce levemente, el consumo muestra un comportamiento levemente distorsionado al inicio incluso con un incremento mayor al caso benchmark, y el trabajo muestra menores caídas en la transición y en su convergencia final.

A continuación, se procederá a modificar un elemento sumamente importante del análisis del trabajo, la tasa de impuesto a las rentas del capital. Se reducirá este cambio en 5 puntos porcentuales, dejando el valor final en $\tau^k = 0.25$ en lugar de 0.30, como en el caso benchmark. Se analiza una situación en la cual la autoridad reduce el impacto hacia el capital, incrementando el impuesto solo en 5 puntos porcentuales. Tal vez podría pensarse que este aumento es el relevante dado que para el Impuesto a la Renta se propone un incremento gradual para llegar finalmente a este valor de 25% en el año 2017.

La **Figura N° 9** nos muestra que para el escenario base la caída en el stock de capital es mucho menor (-12%), en tanto para la inversión la caída se reduce a la mitad (-21%) comparado con el caso benchmark. El consumo se incrementa menos (3.28%) dado el comportamiento de la inversión y la caída de las horas trabajadas se reduce a la mitad (-3.5%) en su peor momento.

En el escenario 1 se considera la misma tasa de subsidio que el valor considerado en la presente sensibilización de 0.25; más adelante se tomará una tasa de subsidio menor para verificar los cambios que genera. Se observa un incremento del stock de capital en la primera parte de la simulación que no se observaba en el caso benchmark; la caída final es mucho menor. La inversión muestra un incremento inicial considerable producto del subsidio y la caída en toda la trayectoria es significativamente inferior. El consumo y las horas trabajadas muestran comportamientos similares a las variables anteriores.

En el escenario 2, con el esquema de depreciación acelerada, el stock de capital muestra un ligero aumento y una caída mucho menor, la inversión muestra una caída más gradual y menos intensa a la observada en el mismo escenario del caso benchmark. El consumo y la inversión muestran también caídas de menor magnitud y con una tendencia mucho más gradual, mostrando de esta manera el gran impacto que causa un leve cambio en la tasa de impuesto al capital.

En los próximos dos ejercicios se procederá a sensibilizar ciertos parámetros que definen a los shocks temporales del modelo en los escenarios alternativos. En la **Figura N° 10** se muestra el comportamiento de las variables ante un cambio en la tasa de subsidio al capital para el escenario 1; en lugar de que el gobierno otorgue un subsidio que iguale a la tasa de impuesto, propone un beneficio menor de $\tau^i = 0.20$ para los hogares.

Con respecto al stock de capital, pareciera que converge con mayor rapidez, pero se mantiene la magnitud de la caída en torno al caso benchmark. La inversión ya no muestra el incremento inicial que caracterizaba a este escenario; en lugar de ello, tiene una caída más intensa en dos etapas y pareciera como que el subsidio no logra amortiguar el impacto de la misma forma que cuando se iguala la tasa de subsidio al impuesto.

En cuanto al consumo, se incrementa menos que el caso benchmark pero el nivel al final de la convergencia se mantiene similar; y, por último, las horas trabajadas presentan una caída en dos etapas pero ligeramente menor al escenario benchmark. Con todo lo anterior, se puede constatar que cambios en la tasa de subsidio logran modificar la transición de la caída en las variables, pero los efectos al final de la convergencia se mantienen relativamente similares.

Para finalizar, se realiza el ejercicio para el segundo escenario, donde se modifica el factor de depreciación. Específicamente se altera el parámetro que acompaña a la depreciación económica, el cual asume valores decrecientes para simular un esquema de depreciación más acelerado al normal. En la **Figura N° 11** se muestran las modificaciones en las variables que genera un cambio de la siguiente forma al factor $u_{TD} = 1.25$ 1.1, lo cual implica un reconocimiento menor en la primera parte pero superior al final de la muestra.

Se puede observar que el stock de capital se reduce en una magnitud mucho menor (-7.8%), la inversión muestra la misma caída inicial producto del shock pero la caída de la segunda etapa se reduce bastante (-10.7%) y la caída final del estado estacionario es sustancialmente menor al caso benchmark (-8.05%). Con respecto al consumo, muestra un impulso menor en la primera parte, pero al final converge a una caída mucho menor que el caso de comparación. Finalmente, el trabajo mantiene la misma caída inicial, en la segunda etapa se modera un poco y converge a un nivel levemente inferior al caso benchmark.

En la próxima sección se exponen las principales conclusiones que arroja este trabajo. Estas se encuentran en consonancia con la revisión de la literatura, los ejercicios de simulación llevados a cabo y las sensibilizaciones hechas a los parámetros del modelo calibrado.

6. Conclusiones

Se ha desarrollado un modelo de equilibrio general neoclásico para una economía cerrada con tres tipos de agentes económicos: hogares, firma y gobierno. Este último establece un impuesto a las rentas del capital, cuyo sujeto es el hogar representativo, dado que tiene la propiedad del stock de capital de la economía. Además de este impuesto, en el afán de reducir los efectos del mismo, el gobierno también introduce beneficios tributarios en la forma de subsidios a la inversión en capital físico: un reconocimiento inmediato de los gastos de inversión y un mecanismo de depreciación acelerada.

El modelo descrito es usado a fin de analizar algunos cambios que propone la Reforma Tributaria anunciada por el nuevo gobierno. Estos cambios se enmarcan en una estructura mucho más compleja que la analizada, pero se tratará de poner el foco en una parte

específica y su posible impacto. En particular, se introduce un impuesto a las rentas del capital, el cual se considera como el escenario base. Como era de esperarse, este aumento de impuestos genera una reducción importante en la inversión; dado esto, se proponen dos escenarios alternativos que representan los beneficios tributarios que propone la reforma y se estudia el impacto cuantitativo que podría tener en aminorar la caída que presenta la inversión en el escenario base.

Los resultados a partir de las simulaciones realizadas permiten concluir en líneas generales que un aumento de la tasa de impuesto lleva a una reducción en el stock de capital junto con la inversión, así como un aumento del consumo privado en la transición. La introducción de los beneficios tributarios temporales permite aminorar los efectos de la caída, sobre todo en la transición hacia el nuevo estado estacionario de la economía. Comparando el escenario base con los alternativos, se constata una reducción más intensa de la inversión en la dinámica inicial para el caso base. Ello avala la hipótesis de que los subsidios ayudarían a aminorar los efectos que traería un incremento de los impuestos al capital.

Específicamente, el escenario base presenta una caída final en el stock de capital de -23.2% de desvío de su estado inicial, la inversión muestra un desvío final de -23.4% y el consumo muestra un desvío inicial positivo de 6.6% para finalmente desviarse en -9.3% de su estado inicial. Cuando se compara con el escenario alternativo 1 (tasa de subsidio a la inversión) el impacto final resulta similar para todas las variables; sin embargo, en la transición se constata que tanto el stock de capital como la inversión adoptan desvíos incluso positivos al implementarse el subsidio y posterior a ello muestran una dinámica menos intensa de caída que el escenario base. El escenario alternativo 2 (depreciación acelerada) muestra desvíos menos intensos en la transición que el escenario anterior e incluso en las magnitudes finales para todas las variables.

Se han propuesto ejercicios de sensibilidad a los parámetros relevantes a fin de constatar la estabilidad del modelo, así como posibles cambios en las magnitudes de los resultados obtenidos. Cuando se realizan cambios en los parámetros que acompañan a la función de producción o al parámetro relevante de la ecuación de movimiento de capital, se encuentran diferencias importantes en los resultados, incluso encontrando desvíos menores en el estado final. Un resultado interesante resulta cuando se reduce la tasa de impuesto al capital que genera el shock permanente; para todos los escenarios se observan reducciones significativas en los desvíos de las variables del modelo.

Por todo lo anterior, se puede concluir que distintos tipos de subsidios al capital podrían ayudar a aminorar el impacto negativo que pueda tener en la inversión un aumento de impuesto a las rentas del capital. Si bien los resultados obtenidos muestran desvíos superiores a las previsiones realizadas por otros economistas, este trabajo intenta ser el

inicio de posteriores investigaciones donde se trate de incluir mayores detalles al modelo, a fin de lograr resultados relativamente más exactos. Un punto importante resulta ser el mercado laboral, como se ha visto en los resultados, las horas trabajadas tienen una gran influencia en las magnitudes de las caídas que presentan tanto el stock de capital como la inversión. A fin de medir el impacto real que tendría la Reforma Tributaria, debería considerarse el destino de los mayores ingresos que recaude el gobierno así como la reacción que tenga el mercado laboral ante los cambios propuestos.

Una posible extensión del presente trabajo sería incluir mayores elementos al mismo, considerando una mayor cantidad de agentes y sectores, como por ejemplo un sector minero exportador a fin de medir el posible impacto que genere el comercio exterior en los efectos finales para la inversión. Otro elemento que resulta clave es el acceso a los mercados financieros, dado que Chile es una economía pequeña y abierta a los mercados internacionales. A medida que los agentes cuenten con acceso a otras fuentes de financiamiento, el posible impacto en la inversión se vería reducido significativamente.

Una última extensión sería considerar dentro del análisis la inversión en capital humano. Este aspecto debiera influir en la recuperación de esa parte de la inversión en capital físico que se pierde con los cambios de la reforma, sobre todo en el largo plazo. En caso de que la reforma educacional logre su objetivo de mejorar la calidad y de lograr una mayor cobertura en la población, esto traería un incremento en la productividad de la mano de obra que llevaría a un crecimiento sostenido de la economía chilena.

7. Referencias

Abel, A. (2007) “Optimal Capital Income Taxation”, Working Paper N° 13.354, National Bureau of Economic Research (NBER).

Adjemian, S. et al. (2014) “Dynare: Reference Manual Version 4”, Working Paper N° 1, CEPREMAP.

Arellano, J., Corbo, V. (2013) “Tributación para el Desarrollo: Estudios para la Reforma del Sistema Chileno”, CEP-Cieplan, Primera Edición.

Auerbach, A. (1983) “Taxation, Corporate Financial Policy and the Cost of Capital”, Journal of Economic Literature Vol. 21 N° 3, pp.5-40.

Auerbach A.J., Summers L.H. (1979) “The Investment Tax Credit: An Evaluation”, Working Paper N° 404, National Bureau of Economic Research (NBER).

