



“EL PRECIO SOCIAL DE LA DIVISA EN CHILE”

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ANÁLISIS ECONÓMICO**

**Alumno: Sergio Jiménez Segura
Profesor Guía: Eduardo Contreras Villablanca**

Santiago, enero 2023

Dedicado a Paloma, por supuesto.

El Precio Social de la Divisa en Chile

Sergio Jiménez Segura

Profesor guía: Eduardo Contreras Villablanca

Resumen

Los precios sociales son fundamentales para el análisis de rentabilidad social en los proyectos. En Chile, uno de estos precios sociales es el de la divisa, el cual deriva de un modelo de equilibrio general que data de 1988 con elasticidades precio que siguen vigentes hasta el día de hoy. En el presente trabajo se desarrolla un modelo de equilibrio parcial que tiene muchas similitudes y bondades, además de su fácil aplicación y actualización. Se utilizan datos trimestrales desde el 2003 hasta el 2022 para obtener las elasticidades que permiten calcular el factor de corrección social de la divisa que a su vez genera su precio social. La forma funcional del modelo propuesto otorga una gran importancia al arancel efectivo a las importaciones, por lo que el valor final depende principalmente de este. El factor de corrección social de la divisa estimado aumenta respecto del actual publicado, encareciendo el precio social de la divisa. Se recomienda utilizar el factor estimado en este trabajo para efectos de la evaluación social de proyectos, a menos que en el futuro exista un incremento importante del arancel efectivo.

Abstract

Social prices are fundamental for the analysis of social appraisal of projects. In Chile, one of these social prices is the currency, it derives from a general equilibrium model from 1988 with price elasticities that are still valid to this day. In the present work, a partial equilibrium model is developed that has many similarities and benefits, besides its easy application and future updating. Quarterly data from 2003 to 2022 are used to obtain the elasticities that allow calculating the social correction factor of the currency, necessary for calculating the social price. The functional form of the proposed model gives most importance to the amount of the average tariff on imports, so the final value depends mainly on it. The social price of the currency estimated for Chile increases regarding the actual one, raising the social price of the currency. The recommendation is to use the factor estimated in this work unless there is a significant upward change in the tariff in the future.

Bullet points

- Se utiliza un modelo de equilibrio parcial para el cálculo del precio social de la divisa.
- Se estimaron especificaciones econométricas robustas para el cálculo de elasticidades.
- El arancel efectivo a las importaciones es lo más influyente en el precio social de la divisa.
- El precio social de la divisa para Chile se encarece respecto del actual.
- Se recomienda utilizar el factor de corrección estimado a menos que el arancel incremente.

Palabras clave

Precios sociales, factor de corrección social de la divisa, equilibrio parcial, elasticidades, tipo de cambio real, arancel efectivo.

1. Introducción

Los precios sociales son fundamentales para el análisis de rentabilidad social de los proyectos de inversión pública. Estos pueden incidir – dependiendo de su magnitud – en las alternativas evaluadas y la elección de estas.

El objetivo del cálculo del precio social de la divisa¹ o tipo de cambio sombra, es el mejoramiento de las decisiones sobre la asignación de los recursos (García, 1988). Existe una discrepancia entre el verdadero costo social que se incurre al utilizar una divisa y su costo de mercado; a estas discrepancias las llamaremos distorsiones y están presentes en la economía en los sectores de bienes y servicios transables que están sujetos a impuestos, subsidios, tarificación, grados de poder monopólicos o monopsonicos, externalidades, cuotas o regulaciones. Todo esto altera la cantidad de unidades monetarias por divisa que se transan en el mercado, respecto a las que efectivamente corresponderían desde un punto de vista social.

La evaluación social de un proyecto de inversión pública utiliza precios sociales, a diferencia de precios de mercado, como lo haría tradicionalmente una evaluación privada de proyectos; esto ya que se busca calcular los verdaderos costos y beneficios de una iniciativa de inversión para la sociedad en su conjunto (que incluye también a todos los privados).

En el presente trabajo, el punto de anclaje para desarrollar el estudio es considerar un proyecto de inversión pública que implique utilizar, generar o liberar divisas en su realización. Usualmente es en la partida de costos que observamos los precios en dólares² (principalmente para los productos importados que insuman el proyecto), pero lo único que se observa es el precio de mercado o tipo de cambio. Por lo tanto, es relevante convertir este tipo de cambio de mercado en el verdadero valor para la sociedad que cuesta traer un dólar o utilizarlo en la realización del proyecto.

Se ha dicho con anterioridad que el objetivo es calcular el precio social de la divisa, pero lo que en rigor estimaremos será el factor de corrección social de la divisa³, el cual es un ponderador que multiplicado con el precio de mercado (o tipo de cambio) arroja el precio social para la divisa.

Un proyecto de inversión que requiera divisas para su realización bien puede obtenerlas desde un aumento de exportaciones o una reducción de importaciones, ambas situaciones colaboran y se pueden originar por un aumento en el tipo de cambio o por una reducción de este.

El factor de corrección social que se determinará en este trabajo incluye en su modelación las distorsiones existentes en el mercado de divisas; como los aranceles y subsidios de los bienes exportables e importables, además de las elasticidades oferta y demanda para los flujos comerciales.

La estructura es la siguiente. En la primera sección se revisará el marco teórico en que se basa el precio social de la divisa. En la siguiente se seleccionará el enfoque utilizado derivado del marco teórico y se realizará una propuesta de la metodología para el cálculo del FCSD. En la tercera se calculará con datos el modelo propuesto y se determinará el FCSD y el precio social. En la cuarta se mostrará un análisis comparativo de elasticidades para finalizar con conclusiones y recomendaciones.