- Barro, R., Sala-i-Martin X. (2004) "Economic Growth", Second Edition, Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- Bergoing R., Morandé F. (2002) "Crecimiento, Empleo e Impuestos al Trabajo: Chile 1998-2001", Cuadernos de Economía Vol. 39 N° 117, pp. 157-174, Universidad Católica de Chile.
- Bergoing R., Soto R. (2002) "Testing Real Business Cycles Models in an Emerging Economy", Working Paper N° 159, Central Bank of Chile.
- Brys, B., Matthews S., Owens J. (2011) "Tax Reform Trends in OECD Countries", OECD Taxation Working Paper N° 1, OECD publishing.
- Bustos, A., Engel, E., Galetovic, A. (2004) "¿Could Higher Taxes Increase the Long-run Demand for Capital? Theory and Evidence for Chile", Journal of Development Economics Vol. 73, pp. 675-697.
- Cerda R., Larraín F. (2005) "Inversión Privada e Impuestos Corporativos: Evidencia para Chile", Cuadernos de Economía Vol. 42, pp. 257-281, Universidad Católica de Chile.
- Cerda, R., Saravia, D. (2009b) "Corporate Tax, Firm Destruction and Capital Stock Accumulation: Evidence from Chilean plants", Working Paper N° 521, Central Bank of Chile.
- Chamley, C. (1986) "Optimal Taxation of Capital Income in General Equilibrium with Infinite Lives", *Econometrica* Vol. 54 N° 3, pp.607-622.
- Charles, M., Eddie I., Koowattananaijai N. (2009) "Accelerated Depreciation: Establishing a Historical and Contextual Perspective", Southern Cross University.
- Chumacero R.A., Fuentes J.R. (2006) "Chilean Growth Dynamics", *Economic Modelling* Vol. 23 N° 2, pp. 197-214.
- Corbo et al. (2010) "Primer Informe. Comité Asesor para el Diseño de una Política Fiscal de Balance Estructural de Segunda Generación para Chile", Ministerio de Hacienda.
- De Gregorio, J. (2014) "Notas sobre la Reforma Tributaria", Universidad de Chile, Junio 2014.
- Edge, R.M., Rudd J.B. (2011) "General Equilibrium Effects of Investment Tax Incentives", *Journal of Monetary Economics* Vol. 58 N° 6, pp. 564-577.
- Elmendorf, D., Reifschneider, D. (2002) "Short-Run Effects of Fiscal Policy with Forward-Looking Financial Markets", *National Tax Journal* Vol. 55 N° 3, pp. 357-386.
- Fairfield T., Jorrat M. (2014) "Top Income Shares, Business Profits, and Effective Tax Rates in Contemporary Chile", Working Paper N° 17, Institute of Development Studies.

- Fuentes R., Larraín M., Schmidt-Hebbel K. (2004) “Fuentes del Crecimiento y Comportamiento de la Productividad Total de Factores en Chile”, Working Paper N° 287, Central Bank of Chile.
- Funke, M., Strulik, H. (2006) “Taxation, Growth and Welfare: Dynamic Effects of Estonia’s 2000 Income Tax Act”, Finnish Economic Papers Vol. 19 N° 1, pp. 25-38.
- Gomme, P. (2002) “Evaluating the Macroeconomic Effects of a Temporary Investment Tax Credit”, Policy Discussion Papers N° 3, Federal Reserve Bank of Cleveland.
- Goode, R. (1955) “Accelerated Depreciation Allowances as a Stimulus to Investment”, Quarterly Journal of Economics, Vol. 69 N° 2, pp. 191–220.
- Hamann F., Lozano I., Mejía L. (2011) “Sobre el Impacto Macroeconómico de los Beneficios Tributarios al Capital”, Borradores de Economía N° 668, Banco de la República de Colombia.
- Henriquez, C. (2008) “Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados”, Estudios Económicos Estadísticos N° 63, Banco Central de Chile.
- House C., Shapiro M. (2008) “Temporary Investment Tax Incentives: Theory with Evidence from Bonus Depreciation”, American Economic Review Vol. 98 N° 3, pp. 737-768.
- Hsieh C.T, Parker, J. (2007) “Taxes and Growth in a Financially Underdeveloped Country: Evidence from the Chilean Investment Boom”, Economía Vol. 8 N° 1, pp. 1-53.
- Judd, K. (1985) “Redistributive Taxation in a Simple Perfect Foresight Model”, Journal of Public Economics Vol. 28 N° 1, pp. 59-83.
- Kydland F.E., Prescott E.C. (1982) “Time to Build and Aggregate Fluctuations”, Econometría Vol. 50 N° 6, pp. 1345-1370.
- Larraín, F., Cerda R., Bravo, J. (2014) “Impactos Económicos del Proyecto de Reforma Tributaria 2014”, Working Paper N° 1, CLAPES UC (Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales).
- Ljungqvist L., Sargent T. (2000) “Recursive Macroeconomic Theory”, Second Edition, Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- Magendzo, I., Villena M. (2012) “Evolución de la Productividad Total de Factores en Chile”, Informe Técnico Universidad Adolfo Ibáñez, marzo 2012.
- Masso, J., Merikull, J. (2011) “Macroeconomic Effects of Zero Corporate Income Tax on Retained Earnings”, Baltic Journal of Economics Vol. 11 N° 2, pp.81-99.

- McGrattan, E. (2012) “Capital Taxation during the U.S. Great Depression”, *Quarterly Journal of Economics* Vol. 127 N° 3, pp. 1515-1550.
- Medina J.P., Naudon A. (2012) “Dinámica del Mercado Laboral en Chile: El Rol de los Términos de Intercambio”, *Economía Chilena* Vol. 15 N° 1, pp.32-75.
- Medina J.P., Soto C. (2007) “Copper Price, Fiscal Policy and Business Cycle in Chile”, Working Paper N° 458, Central Bank of Chile.
- Mendoza, E., Razin, A., Tesar, L. (1994) “Effective Tax Rates in Macroeconomics: Cross-Country Estimates of Tax Rates on Factor Incomes and Consumption”, *Journal of Monetary Economics* Vol. 34 N° 3, pp. 297–323.
- Proyecto de Ley Reforma Tributaria (2014), Mensaje N° 24-362 de la Presidenta Michelle Bachelet al Presidente de la Cámara de Diputados, 1 de abril de 2014.
- Ramsey, F.P. (1927) “A Contribution to the Theory of Taxation”, *The Economic Journal* Vol. 37 N° 145, pp. 47-61.
- Ramsey, F.P. (1928) “A Mathematical Theory of Saving”, *The Economic Journal* Vol. 38 N° 152, pp. 543-559.
- Restrepo J.E., Soto C. (2004) “Regularidades Empíricas de la Economía Chilena”, Working Paper N° 301, Central Bank of Chile.
- Santoro, M., Wei, C. (2011) “Taxation, Investment and Asset Pricing”, *Review of Economic Dynamics* Vol. 14, pp. 443-454.
- Schmidt-Hebbel K., Tello J. (2011) “Un Modelo de Economía Política del Tamaño de Gobierno y la Distribución de Ingresos”, Universidad Católica de Chile.
- Ter-Minassian, T. (2010) “Preconditions for a Successful Introduction of Structural Fiscal Balance based Rules in Latin America and the Caribbean: a Framework Paper”, Discussion Paper N° IDB-DP-157, Inter-American Development Bank (IDB), October 2010.
- Vergara, R. (2010) “Taxation and Private Investment: Evidence for Chile”, *Applied Economics* Vol. 42, pp. 717-725.
- Vergara, R., Rivero R. (2006) “Productividad Sectorial en Chile: 1986-2001”, *Cuadernos de Economía LAJE* Vol. 43 N° 127, pp. 143-168, Universidad Católica de Chile.
- Wickens, M. (2008) “Macroeconomic Theory: A Dynamic General Equilibrium Approach”, Princeton University Press.

8. Apéndice A: Derivaciones

Anexo 1:

Derivación de las condiciones de primer orden del hogar representativo en el escenario base.

$$\max_{\{C_t, L_t, K_{t+1}\}} \mathcal{L} = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(C_t, (1-L_t)) + \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1-\tau^k)r_t K_t + (1-\delta)K_t + T - C_t - K_{t+1}]$$

$$[C_t]: \beta^t u'_{c_t}(c, o) - \beta^t \lambda_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{c_t}(c, o) = \lambda_t \quad (a)$$

$$[L_t]: \beta^t u'_{l_t}(c, o) + \beta^t \lambda_t w_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{l_t}(c, o) = -\lambda_t w_t \quad (b)$$

$$[K_{t+1}]: \beta^{t+1} \lambda_{t+1} r_{t+1} (1-\tau^k) + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1-\delta) - \beta^t \lambda_t = 0$$

$$\Rightarrow \quad \beta^{t+1} \lambda_{t+1} r_{t+1} (1-\tau^k) + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1-\delta) = \beta^t \lambda_t \quad (c)$$

De esta última ecuación (c) se tiene que:

$$\beta^{t+1} \lambda_{t+1} [r_{t+1} (1-\tau^k) + (1-\delta)] = \beta^t \lambda_t \quad (d)$$

Juntando las ecuaciones (a) y (b), queda la siguiente expresión:

$$u'_{c_t}(c, o) w_t = u'_{l_t}(c, o) \quad (e)$$

$$w_t = \frac{u'_{l_t}(c, o)}{u'_{c_t}(c, o)} \quad (f)$$

Reemplazando (a) en (d):

$$\beta^{t+1} u'_{c_{t+1}}(c, o) [r_{t+1} (1-\tau^k) + (1-\delta)] = \beta^t u'_{c_t}(c, o)$$

$$[r_{t+1} (1-\tau^k) + (1-\delta)] = \frac{u'_{c_t}(c, o)}{\beta u'_{c_{t+1}}(c, o)}$$

Las condición (e) representa el punto en que se igualan las tasas marginales de sustitución intertemporal de consumo y su costo, la (f) el punto en que se igualan la tasa marginal de sustitución de ofrecer trabajo que es algo costoso para el individuo y el salario que percibe en compensación por cada unidad adicional de trabajo que ofrece.

El equilibrio competitivo del modelo base está compuesto por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{(1-\gamma)}{\gamma} \frac{C_t}{(1-L_t)} = w_t \quad (g)$$

$$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \beta[(1 - \tau^k)r_{t+1} + 1 - \delta]$$

Estas dos ecuaciones provienen de las CPO de los hogares. A continuación las condiciones provenientes de la maximización de la firma:

$$r_t = \frac{\alpha A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}{K_t} = \alpha \frac{Y_t}{K_t}$$

$$w_t = \frac{(1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}{L_t} = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{L_t}$$

A continuación, la función de producción, la ecuación de acumulación del capital, la restricción del gobierno y la condición de cierre de la economía:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

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

$$T_t = \tau^k r_t K_t$$

$$Y_t = C_t + I_t$$

Anexo 2:

$$\max \quad \mathcal{L} = \beta^t U(C_t, (1 - L_t))$$

$$+ \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1 - \tau^k)r_t K_t + (1 - \tau^i)(1 - \delta)K_t + T - C_t - (1 - \tau^i)K_{t+1}]$$

$$\{C_t, L_t, K_{t+1}\}$$

$$[C_t]: \beta^t u'_{c_t}(c, o) - \beta^t \lambda_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{c_t}(c, o) = \lambda_t \quad (1)$$

$$[L_t]: \beta^t u'_{l_t}(c, o) + \beta^t \lambda_t w_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{l_t}(c, o) = -\lambda_t w_t \quad (2)$$

$$[K_{t+1}]: \beta^{t+1} \lambda_{t+1} r_{t+1} (1 - \tau^k) + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1 - \tau^i) (1 - \delta) - \beta^t \lambda_t (1 - \tau^i) = 0$$

$$\beta^{t+1} \lambda_{t+1} [r_{t+1} (1 - \tau^k) + (1 - \tau^i) (1 - \delta)] = \beta^t \lambda_t (1 - \tau^i)$$

$$\beta^{t+1} \lambda_{t+1} \left[r_{t+1} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + \frac{(1 - \tau^i)}{(1 - \tau^i)} (1 - \delta) \right] = \beta^t \lambda_t$$

Simplificando $(1 - \tau^i)$ y pasando $\beta^{t+1} \lambda_{t+1}$ al otro miembro:

$$\left[r_{t+1} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + (1 - \delta) \right] = \frac{\lambda_t}{\beta \lambda_{t+1}}$$

Reemplazando con la CPO (1) por λ_t , se obtiene:

$$\left[r_{t+1} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + (1 - \delta) \right] = \frac{u'_{c_t}(c, o)}{\beta u'_{c_{t+1}}(c, o)}$$

En el estado estacionario para la CPO del capital, se eliminan los subíndices de tiempo, con lo cual se puede eliminar $u'(c, o)$ del numerador y el denominador.

$$\left[r \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + \frac{(1 - \tau^i)}{(1 - \tau^i)} (1 - \delta) \right] = \frac{u'_c(c, o)}{\beta u'_c(c, o)}$$

$$\beta \left[r \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} + (1 - \delta) \right] = 1$$

Utilizando la CPO de la firma para el factor capital: $F_k = r_t = A_t \alpha k_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha}$

Sin considerar los subíndices de tiempo, dado que estamos en SS.

$$\left[A \alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} \right] = \frac{1}{\beta} + \delta - 1$$

$$\left[A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} \frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} \right] = \frac{1 + \delta\beta - \beta}{\beta}$$

Despejando para el capital: $K^* = L \left[\frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1 - \beta + \delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$

Para la inversión, se utiliza la ecuación de movimiento de capital:

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

Dejando de lado los subíndices, en SS se cumple que: $I = \delta K$

Reemplazando en K^* se obtiene la condición para la inversión en estado estacionario.

$$I^* = \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k)}{(1 - \tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1 - \beta + \delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

De la condición de cierre de la economía podemos obtener la condición para el consumo de estado estacionario: $C + I = Y$ Cabe indicar que el gasto de gobierno en el modelo se considera como $G = 0$, motivo por el cual no aparece en la condición de cierre.

$$C^* + \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

Se reemplaza K por su equivalente de SS K*:

$$C^* + \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} = AL^\alpha \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} L^{1-\alpha}$$

Simplificando L del lado derecho y despejando para C*:

$$C^* = AL \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

De la condición (g) de las ecuaciones de equilibrio del Anexo 1:

$$\frac{(1-\gamma)}{\gamma} \frac{C_t}{(1-L_t)} = w_t \quad (g)$$

Se reemplaza la condición para w_t de las CPO para la firma:

$$w_t = (1 - \alpha) A_t K_t^\alpha L_t^{-\alpha} = F_L$$

Eliminando los subíndices de tiempo y reemplazando esta última condición en (g):

$$\frac{(1 - \gamma)}{\gamma} \frac{C}{(1 - L)} = (1 - \alpha) AK^\alpha L^{-\alpha}$$

Reemplazando C por C*:

$$\frac{(1 - \gamma)}{\gamma} \left\{ AL \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right\} = (1 - L)(1 - \alpha) AK^\alpha L^{-\alpha}$$

Reemplazando K con K* en el miembro derecho:

$$\frac{(1 - \gamma)}{\gamma} \left\{ AL \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right\} = (1 - L)(1 - \alpha) AL^\alpha \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} L^{-\alpha}$$

Se simplifica L y se distribuye (1-L):

$$\begin{aligned} & \frac{(1 - \gamma)}{\gamma} \left\{ AL \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right\} \\ & = (1 - \alpha) A \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - L(1 - \alpha) A \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{(1 - \tau^i) (1 - \beta + \delta \beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \end{aligned}$$

El segundo término del lado derecho se pasa al término izquierdo:

$$\begin{aligned} & \frac{(1-\gamma)}{\gamma} \left\{ AL \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta L \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \right\} + L(1-\alpha)A \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \\ & = (1-\alpha)A \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \end{aligned}$$

Se despeja para L en el lado izquierdo:

$$\begin{aligned} & L \left\{ A \frac{(1-\gamma)}{\gamma} \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \delta \frac{(1-\gamma)}{\gamma} \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} + (1-\alpha)A \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \right\} \\ & = (1-\alpha)A \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A \beta}{(1-\beta+\delta\beta)} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \\ & L^* = \frac{\gamma A (1-\alpha) \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A}{(\rho+\delta)} \right]^{\alpha}}{(1-\gamma)A \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A}{(\rho+\delta)} \right]^{\alpha} - \delta(1-\gamma) + \gamma A (1-\alpha) \left[\frac{(1-\tau^k)}{(1-\tau^i)} \frac{\alpha A}{(\rho+\delta)} \right]^{\alpha}} \end{aligned}$$

Cuando $\tau^k = \tau^i$, el impuesto deja de ser distorsivo ante un esquema de reconocimiento inmediato. Pero si son diferentes, existen divergencias entre un esquema que incentiva la inversión pero lo hace a una escala menor.

Anexo 3:

$$\begin{aligned} \max \quad \mathcal{L} &= \beta^t U(C_t, (1-L_t)) \\ &+ \beta^t \lambda_t [w_t L_t + (1-\tau^k)r_t K_t + \tau^k \delta^f K_t + T - C_t - K_{t+1} + (1-\delta)K_t] \end{aligned}$$

$$\{C_t, L_t, K_{t+1}\}$$

$$[C_t]: \beta^t u'_{c_t}(c, o) - \beta^t \lambda_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{c_t}(c, o) = \lambda_t \quad (\text{A})$$

$$[L_t]: \beta^t u'_{l_t}(c, o) + \beta^t \lambda_t w_t = 0 \quad \Rightarrow \quad u'_{l_t}(c, o) = -\lambda_t w_t \quad (\text{B})$$

$$[K_{t+1}]: \beta^{t+1} \lambda_{t+1} r_{t+1} (1-\tau^k) + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} \tau^k \delta^f - \beta^t \lambda_t + \beta^{t+1} \lambda_{t+1} (1-\delta) = 0$$

$$\Rightarrow \beta^{t+1} \lambda_{t+1} [r_{t+1} (1-\tau^k) + \tau^k \delta^f + (1-\delta)] = \beta^t \lambda_t$$

$$[r_{t+1} (1-\tau^k) + \tau^k \delta^f + (1-\delta)] = \frac{\lambda_t}{\beta \lambda_{t+1}}$$

En el estado estacionario para la condición del capital:

$$[r(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f + (1 - \delta)] = \frac{u'_c(c, o)}{\beta u'_c(c, o)}$$

$$[F_k(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f] = \frac{1}{\beta} - 1 + \delta$$

Reemplazando la condición de primer orden para la firma, donde se iguala la productividad marginal del capital con el precio del factor:

$$F_k = r_t = A_t \alpha k_t^{\alpha-1} l_t^{1-\alpha}$$

$$\left[(1 - \tau^k) A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} + \tau^k \delta^f \right] = \frac{1 - \beta + \delta \beta}{\beta}$$

Pasando el término $\tau^k \delta^f$ del lado derecho, se obtiene:

$$\left[(1 - \tau^k) A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} \right] = \frac{1 - \beta + \delta \beta - \tau^k \delta^f \beta}{\beta}$$

Despejando para el capital:

$$K^* = L \left[\frac{(1 - \tau^k) \alpha A \beta}{1 - \beta + \delta \beta - \beta \tau^k \delta^f} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Anexo 4:

De la siguiente condición obtenida en el Anexo 3:

$$[r_{t+1}(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f + (1 - \delta)] = \frac{\lambda_t}{\beta \lambda_{t+1}}$$

En el estado estacionario para la condición del capital:

$$[r(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f + (1 - \delta)] = \frac{u'_c(c, o)}{\beta u'_c(c, o)}$$

$$[F_k(1 - \tau^k) + \tau^k \delta^f] = \frac{1}{\beta} - 1 + \delta$$

Reemplazando la condición de primer orden para la firma, donde se iguala la productividad marginal del capital con el precio del factor:

$$F_k = r_t = A_t \alpha k_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha}$$

$$\left[(1 - \tau^k) A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} + \tau^k \delta^f \right] = \frac{1 - \beta + \delta \beta}{\beta}$$

Sustituyendo el factor de descuento por $\delta^f = \delta + \frac{1}{\beta} - 1$

Pasando el término $\tau^k \delta^f$ del lado derecho, se obtiene:

$$\left[(1 - \tau^k) A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} \right] = \left(\frac{1}{\beta} - 1 + \delta \right) - \tau^k \left(\frac{1}{\beta} - 1 + \delta \right)$$

$$\left[(1 - \tau^k) A \alpha \left(\frac{L}{K} \right)^{1-\alpha} \right] = (1 - \tau^k) \left(\frac{1}{\beta} - 1 + \delta \right)$$

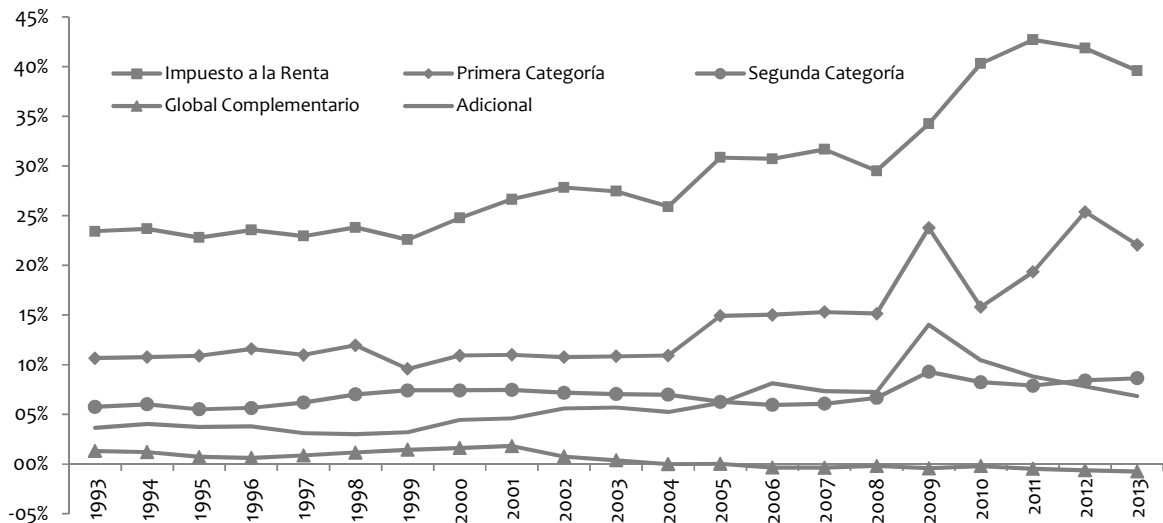
Se elimina el término $(1 - \tau^k)$ y se despeja para el capital:

$$K^* = L \left[\frac{\alpha A \beta}{1 - \beta + \delta \beta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

9. Apéndice B: Tablas y figuras

Anexo 1:

Gráfico N° 1: Contribución del Impuesto a la Renta en la recaudación tributaria.