¹ Se hablará indistintamente de *precio social*, *costo social*, *precio sombra* o *tipo de cambio social de la divisa* para referirse a aquel valor distinto del de mercado y que se corrige para encontrar su verdadera “valoración social”.

² En el presente trabajo se utilizarán los dólares norteamericanos (USD\$) como símil de *divisa*.

³ En adelante, se utilizará también el acrónimo FCSD para hacer referencia.

2. Marco Teórico

La literatura coincide que las diferencias entre el precio de mercado o tipo de cambio y su verdadero valor social o su precio social, son generadas por las distorsiones existentes en el mercado. Por distorsiones hacemos referencia a toda aquella desviación de precios de sus niveles óptimos o competitivos; por lo que estaríamos en presencia de un desequilibrio. Dentro de los factores que contribuyen a estos desequilibrios destacan los subsidios, impuestos, concentración de oferta (mercados oligopólicos, monopólicos o de competencia monopolística), asimetrías de información, cuotas, proteccionismo, control de precios y otros. Por lo tanto, en ausencia de distorsiones podríamos señalar que ambos precios (de mercado y social) debiesen ser iguales, pero en la práctica esto no ocurre.

Muchos autores han trabajado y desarrollado distintos enfoques para abordar el cálculo del precio social de la divisa. El presente trabajo centra su análisis en el enfoque de bienestar junto con sus dos tipos de análisis: de equilibrio parcial y general.

1. Enfoque de bienestar

El tipo de cambio social⁴ debe reflejar el valor en bienestar económico para la sociedad de contar con una divisa adicional (García, 1988). El argumento es el siguiente: una economía que se mantiene en equilibrio en su estado natural, vale decir teóricamente que la oferta de divisas es igual a su demanda y en la práctica su precio es determinado por el mercado, se verá afectada (la economía) por una divisa adicional que entre. En rigor, el impacto en bienestar producido por esta divisa adicional se refleja a través de la función de utilidad social no observable, traducida como “cuánta más utilidad para la sociedad genera el tener disponible una unidad más de divisa”.

Este enfoque asume que la política comercial estará fija, por lo que no habrá variaciones en las distorsiones relacionadas con los bienes transables, y que además las distorsiones existentes en el resto de la economía permanecerán inalteradas en el horizonte de evaluación.

Dentro de este enfoque existen los análisis de equilibrio parcial y general. Pasaremos a desarrollar cada uno de ellos; establecer sus características, bondades y dificultades, para posteriormente seleccionar aquella más adecuada para desarrollar el modelo.

i. Análisis de Equilibrio Parcial

Bajo esta clasificación de equilibrio, el TC* expresa el valor marginal social de la divisa medido en base a precios domésticos (García, 1988). Autores como Harberger (1965, 1969) y Schydrowsky (1968) presentan inicialmente el desarrollo en esta materia, en donde los precios domésticos reflejan las unidades marginales en el consumo y costos marginales en la producción; luego, los cambios en bienestar son medidos en estos términos relativos. Un desplazamiento de la curva de oferta de las divisas tendría su mayor valor social atribuido al mayor consumo y su contraparte de costo marginal en menor producción. Por otro lado, un desplazamiento de la demanda por divisas tendría su contrapartida mediante el valor social del menor consumo y los costos marginales por mayor oferta.

⁴ Autores como García (1988) utilizan “tipo de cambio social” y las siglas TC* para hacer referencia al precio social de la divisa y sus sinónimos expresados en la nota al pie N°1. En adelante también se utilizará TC* en ocasiones.

Harberger (1969) plantea una expresión del TC* para el caso de un país pequeño con tarifas *ad valorem* a las importaciones (como única distorsión existente), dependiente de las elasticidades de oferta de exportaciones, elasticidad precio de la demanda por importaciones y volúmenes de importables.

Posteriormente Fontaine (1975) extiende este análisis incorporando distorsiones a los exportables, pero manteniendo la estructura similar a la de Harberger. En ambos casos, las distorsiones del precio social y de mercado consideran únicamente en su cálculo las variables afectas al comercio exterior, dejando fuera del análisis aquellas externalidades relacionadas con la producción y el consumo. La gran ventaja de reducir los parámetros en el cálculo del modelo radica en la facilidad operativa para el cálculo, además de que los resultados no difieren significativamente del modelo con estas variables adicionales (García, 1988). Fontaine (1981) vuelve a extender el análisis en un trabajo posterior, en donde incluye las distorsiones internas al consumo y la producción.

Dasgupta, Sen y Marglin (ONUDI, 1972. Citado en García, 1988) señalan que un proyecto de inversión repercute en la disponibilidad de divisas, las cuales a su vez a través del precio alteran las importaciones y exportaciones. Por lo tanto, la divisa adicional debe ser valorada de acuerdo al mayor consumo que proporciona, por lo que pudiera ser tratada como “necesidad meritoria” (García, 1988). Luego, el modelo planteado se basa en los cambios marginales que resultan de las variaciones en consumo por la divisa adicional, distorsiones a las exportaciones e importaciones, el factor de “necesidad meritoria” y los precios internacionales de las exportaciones e importaciones.

Han existido críticas en torno a este último desarrollo teórico argumentando que los supuestos solo se cumplen cuando no existen efectos sobre la producción doméstica, que como lo señalan Batra y Guisinger (1974), esto no se cumple para los países en desarrollo.

Otra crítica la realiza Balassa (1974) al señalar que el desarrollo de ONUDI excluye los bienes de capital y considerar poco probable que las exportaciones se vean alteradas por los cambios en disponibilidad de divisas.