Fuente: Servicio de Impuestos Internos (SII).

Tabla N° 1: Calibración de parámetros

Parámetro	Descripción	Valor	Fuente
β	Factor de descuento subjetivo	0.99	Target (4% tasa interés)
γ	Desutilidad del trabajo	0.4	target
α	Participación del capital	0.45	CPT
δ	Depreciación económica	0.06/4	Cálculos propios + CPT
τ^k	Impuesto a las rentas del capital	0.20	Fairfield y Jorrat (2014)
A	PTF	1	OECD Presión Tributaria Normalización

CPT: Comité PIB Tendencial

Calibración depreciación económica (δ)

Se han realizado algunos cálculos en base a dos métodos indirectos de cálculo para la depreciación:

Alternativa 1: Generalmente este valor se escoge a fin de replicar el estado estacionario del ratio Inversión sobre PIB (I/Y). Se obtiene a partir de la ecuación de movimiento del capital:

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

Despejando para la depreciación se obtiene:

$$\delta = \frac{I_t}{K_t} - \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t}$$

$$\delta = \left(\frac{I}{K}\right)_t - gK_{t+1}$$

Donde $(I/K)_t$ representa la inversión como porcentaje del PIB y gK_{t+1} es la tasa de crecimiento del capital entre t y t-1.

Alternativa 2: Un cálculo a partir de los datos podría ser considerar la ecuación de movimiento de capital en el estado estacionario:

$$I = \delta K$$

Dividiendo entre el PIB (Y) y despejando para la depreciación:

$$\delta = \frac{I/Y}{K/Y}$$

En el numerador se tiene la tasa de inversión y en el denominador la relación capital-producto, que se encuentran en los datos.

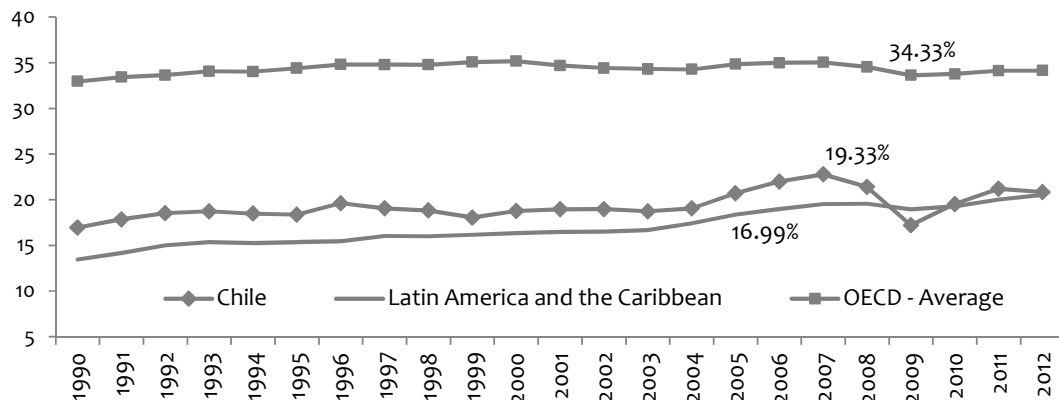
Tabla N° 2: Cálculos propios depreciación vs estimaciones Ministerio Hacienda

Años	K(t+1)-K(t)	FBKF	I(t)-[K(t+1)-K(t)]	K(t)	Depreciación	K(t)	PIB	K/Y	I/Y	Depreciación	Promedio	Comité
					Alternativa 1					Alternativa 2		
1985	965,083	2,424,555	1,459,472	69,981,261	2.1%	124251.50	26143903	4.7526		2.2%	2.3%	2.6%
1986	913,837	2,666,412	1,752,575	70,946,344	2.5%	126460.29	27606975	4.5807	9.9%	2.2%	2.2%	2.7%
1987	1,357,899	2,730,884	1,372,985	71,860,181	1.9%	129091.87	29394675	4.3917	11.3%	2.6%	2.5%	2.7%
1988	1,787,459	3,323,826	1,536,367	73,218,080	2.1%	132152.84	31554912	4.1880	12.0%	2.9%	2.5%	2.9%
1989	2,721,479	3,794,237	1,072,758	75,005,539	1.4%	136178.47	34702041	3.9242	14.2%	3.6%	3.0%	2.7%
1990	2,962,858	4,932,435	1,969,577	77,727,018	2.5%	140505.50	35865469	3.9176	14.1%	3.6%	3.2%	2.9%
1991	2,716,256	5,056,578	2,340,322	80,689,876	2.9%	144656.17	38653861	3.7423	13.1%	3.5%	2.8%	2.8%
1992	3,904,231	5,047,598	1,143,367	83,406,132	1.3%	150093.72	42985500	3.4917	14.6%	4.2%	3.0%	2.5%
1993	5,177,198	6,260,305	1,083,107	87,310,363	1.2%	156953.47	45901592	3.4193	16.1%	4.7%	3.6%	3.0%
1994	5,077,727	7,384,406	2,306,679	92,487,561	2.4%	163891.70	48179871	3.4017	16.3%	4.8%	3.7%	3.7%
1995	6,104,461	7,841,210	1,736,749	97,565,288	1.7%	172063.57	52493930	3.2778	18.4%	5.6%	4.1%	3.3%
1996	7,086,096	9,683,874	2,597,778	103,669,749	2.4%	181470.00	56070719	3.2364	18.8%	5.8%	4.6%	3.6%
1997	7,796,797	10,547,554	2,750,757	110,755,845	2.4%	191871.39	60069674	3.1941	19.5%	6.1%	4.3%	4.0%
1998	7,731,269	11,732,111	4,000,842	118,552,642	3.3%	202482.36	62530098	3.2382	19.2%	5.9%	4.4%	4.1%
1999	5,448,981	12,014,667	6,565,686	126,283,911	5.1%	211011.58	62188442	3.3931	16.2%	4.8%	4.4%	4.4%
2000	5,796,249	10,076,449	4,280,200	131,732,892	3.2%	220033.68	65372654	3.3658	16.8%	5.0%	5.1%	4.9%
2001	5,906,260	10,993,928	5,087,668	137,529,141	3.6%	229302.40	67508951	3.3966	16.9%	5.0%	5.2%	4.8%
2002	5,816,693	11,377,323	5,560,630	143,435,401	3.8%	238596.74	69325028	3.4417	16.8%	4.9%	5.2%	4.8%
2003	6,236,408	11,626,657	5,390,249	149,252,094	3.5%	248421.31	71940239	3.4532	17.2%	5.0%	5.1%	4.9%
2004	6,999,462	12,380,391	5,380,929	155,488,502	3.4%	259139.82	76987661	3.3660	17.9%	5.3%	5.1%	4.9%
2005	9,439,280	13,783,426	4,344,146	162,487,964	2.6%	272498.19	81742969	3.3336	20.8%	6.2%	5.2%	4.8%
2006	9,556,602	17,021,172	7,464,570	171,927,244	4.2%	286203.75	86397688	3.3126	20.5%	6.2%	5.1%	4.9%
2007	10,773,719	17,745,916	6,972,197	181,483,846	3.7%	301355.91	90856522	3.3168	21.6%	6.5%	5.2%	4.8%
2008	13,410,322	19,661,641	6,251,319	192,257,565	3.1%	319478.91	93847932	3.4042	24.7%	7.3%	5.1%	4.9%
2009	9,950,132	23,178,540	13,228,408	205,667,887	6.3%	334508.98	92875262	3.6017	21.9%	6.1%	5.2%	4.8%
2010	5,072,361	20,375,276	15,302,915	215,618,019	7.0%	341471.84	98227638	3.4763	23.3%	6.7%	5.1%	4.9%
2011	14,089,572	22,862,276	8,772,704	220,690,380	3.9%	361598.62	103974622	3.4778	25.2%	7.2%	5.2%	4.8%
2012	16,359,276	26,220,219	9,860,943	234,779,952	4.2%	384727.04	109750797	3.5055	26.8%	7.6%	5.1%	4.9%
Promedio 1985-2012					3.1%	Promedio 1985-2012			5.2%	4.2%	4.0%	
Promedio 2000-2012					4.0%	Promedio 2000-2012			6.1%	5.1%	5.0%	

Fuente: La Alternativa 1 fue calculada con datos provenientes del Acta Comité PIB tendencial del Ministerio de Hacienda. La Alternativa 2 fue calculada con datos del Banco Central.

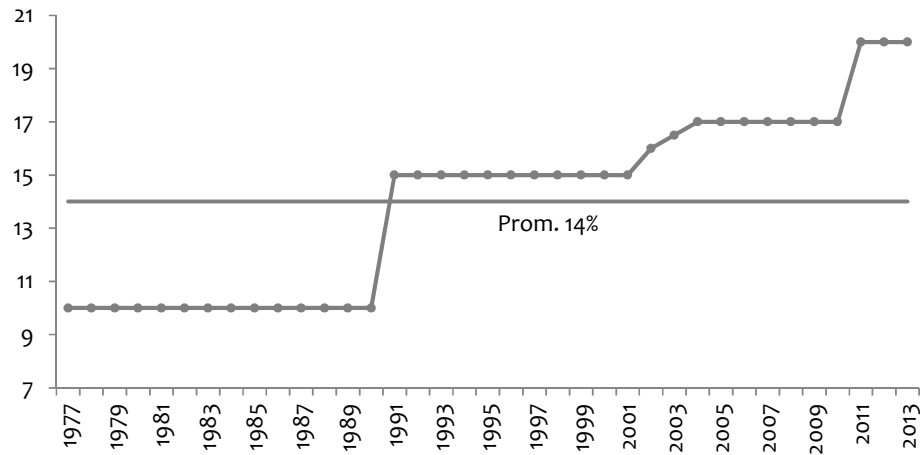
Calibración del impuesto a las rentas del capital (τ^k)

Gráfico N° 2: Presión tributaria Chile vs Latam y OECD



Fuente: OECD Organization for Economic Cooperation and Development. Base de datos estadísticos (<http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RSLACT>).

Gráfico N° 3: Serie histórica de la tasa de Impuesto a la Renta (de 1ra categoría).



Fuente: Servicio de Impuestos Internos (SII).

Tabla N° 3: Transición al nuevo estado estacionario

		Transición al nuevo estado estacionario				
		Efectos acumulados por tramos c/r al SS final				
		1 año	5 años	10 años	25 años	50 años
Escenario base	K	0.06980	0.37210	0.62140	0.92370	1.00000
	I	1.95620	1.57410	1.31620	1.05750	1.00000
	C	(0.57210)	(0.05910)	0.36240	0.87170	1.00000
	L	2.93970	2.29040	1.76880	1.15280	1.00000
Escenario alternativo 1	K	(0.00110)	0.26100	0.55270	0.90930	1.00000
	I	0.11940	1.70360	1.38230	1.06850	1.00000
	C	(0.05410)	(0.24840)	0.24570	0.84750	1.00000
	L	0.22970	2.52190	1.90850	1.18100	1.00000
Escenario alternativo 2	K	0.02900	0.27990	0.53230	0.88100	1.00000
	I	0.73490	1.34200	1.21330	1.05130	1.00000
	C	(0.34280)	(0.25710)	0.18400	0.79260	1.00000
	L	1.28440	2.10040	1.71080	1.17950	1.00000

Fuente: Elaboración propia en base al programa Matlab (plataforma Dynare).

Anexo 2:

Figura N° 1: Escenario base (aumento permanente del impuesto)

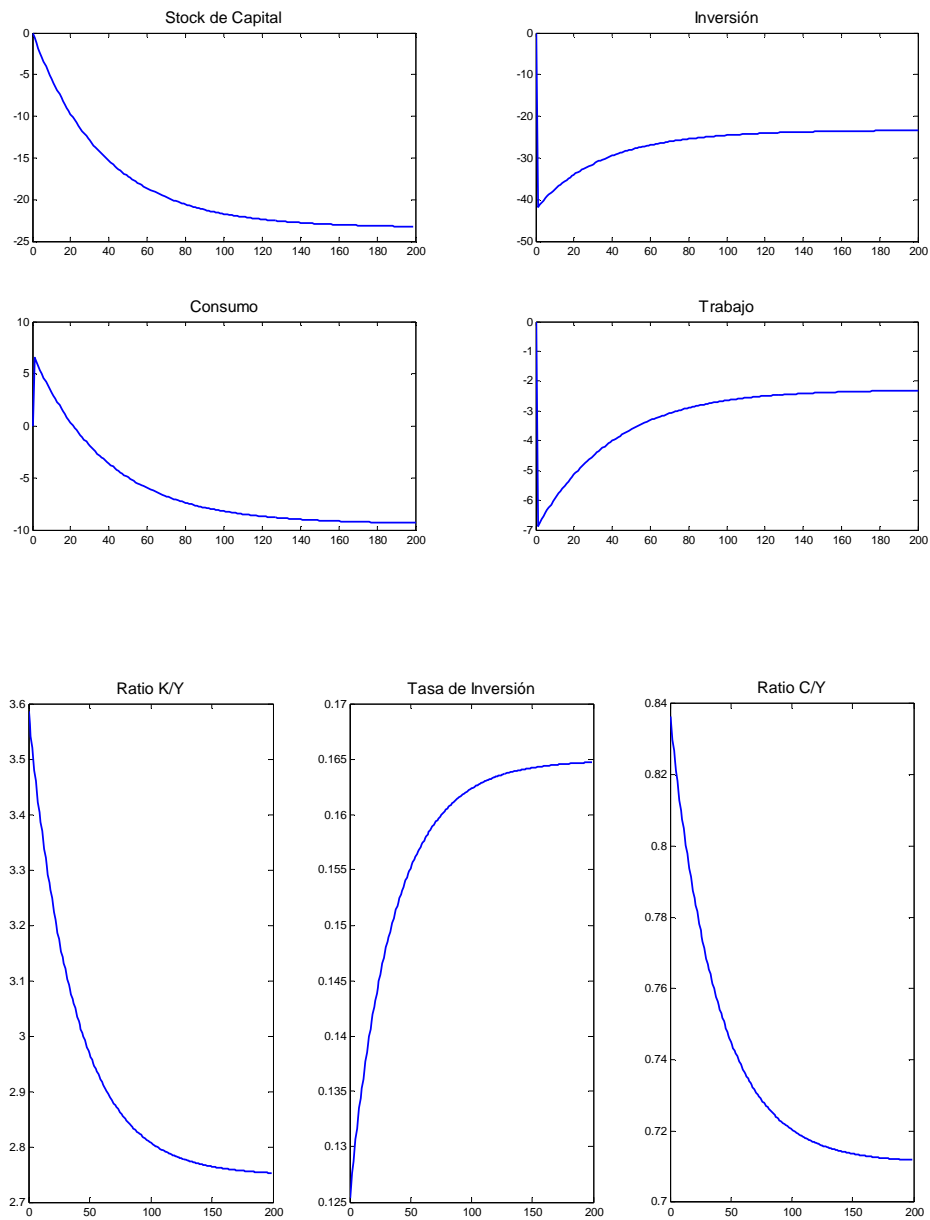


Figura N° 2: Escenario alternativo 1 (tasa de subsidio a la inversión)

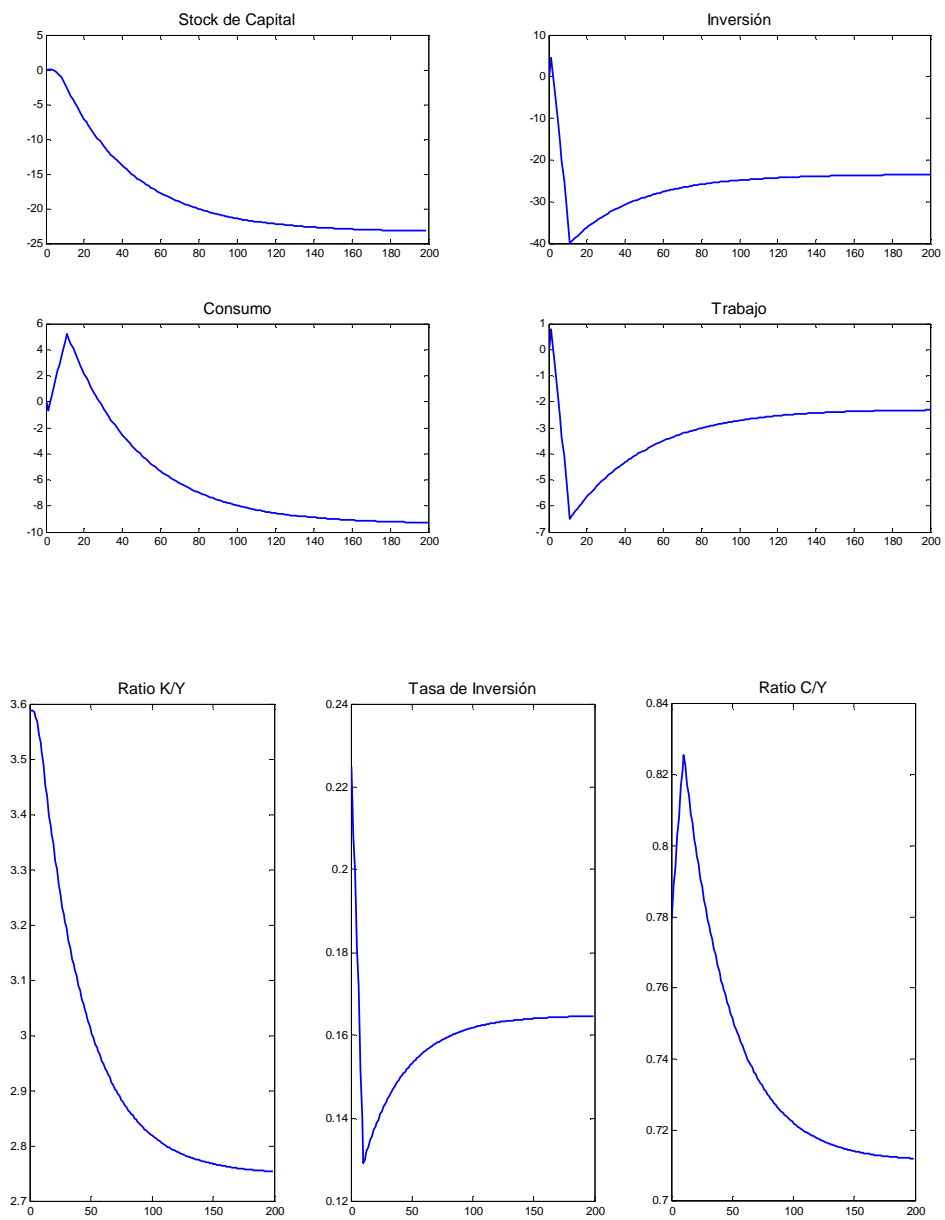


Figura N° 3: Escenario alternativo 2 (esquema de depreciación acelerada)