El modelo de Sjaastad (1975), pone en el centro del análisis que el TC* es el valor monetario de los cambios en importaciones y exportaciones asociados a incrementos exógenos tanto de la oferta como de la demanda de divisas.

El análisis de Equilibrio Parcial presenta los efectos sobre las importaciones y exportaciones, vale decir, sobre los bienes transables; **no considerando los efectos cruzados entre bienes no transables y transables.**

En general se modelan **en presencia de distorsiones** para representar mejor el escenario económico, aunque hay autores que han desarrollado modelos en ausencia de distorsiones. Esto último no es recomendable de cara al modelo que se utilizará, ya que efectivamente en la economía tenemos la presencia de distorsiones y debemos considerarlas.

Se utilizan también los precios ya sea absolutos o relativos; vale decir, los efectos son **a través de precios** y no por efectos ingreso o endeudamiento y pago futuro.

ii. Análisis de Equilibrio General

A diferencia del análisis de equilibrio parcial, el general **considera tanto los efectos cruzados entre los mercados** como aquellos efectos del proyecto sobre las disponibilidades externas de divisas del país y las medidas que se deben tomar si es conducido a un deterioro de su situación en cuentas externas, aunque muchos modelos desarrollados emplean mayormente el primer efecto diferenciador (García, 1988).

Bajo equilibrio general, Batra y Guisinger (1974) desarrollan un trabajo en el cual el cálculo del precio social de la divisa emplea dentro de su modelación los precios internacionales ya que la asignación de los mismos tiene menos pérdidas, a pesar de que aún siguen presentes los costos en consumo. Al adicionar los bienes no transables, logran capturar efectos cruzados sobre los mercados dependiendo de sus grados de complementariedad o sustitución.

Dornbusch (1979) extiende una versión del modelo anterior con el agregado de la consideración respecto de la ayuda externa que provoca aumentos en el gasto, generando en su supuesto mayores beneficios sociales que los privados en presencia de restricciones al comercio internacional. Aumentos en el consumo en los mercados no transables en donde el precio de la demanda supere al de oferta provoca disminuciones en el costo social de la divisa que son planteados como “ayuda externa”. Estas distorsiones generadas y que no persiguen objetivos económicos necesariamente son agregadas dentro del modelamiento también. Así lo hace Bertrand (1974) quien concluye que estas externalidades generan una especie de estructura tarifaria que es óptima para cada sector, pero no así para el bienestar económico.

En el caso de países en desarrollo, las distorsiones al comercio internacional son muchas veces menos importantes que las distorsiones impuestas sobre consumo, producción o contratación de factores productivos, lo que es especialmente válido en el caso de bienes e insumos no transables (García, 1988). El supuesto de que las distorsiones se encuentran únicamente asociadas con el mercado de divisas es una debilidad que es abordada más tarde por Jenkins (1985), presentando en su modelación distorsiones tanto internas como a bienes no transables e incluyendo el proceso de financiamiento de aumentos o disminuciones de importaciones o exportaciones por parte del sector público.

De manera similar, Sieper (1980) trabaja un modelo en el cual considera distorsiones de transables, no transables y efectos cruzados, generando en su versión completa un modelo en el cual la economía transa bienes a precios relativos iguales a los internacionales en ausencia de distorsiones internas. Esta conclusión no es muy distinta a las afirmaciones realizadas en otros trabajos, ya que en términos generales, en ausencia de distorsiones, el precio social de la divisa debiese ser el mismo que el de mercado.

iii. El modelo utilizado actualmente y selección de modelo para el trabajo

En términos generales, las principales diferencias existentes entre equilibrio parcial y general, es que el primero considera únicamente las distorsiones existentes en los bienes transables, mientras que el equilibrio general considera además efectos cruzados con los bienes no transables.

Por otro lado, las similitudes son en que ambos desarrollos modelan en presencia de distorsiones, vale decir, representan mejor el planteamiento de la realidad económica.

A su vez, tanto el equilibrio parcial como el general consideran que la obtención de la divisa adicional en la economía provenga de la disminución en el consumo privado de los bienes transables o un

aumento en la oferta como consecuencia de los cambios en los precios relativos. Vale decir, utilizan los precios relativos, al contrario de otros desarrollos que plantean que esta divisa adicional provenga de aumentos y/o disminuciones de impuestos o por medio de variaciones en el endeudamiento externo.

El modelo utilizado actualmente en el Sistema Nacional de Inversiones⁵ para la evaluación de proyectos deriva de García (1988). Es un modelo de equilibrio general que tiene la siguiente forma funcional:

$$TC^* = \frac{Q_x P_x^* TC (1 + t_x) (\tau_x + T_x) \varepsilon_x + P_x^* TC (1 + t_x) (1 + T_x) EXP(\varepsilon_{x,x}^E + \varepsilon_{x,m}^E)}{P_x^* EXP(\varepsilon_{x,x}^E + \varepsilon_{x,m}^E) - P_m^* IMP(\eta_{m,m}^I + \eta_{m,x}^I)} + \frac{Q_m P_m^* TC (1 + t_m) (\tau_m + T_m) \varepsilon_m - P_m^* TC (1 + t_m) (1 + T_m) IMP(\eta_{m,m}^I + \eta_{m,x}^I) + P_N^0 Q_m \delta \varepsilon_N}{P_x^* EXP(\varepsilon_{x,x}^E + \varepsilon_{x,m}^E) - P_m^* IMP(\eta_{m,m}^I + \eta_{m,x}^I)} \quad (1)$$

Donde,

TC : Tipo de cambio, supra índice “*” indica tipo de cambio social

X, M, N : Representan al sector exportable, importable y no transable, respectivamente

EXP, IMP : Exportaciones, importaciones

Q_i : Representa el valor agregado del sector i

P_i : Representa el precio interno. Supra índice “d” indica demanda, “o” oferta y “*” internacional

t_i : Representa la distorsión al comercio exterior del bien i

T_i : Representa la distorsión específica al consumo del sector i

τ_i : Representa la distorsión específica en la producción del bien i

δ : Representa la distorsión en el sector no transable

$\varepsilon_{x,x}$: Elasticidad oferta de exportaciones

$\varepsilon_{x,m}$: Elasticidad cruzada oferta de exportaciones

$\eta_{m,m}$: Elasticidad demanda de importaciones

$\eta_{m,x}$: Elasticidad cruzada demanda de importaciones

Esto representa una formulación completa con todas las distorsiones existentes en la economía. Sin embargo, en la realidad a pesar del modelamiento completo, muchas de esas distorsiones no existen ya sea por exenciones de impuestos, aranceles, subsidios, entre otros; por lo que se puede reducir el modelo anterior a la siguiente forma:

$$TC^* = TC \left[\frac{P_x EXP(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m})(1 + t_x)}{P_x^* EXP(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) - P_m^* IMP(\eta_{m,m} + \eta_{m,x})} - \frac{P_m IMP(\eta_{m,m} + \eta_{m,x})(1 + t_m)}{P_x^* EXP(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) - P_m^* IMP(\eta_{m,m} + \eta_{m,x})} \right] \quad (2)$$

⁵ Se utiliza también el acrónimo SNI. El Sistema Nacional de Inversiones es el encargado de analizar la rentabilidad social de los proyectos con financiamiento público, vale decir, estiman un VAN o VAC social. Para ello, en sus metodologías de formulación y evaluación, solicitan el uso de los precios sociales.

En el caso de Chile, las distorsiones $T_i = t_i = \tau_i = \delta = 0$, por lo que desaparecen del numerador. Otro arreglo que se hace es que los precios internacionales quedan incluidos finalmente en los valores de las exportaciones e importaciones totales, por lo que quedan reemplazados. Notemos también que los divisores son los mismos, por lo que finalmente para el cálculo del precio social de la divisa lo utilizado es:

$$TC^* = TC * [PONDEXP - PONDIMP(1 + t)] \quad (3)$$

Donde,

TC^* : Tipo de cambio social

TC : Tipo de cambio de mercado

$PONDEXP$: Ponderación de exportaciones

$PONDIMP$: Ponderación de importaciones

$[PONDEXP - PONDIMP(1 + t)]$: Factor de corrección social de la divisa

t : Tasa promedio de arancel efectivo

A su vez, la ecuación (3) se descompone en:

$$PONDEXP = \frac{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} \quad (4)$$

$$PONDIMP = \frac{(\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} \quad (5)$$

Finalmente, al agregar las ecuaciones (4) y (5) obtenemos:

$$TC^* = TC \left[\frac{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} - \frac{(\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} \right]$$

O lo que es equivalente:

$$TC^* = TC \left[\frac{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP(1 + t_m)}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} \right] \quad (6)$$

Donde,

TC^* : Tipo de cambio social

TC : Tipo de cambio de mercado

EXP, IMP : Exportaciones, importaciones

$\varepsilon_{x,x}$: Elasticidad oferta de exportaciones

$\varepsilon_{x,m}$: Elasticidad cruzada oferta de exportaciones

$\eta_{m,m}$: Elasticidad demanda de importaciones

$\eta_{m,x}$: Elasticidad cruzada demanda de importaciones

t_m : Tasa promedio de arancel efectivo

$\left[\frac{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP(1 + t_m)}{(\varepsilon_{x,x} + \varepsilon_{x,m}) * EXP - (\eta_{m,m} + \eta_{m,x}) * IMP} \right]$: Factor de corrección social de la divisa

Vale decir, el tipo de cambio social es igual al tipo de cambio de mercado multiplicado por el factor de corrección social de la divisa.

En conclusión, se puede observar como a pesar de seleccionar un modelo de equilibrio general para el uso en Chile, este fue derivando en un modelo reducido de tal manera que de las distorsiones existentes teóricamente, lo único observable actualmente es el valor de los aranceles a las importaciones, los cuales se han reducido progresivamente en su monto debido a los tratados de Libre Comercio y otros acuerdos similares. Esto se asemeja mucho a un modelo de equilibrio parcial donde la única diferencia son las distorsiones en mercados cruzados.

Por lo tanto, se ha decidido desarrollar un modelo de equilibrio parcial por las siguientes razones:

- 1) La derivación es más directa desde sus bases teóricas hasta su fórmula final. Es preferible un modelo sólido con un enfoque claro que un modelo más complejo con eliminación de parámetros basado en supuestos.
- 2) El modelo de equilibrio parcial es fácilmente actualizable en sus parámetros en vista de la sostenibilidad futura de la actualización del factor de corrección social de la divisa en el SNI.
- 3) Al tener un modelo de equilibrio parcial se fortalece la consistencia con los otros modelos utilizados para el cálculo de precios sociales existentes en el Sistema Nacional de Inversiones, que tienen en común haber sido calculados con enfoque de equilibrio parcial.

Se desarrollará en detalle el modelo de equilibrio parcial y su derivación para ser utilizado directamente en el cálculo del precio social de la divisa.

3. Metodología propuesta

Para obtener el precio social de la divisa a través de una relación de parámetros, es importante en primera instancia desarrollar el sentido de cada variable que entra en juego en la ecuación. Para ello, es necesario derivar detalladamente los pasos y la intuición que hay detrás de la formulación.

Como se ha dicho con anterioridad, el costo social de la divisa difiere de su valor de mercado debido a las distorsiones existentes en la economía. Para mostrar que estos valores difieren, es necesario plantear un primer paso en el desarrollo de la idea.