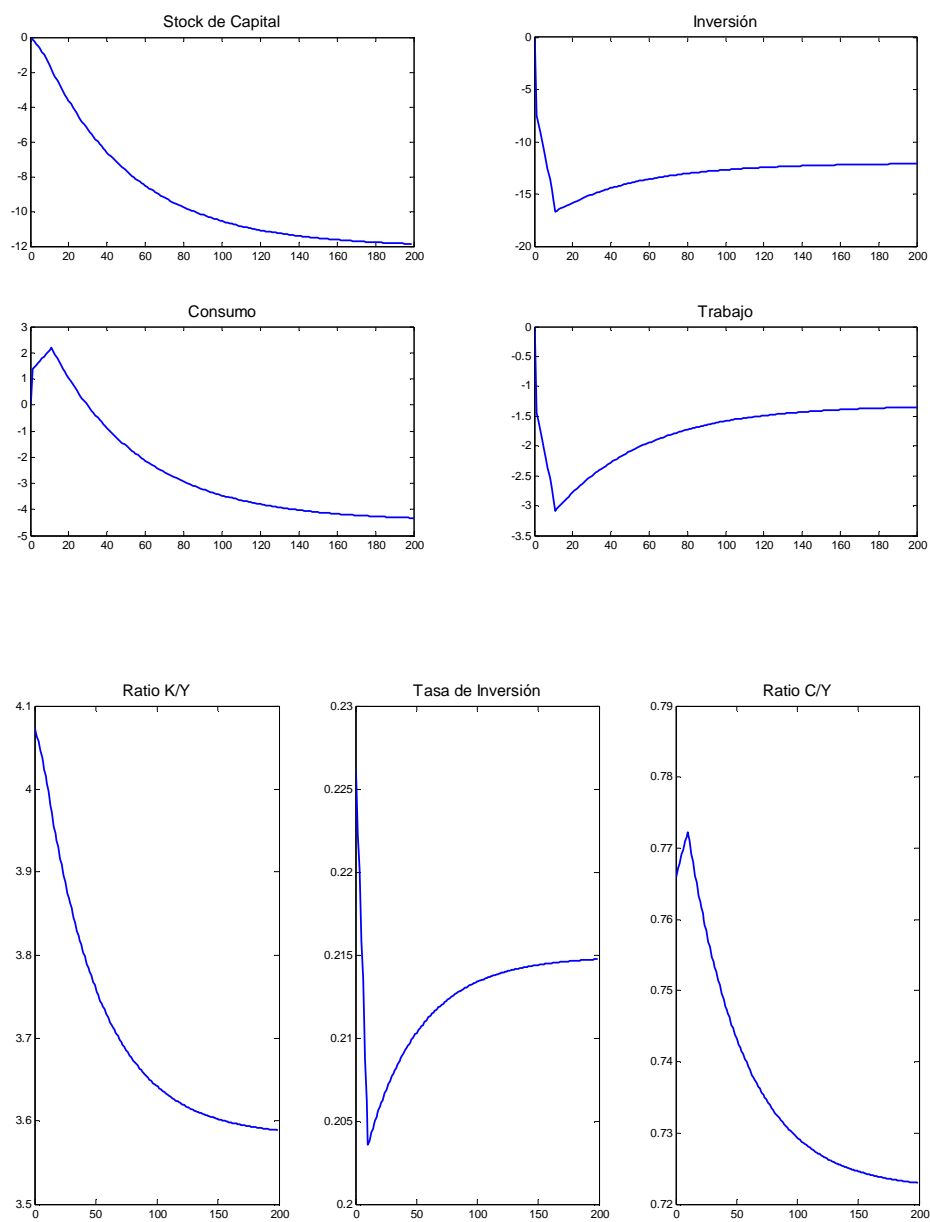
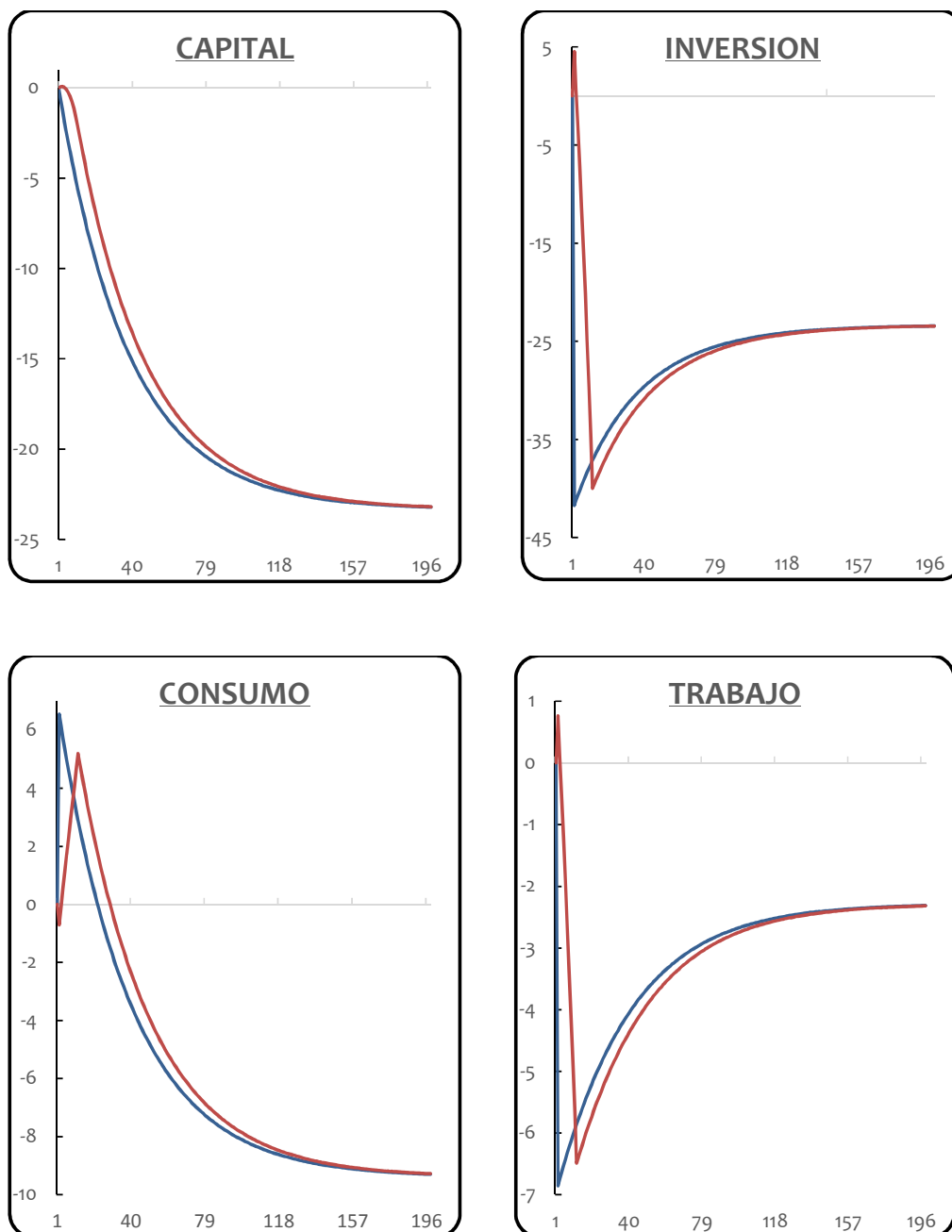
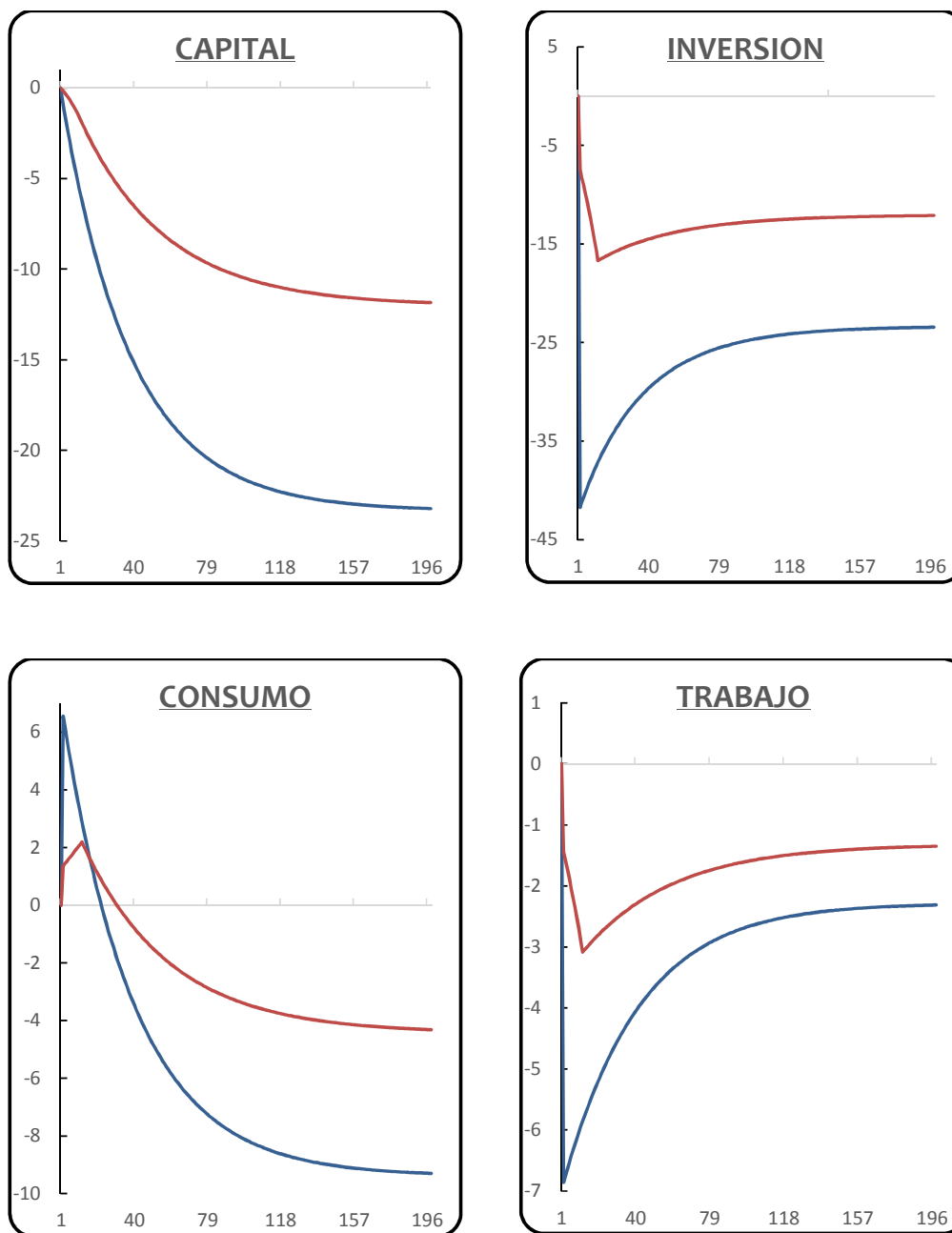


Figura N° 4: Comparación escenario base vs escenario alternativo 1



Ref.: Escenario base (línea azul) y escenario alternativo (línea roja).