Consideremos un país cualquiera sin restricciones activas al comercio y que permite que su tipo de cambio se ajuste en el tiempo a través de la oferta y demanda del mercado de divisas. Además su economía es tal que no permite influenciar en los precios internacionales tanto de sus exportaciones como de sus importaciones. Por lo tanto, su comercio internacional puede expresarse en unidades de

divisa extranjera – como sucede en los países en desarrollo – y por ende los precios locales de las unidades transables están directamente relacionados con el tipo de cambio al pasar su valor a moneda local.

La demanda de los bienes importados tiene intrínsecamente asociado en un primer momento la demanda por divisas (necesarias para comprar estos bienes), y por tanto tiene una relación negativa con el tipo de cambio; i.e., a mayor tipo de cambio, menor demanda por divisas. De manera contraria, si el tipo de cambio cae en el país doméstico, y dado que los precios internacionales están fijos (y en unidades de divisas), los precios domésticos de los bienes importables caerán, haciendo que la oferta doméstica de los mismos también disminuya, generando una expansión de la demanda por importaciones para cubrir la brecha. A cada nivel de tipo de cambio, la demanda de divisas es igual a la diferencia entre la demanda de bienes importables y la oferta local de estos bienes (Cervini, 2002).

Siguiendo el análisis anterior, la oferta de divisas viene determinada por la oferta y demanda de bienes exportables. Manteniendo los supuestos de economía pequeña que no afecta el precio internacional, un incremento en el tipo de cambio producirá un incremento en el precio de mercado del país de los bienes exportables, lo que a su vez desplazará la curva de oferta. Si la oferta interna de los bienes exportables es mayor que la demanda, la diferencia se traducirá en cantidades transadas en el mercado internacional valorizadas en unidades de divisas, lo que genera un ingreso al país, o mayor disponibilidad en el mercado local de divisas.

Uniendo ambas conjeturas con sus dinámicas, la determinación del tipo de cambio de equilibrio está directamente relacionada con las funciones de oferta y demanda y sus funciones de exceso.

Existen dos formas para proceder con el desarrollo metodológico y lograr obtener el precio social de la divisa: modelar en ausencia de distorsiones y modelar incorporando las distorsiones. En el presente trabajo se optará por la última, ya que nos genera un marco conceptual más realista.

Para lograr lo anterior, en primera instancia es necesario analizar estas distorsiones y cómo afectan al equilibrio. Un arancel a las importaciones provoca un desajuste entre la disposición a pagar o valoración social (representada por la curva de demanda) y la demanda por divisas; pero el arancel no altera la disposición a pagar (ya que intrínsecamente tienen funciones de utilidad que no podemos observar), pero sí provoca una disminución en la disposición a pagar por las divisas (cambia el punto de equilibrio en la curva de demanda por divisas) ya que parte de ellas irá a recaudación fiscal.

Análogamente, un subsidio a las exportaciones disminuye el costo del productor, lo que influye directamente en la curva de oferta, mientras que los precios a los cuales están dispuestos a exportar los bienes cambian su equilibrio, determinados por la curva de demanda que enfrentan y que tiene el subsidio.

El tipo de cambio de equilibrio será resultado de la interacción de estas curvas y definirá el precio al que se transará, sin embargo, el consumidor que demanda divisas aún tiene que enfrentar los aranceles de los bienes que desea, por lo que su valoración social o su disposición a pagar estará determinada por $E^m(1 + t)$.

Por otro lado, para los productores la existencia de un subsidio significa que deberán emplear una mayor cantidad de recursos para producir exportaciones que el valor que el país recibe en divisas (Cervini, 2002). Esto significa que el costo social de producir una divisa adicional (dado por el exceso de oferta) es igual a $E^m(1 + T)$.

Estos conceptos son claves para comenzar la conjetura de la fórmula que derivará en el cálculo del precio social de la divisa. La nomenclatura que se empleará a continuación estará basada en la utilizada en el trabajo de Cervini, 2002.

Un proyecto que demande divisas para su realización desplazará la curva de demanda, lo que aumentará su precio o el tipo de cambio de mercado, y con ello generará incentivos para un aumento de las exportaciones (los productores estarán dispuestos a transar mayores unidades a cambio de un mayor precio), pero con ello generarán un desincentivo a las importaciones (serán más caras ahora).

Por lo tanto, los exportadores generarán una entrada de divisas adicionales y también contarán con un mayor incremento en el pago del subsidio. Como estamos midiendo a través de los recursos empleados para generar esta divisa adicional, el costo social de la expansión de las exportaciones, CSX , estará determinado por el *precio de oferta de la divisa*⁶ incluido el subsidio, $E^m(1 + T)$, y multiplicado por la expansión de la oferta, ΔX :

$$CSX = E^m(1 + T)\Delta X \quad (7)$$

De forma análoga, los consumidores reducirán la demanda por importaciones y con ello se generará una disminución de la divisa adicional requerida. El costo social de la contracción de importaciones, CSM , es igual a la disposición a pagar⁷ con el arancel incluido, $E^m(1 + t)$, multiplicado por la variación (contracción en este caso) de importaciones, ΔM :

$$CSM = E^m(1 + t)\Delta M \quad (8)$$

Naturalmente, el costo económico total del proyecto en términos de la cantidad de divisas utilizadas para ello es la suma de ambas ecuaciones anteriormente descritas:

$$CSD = E^m(1 + T)\Delta X + E^m(1 + t)\Delta M \quad (9)$$

Lo que es igual a:

$$CSD = CSX + CSM \quad (10)$$

El costo económico total de la divisa puede ser representado a su vez como el costo social por unidad de divisa, E^s , el que incluye sus distorsiones, y multiplicado por la cantidad de divisas requeridas por el proyecto, ΔD :

$$CSD = E^s\Delta D \quad (11)$$

con,

$$\Delta D = \Delta X + \Delta M \quad (12)$$

Ahora, para calcular el **precio social de la divisa**, E^s , notemos de (11) que $E^s = \frac{CSD}{\Delta D}$ y de (9) que