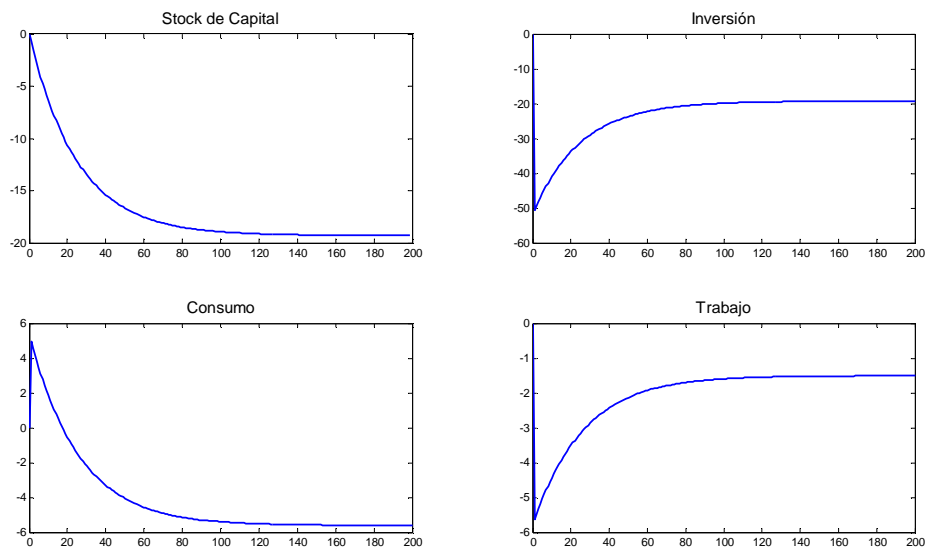
Figura N° 5: Comparación escenario base vs escenario alternativo 2



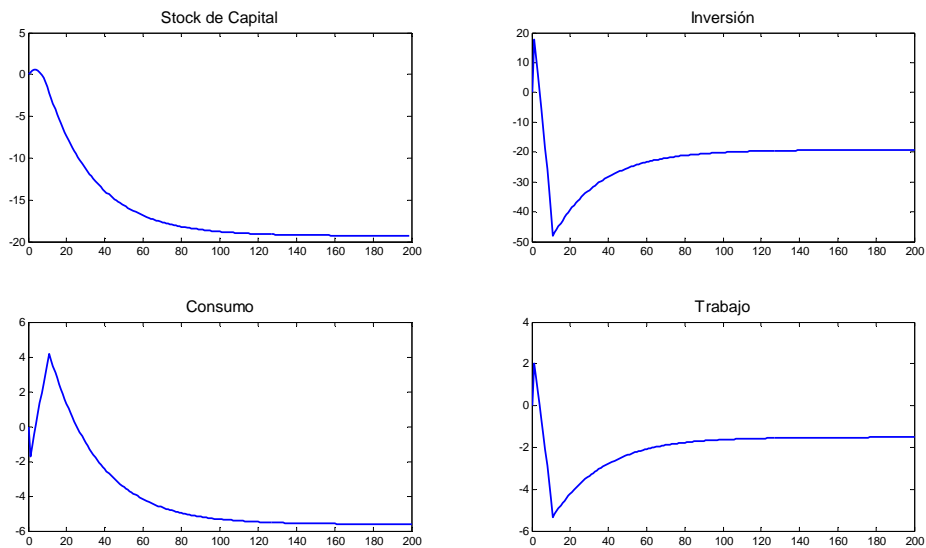
Ref.: Escenario base (línea azul) y escenario alternativo (línea roja).

Figura N° 6: Calibración para $\alpha = 0.33$

Escenario base



Escenario alternativo 1



Escenario alternativo 2

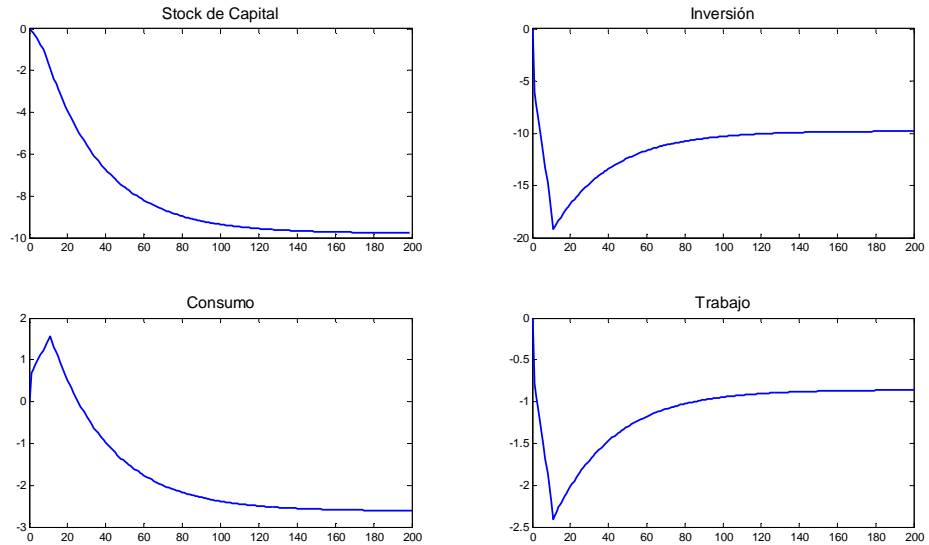
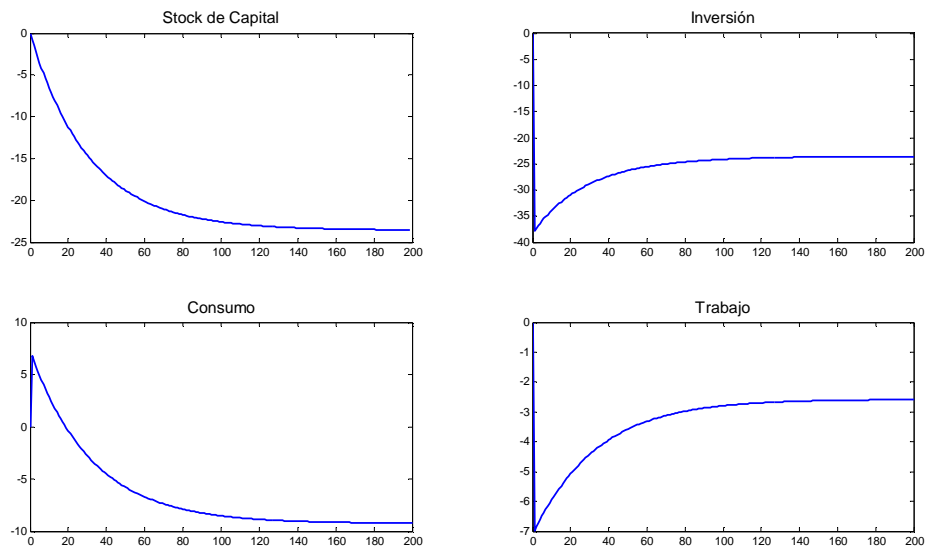
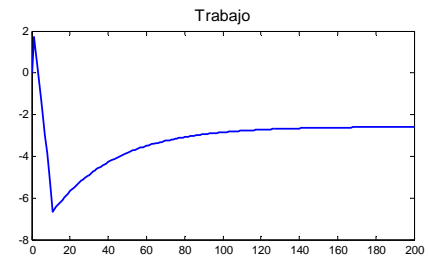
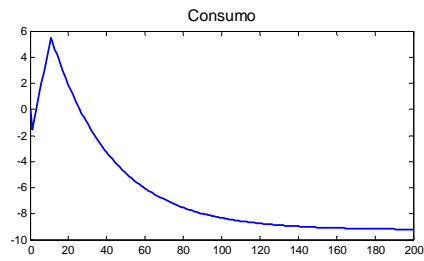
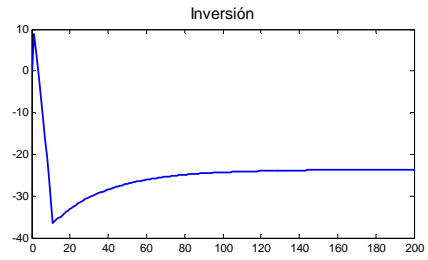
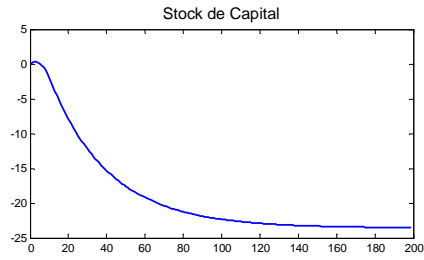


Figura N° 7: Calibración para $\delta = 0.02$

Escenario base



Escenario alternativo 1



Escenario alternativo 2

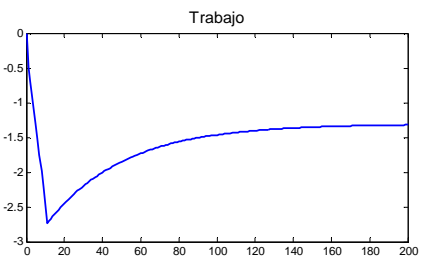
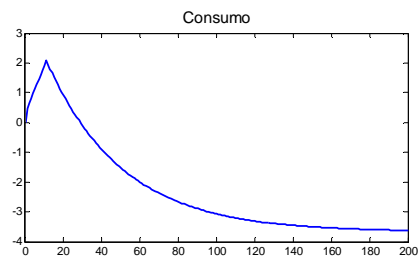
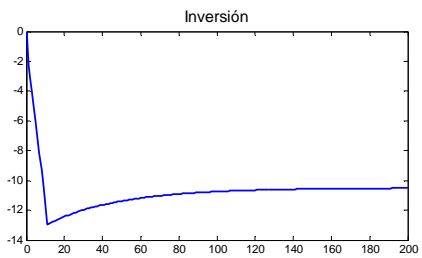
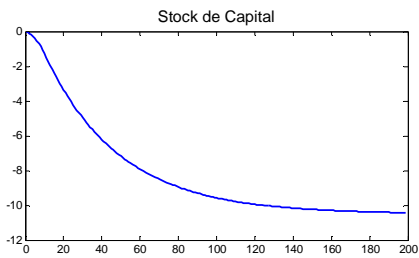
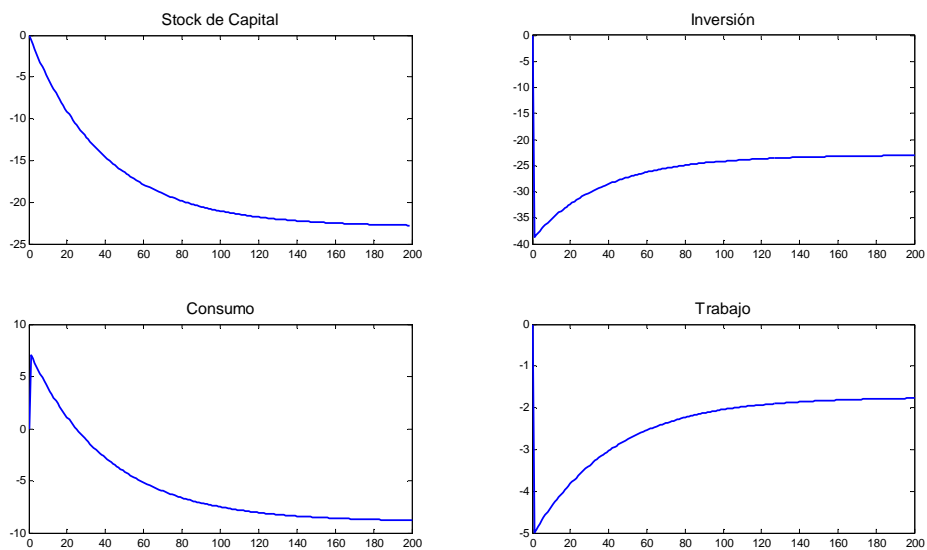
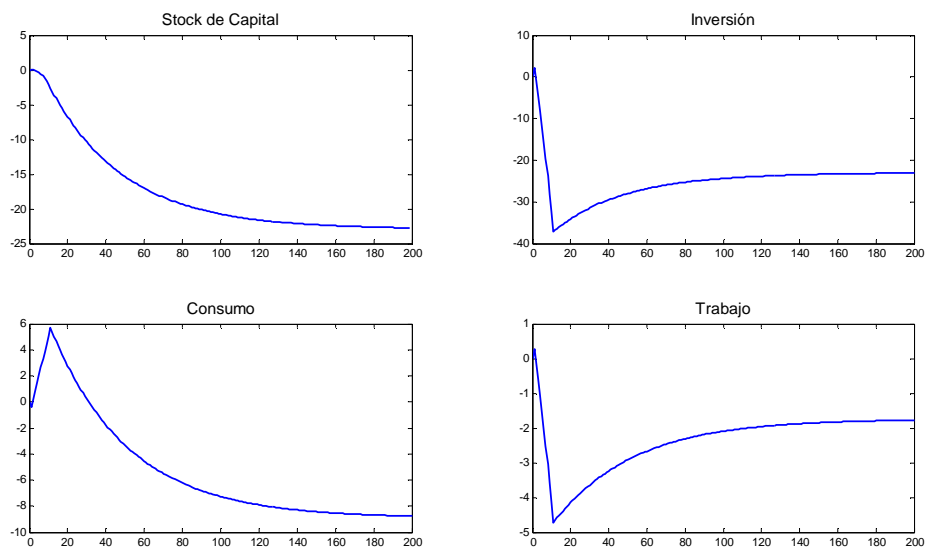