$\frac{CSD}{\Delta D} = \frac{E^m(1+T)\Delta X}{\Delta D} + \frac{E^m(1+t)\Delta M}{\Delta D}$, por lo tanto:

$$E^s = \frac{E^m(1 + T)\Delta X}{\Delta D} + \frac{E^m(1 + t)\Delta M}{\Delta D} \quad (13)$$

Lo que podemos reescribir como:

⁶ Que en equilibrio se representa por el tipo de cambio de mercado.

⁷ Que en equilibrio se representa por el tipo de cambio de mercado.

$$E^s = E^m(1 + T)\Pi_1 + E^m(1 + t)\Pi_2 \quad (14)$$

Donde,

$$\Pi_1 = \frac{\Delta X}{\Delta D} \quad (15)$$

$$\Pi_2 = \frac{\Delta M}{\Delta D} \quad (16)$$

Esto nos facilitará más adelante reescribir las ecuaciones para obtener las elasticidades y completar las fórmulas. Notemos además por construcción que $\Pi_1 + \Pi_2 = 1$.

La ecuación (14) nos indica que el costo social de la divisa es equivalente a una media ponderada de los costos marginales de producción de una unidad de divisa adicional, $E^m(1 + T)$, sumados con la disposición a pagar de los consumidores por esa divisa adicional, $E^m(1 + t)$, en donde los ponderadores son Π_1 y Π_2 y representan la participación de cada fuente que provee divisas para el proyecto. Ahora debemos resolver los valores para estos ponderadores en términos de elasticidades.

Las exportaciones e importaciones son dependientes del tipo de cambio, y el tipo de cambio a su vez es dependiente de la cantidad relativa de divisas en el mercado. Modelando el grado de sensibilidad de las variables anteriores, podemos expresar el *delta* exportaciones e importaciones como:

$$\Delta X = \left[\left(\frac{\partial X}{\partial E^m} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \Delta D \right] \quad (17)$$

$$\Delta M = - \left[\left(\frac{\partial M}{\partial E^m} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \Delta D \right] \quad (18)$$

Sin embargo, nuestro interés es encontrar las *elasticidades* que relacionen tanto las exportaciones como las importaciones con el tipo de cambio. Para esto es necesario agregar un *uno conveniente* como arreglo matemático a nuestras ecuaciones (17) y (18), por lo que añadimos $\left(\frac{E^m}{X} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right)$ y $\left(\frac{E^m}{M} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right)$ respectivamente para completar las elasticidades:

$$\Delta X = \left[\left(\frac{\partial X}{\partial E^m} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \Delta D \left(\frac{E^m}{X} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right) \right]$$

$$\Delta M = - \left[\left(\frac{\partial M}{\partial E^m} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \Delta D \left(\frac{E^m}{M} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right) \right]$$

Reordenando términos:

$$\Delta X = \left[\left(\frac{\partial X}{\partial E^m} \right) \left(\frac{E^m}{X} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right) \Delta D \right] \quad (19)$$

$$\Delta M = - \left[\left(\frac{\partial M}{\partial E^m} \right) \left(\frac{E^m}{M} \right) \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right) \Delta D \right] \quad (20)$$

En la ecuación (19), los dos primeros términos representan la elasticidad de la función de oferta por divisas, por lo que la representamos como $\xi_X = \left(\frac{\partial X}{\partial E^m} \right) \left(\frac{E^m}{X} \right)$; mientras que en la ecuación (20) completamos la elasticidad de la función demanda por divisas y la representamos por $\eta_M = \left(\frac{\partial M}{\partial E^m} \right) \left(\frac{E^m}{M} \right)$. Incluyendo la nomenclatura anterior, reescribimos (19) y (20) como:

$$\Delta X = \xi_X \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right) \Delta D \quad (21)$$

$$\Delta M = -\eta_M \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right) \Delta D \quad (22)$$

Recordemos que queremos obtener los valores de las ponderaciones de $\Pi_1 = \frac{\Delta X}{\Delta D}$ y $\Pi_2 = \frac{\Delta M}{\Delta D}$. Ya tenemos los valores de ΔX y ΔM , por lo que podemos obtener el valor de ΔD . Reemplazando (21) y (22) en (12) obtenemos para ΔD :

$$\Delta D = \xi_X \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right) \Delta D - \eta_M \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right) \Delta D$$

Reordenando términos nos queda:

$$\Delta D = [\xi_X X - \eta_M M] \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{\Delta D}{E^m} \right) \quad (23)$$

Finalmente podemos recuperar los valores de Π_1 y Π_2 :

$$\Pi_1 = \frac{\Delta X}{\Delta D} = \frac{\xi_X \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{X}{E^m} \right) \Delta D}{[\xi_X X - \eta_M M] \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{\Delta D}{E^m} \right)}$$

$$\Pi_2 = \frac{\Delta M}{\Delta D} = \frac{-\eta_M \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{M}{E^m} \right) \Delta D}{[\xi_X X - \eta_M M] \left(\frac{\partial E^m}{\partial D} \right) \left(\frac{\Delta D}{E^m} \right)}$$

Y cancelando factores nos queda:

$$\Pi_1 = \frac{\xi_X X}{\xi_X X - \eta_M M} \quad (24)$$

$$\Pi_2 = \frac{-\eta_M M}{\xi_X X - \eta_M M} \quad (25)$$

En donde Π_1 y Π_2 representan los ponderadores que completan las elasticidades de la oferta y la demanda de divisas respectivamente.

Ahora podemos otorgarle parámetros calculables a la ecuación (14), que es lo que buscábamos desde un inicio, por lo que reemplazando (24) y (25) en (14) resulta:

$$E^s = E^m(1 + T) \frac{\xi_X X}{\xi_X X - \eta_M M} - E^m(1 + t) \frac{\eta_M M}{\xi_X X - \eta_M M}$$

Y factorizando por E^m lo anterior finalmente llegamos a:

$$E^s = E^m \left[\frac{\xi_X X(1 + T) - \eta_M M(1 + t)}{\xi_X X - \eta_M M} \right] \quad (26)$$

Es decir, el precio social de la divisa depende del precio de mercado, multiplicado por el factor de corrección social de la divisa, que se compone por las elasticidades de oferta de exportaciones, demanda de importaciones y volúmenes.

Donde,

E^s : Tipo de cambio social

E^m : Tipo de cambio de mercado

X, M : Exportaciones, importaciones

ξ_X : Elasticidad oferta de exportaciones

η_M : Elasticidad demanda de importaciones

T, t : Tasa subsidio a las exportaciones, tasa arancelaria a las importaciones

$\left[\frac{\xi_X X(1+T) - \eta_M M(1+t)}{\xi_X X - \eta_M M} \right]$: Factor de corrección social de la divisa

Nuestro país actualmente no cuenta con distorsiones impositivas o subsidiarias para las exportaciones, por lo que para la aplicación del modelo propuesto se considera $T = 0$, otorgando finalmente el modelo de equilibrio parcial para Chile:

$$E^s = E^m \left[\frac{\xi_X X - \eta_M M(1+t)}{\xi_X X - \eta_M M} \right] \quad (27)$$

Para obtener cálculos del modelo, es necesario estimar los parámetros dentro del factor de corrección social *de la divisa* para así obtener el precio social. Los parámetros estimables son; ξ_X : Elasticidad oferta de exportaciones; y η_M : Elasticidad demanda de importaciones.

El segundo componente del precio social de la divisa son parámetros de los cuales se cuentan con datos; E^m : Tipo de cambio de mercado; X, M : Exportaciones, importaciones; y t : arancel efectivo a las importaciones.

La solución de (27) otorgará finalmente el precio social de la divisa.

4. Datos y cálculo del Precio Social de la Divisa para Chile

La metodología propuesta derivada en el apartado anterior, nos indica la fórmula general para obtener el factor de corrección social de la divisa. Lo que resta ahora es calcular los parámetros anteriormente descritos.

De forma directa con datos publicados se obtienen el valor de las exportaciones, importaciones, aranceles promedio y subsidios. Sin embargo, las elasticidades no son observables directamente y hay que estimarlas.

Para ello, es necesario en primera instancia identificar los factores que inciden en la determinación de las exportaciones e importaciones.

Definimos las funciones exportaciones e importaciones como:

$$X = Q_X^s (TCR, X_{t-1}, PIB, D_t, t) - Q_X^d (TCR, PIB, PIB_{US}, D_t, t) \quad (28)$$

$$M = Q_M^d (TCR, PIB, PIB_{US}, D_t, t) - Q_M^s (TCR, M_{t-1}, D_t, t) \quad (29)$$

Donde,

$Q_X^s, Q_X^d, Q_M^d, Q_M^s$: Producciones y demandas de bienes exportables e importables respectivamente

X, M : Exportaciones, importaciones

X_{t-1}, M_{t-1} : Componentes autorregresivos de exportaciones e importaciones

TCR : Tipo de cambio real

PIB, PIB_{US} : Producto interno real de Chile y Estados Unidos

D_t : Variable dicotómica que recoja efectos de *shocks* externos

t : Tiempo

La variable de interés clave es el TCR, el cual refleja el precio de transacción de los bienes comerciables y rige la dinámica del comercio⁸.

Hay que recordar para el análisis que las ecuaciones y el planteamiento teórico están basadas en funciones de exceso de oferta y/o exceso de demanda, he allí las implicancias que se explican a continuación.

Ante un aumento en el precio relativo de los bienes transables, la ecuación (28) señala que las exportaciones de un país generan presión al alza, mientras que reduce el consumo de las mismas; el efecto agregado es un aumento de exportaciones. Por otro lado, el producto interno aumenta la demanda por bienes exportables, haciendo que se reduzcan en el total.

De manera similar, la ecuación (29) representa a las importaciones de un país, las cuales ante un aumento del precio relativo hace que la producción aumente y el consumo se disminuya, lo que en el agregado reduce las importaciones. Asimismo, un aumento del gasto interno incrementa el consumo de bienes importables.

Recordemos que para obtener el factor de corrección social de la divisa necesitamos los valores de los parámetros de la ecuación (27). Específicamente necesitamos determinar las elasticidades de oferta y demanda de exportaciones e importaciones.

⁸ Desde luego, el tipo de cambio real es una de las variables que incide y determina las importaciones y exportaciones pero claramente no es el único. Estos movimientos en el tipo de cambio también tienen origen en las fuerzas que se ejercen en el mismo mercado de divisas como las expectativas, o fuera de ella, como el precio del cobre particularmente en Chile. Sin embargo, para el presente trabajo, se utilizará como supuesto que el factor incidente clave en los flujos de comercio es el tipo de cambio real, lo que permitirá calcular finalmente las elasticidades que nos interesan.