Figura N° 8: Calibración para $\gamma = 0.57$

Escenario base



Escenario alternativo 1



Escenario alternativo 2

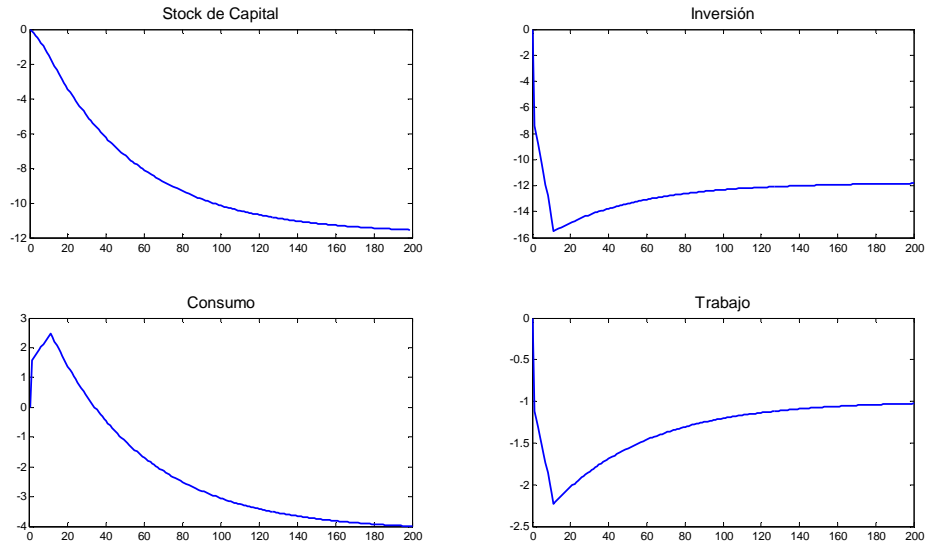
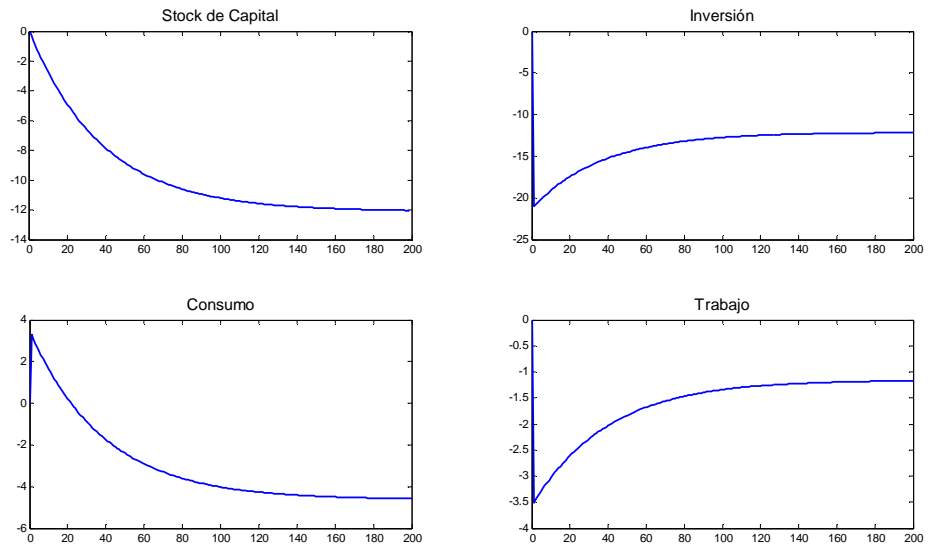
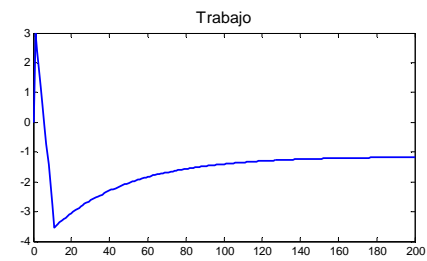
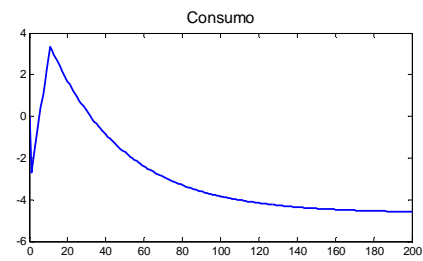
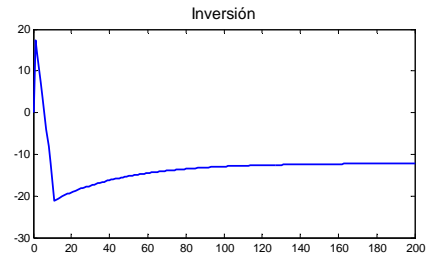
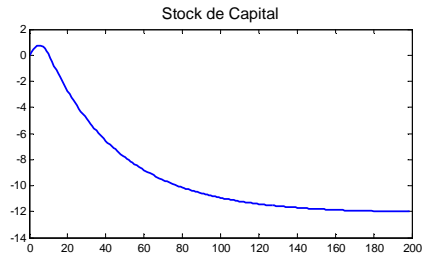


Figura N° 9: Calibración para $\tau^k = 0.25$

Escenario base



Escenario alternativo 1



Escenario alternativo 2

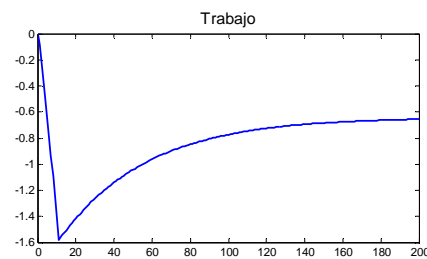
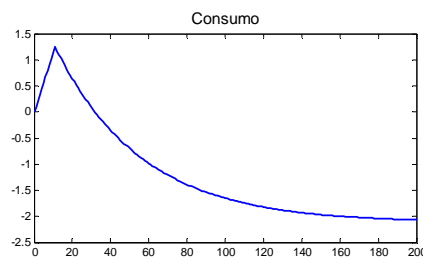
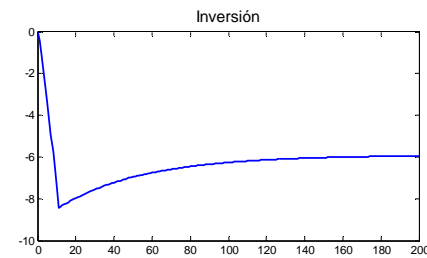
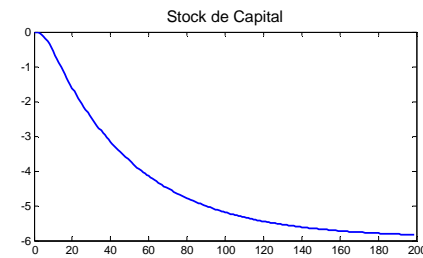


Figura N° 10: Calibración para $\tau^i = 0.20$

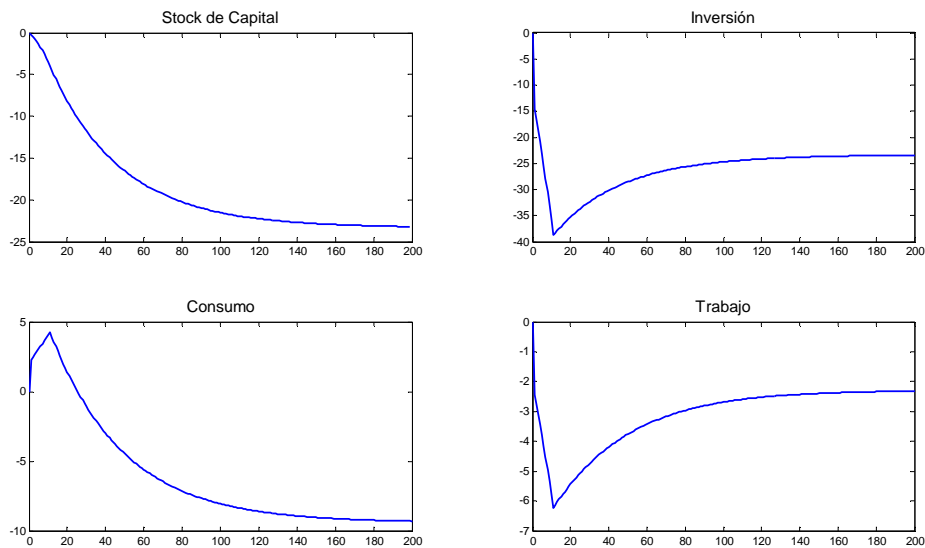


Figura N° 11: Calibración para $u_{TD} = 1.25$ 1.1