Teóricamente, las elasticidades responden a cambios porcentuales del precio sobre las cantidades. Como queremos obtener las elasticidades precio de las exportaciones e importaciones, tenemos que ver cómo varían estas si se cambia el precio, representado por el tipo de cambio real.

Por lo tanto, debemos estimar una ecuación que nos pueda arrojar el valor de las elasticidades teniendo en cuenta los demás factores que inciden en su determinación, como lo señalan las ecuaciones (28) y (29).

Para lo anterior, se propone estimar las siguientes regresiones:

$$\ln X_t = \alpha + \beta_1 \ln TCR_{t-2} + \beta_2 \ln PIB_t + \beta_3 \ln X_{t-1} + \beta_4 D_{2009} + \beta_5 t + \varepsilon_t \quad (30)$$

$$\ln M_t = \gamma + \delta_1 \ln TCR_{t-1} + \delta_2 \ln PIB_{US} + \delta_3 \ln M_{t-1} + \delta_4 D_{2009} + \mu_t \quad (31)$$

Donde,

X_t, M_t : Exportaciones, importaciones

X_{t-1}, M_{t-1} : Componentes autorregresivos de exportaciones e importaciones

TCR_t : Tipo de cambio real

PIB, PIB_{US} : Producto interno real de Chile y Estados Unidos

D_{2009} : Variable dicotómica que recoge efectos de cambio estructural en el 2009

t : Tiempo

Las variables de interés para el propósito de determinar el FCSD son los estimadores β_1 y δ_1 , los cuales al estar expresados en logaritmos (y también las variables dependientes), nos proporcionan las elasticidades de exportaciones e importaciones directamente. Las demás variables cumplen la función de especificar las ecuaciones y aportar completitud a las regresiones.

i. Datos utilizados

Se utilizaron datos trimestrales desde el año 2003 al 2022 para el tipo de cambio real, exportaciones, importaciones, producto interno bruto de Chile y EEUU. Los datos fueron obtenidos del Banco Central de Chile y la FRED⁹. Los valores fueron ajustados a moneda local CLP¹⁰ y todos se encuentran expresados en logaritmos.

ii. Especificación de las regresiones y estimaciones

a) Ecuación de exportaciones

$$\ln X_t = \alpha + \beta_1 \ln TCR_{t-2} + \beta_2 \ln PIB_t + \beta_3 \ln X_{t-1} + \beta_4 D_{2009} + \beta_5 t + \varepsilon_t$$

Se realiza una prueba en primera instancia con la especificación del regresor TCR en niveles para el tiempo t . El estimador β_1 no fue significativo, por lo que se seleccionó el rezago que generara estimaciones significativas. Esto ocurrió con TCR_{t-2} , vale decir, con los rezagos de 2 periodos

⁹ Acrónimo para Federal Reserve Economic Data.

¹⁰ Acrónimo para peso chileno.

trimestrales (6 meses). Esto está en línea con lo encontrado por Cervini (2002) y CIUP¹¹ (2000), quienes también ajustaron sus estimaciones con rezagos temporales para mayor significancia. El sentido de esto es que las exportaciones no responden inmediatamente a los cambios en el tipo de cambio real, sino que con rezago.

Para el estimador β_2 se utilizó en primera instancia la demanda interna como regresor. Esta no fue significativa, por lo que se siguió la recomendación de Cervini (2002) y García (1988) y se reemplazó por el PIB_t , mostrando un mejor ajuste y significancia.

Se realizó un análisis a la serie de exportaciones a través de sus correlogramas de autocorrelación y autocorrelación parcial para identificar la existencia de componentes autorregresivo de orden p . El rezago seleccionado y estadísticamente significativo fue de solo un periodo, por lo que se incluye el regresor X_{t-1} .

En el análisis gráfico de la serie de exportaciones, se detectó un pronunciado cambio en el nivel y la tendencia. Esto es indicio de un quiebre estructural de la serie, lo que al utilizarla para estimaciones puede generar sesgo y malas interpretaciones. Para verificar lo anterior, se realizó una prueba de Bai-Perron (1998) para quiebre estructural, detectando efectivamente un quiebre en el primer trimestre del 2009, coincidente con la crisis sub prime. Por lo tanto, para controlar por este *shock* externo, se incluye en la ecuación de identificación la variable dicotómica D_{2009} .

Finalmente se adiciona un término de tiempo t que controla por tendencia y un error ε_t .

Los resultados de la estimación de (30) por MCO se muestran en la tabla 1.

- $\ln X_t = \alpha + \beta_1 \ln TCR_{t-2} + \beta_2 \ln PIB_t + \beta_3 \ln X_{t-1} + \beta_4 D_{2009} + \beta_5 t + \varepsilon_t$

Tabla 1. Estimación de regresión exportaciones

$\ln X_t$	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
$\ln TCR_{t-2}$	.158	.054	2.94	.004	.051	.266	***
$\ln PIB_t$	.705	.161	4.38	0	.384	1.027	***
$\ln X_{t-1}$	.735	.061	11.96	0	.612	.858	***
<i>time</i>	-.01	.003	-3.45	.001	-.016	-.004	***
D_{2009}	-.084	.011	-7.60	0	-.107	-.062	***
Constant	-12.824	4.15	-3.09	.003	-21.101	-4.546	***
Mean dependent var		29.890	SD dependent var			0.351	
R-squared		0.964	Number of obs.			76	
F-test		742.745	Prob > F			0.000	
Akaike crit. (AIC)		-186.388	Bayesian crit. (BIC)			-174.735	

Fuente: Elaboración propia. Significancia *** 1% error, ** 5% error, * 10% error.

Todos los estimadores son significativos. Los resultados mostrados en la tabla 1 fueron realizados por MCO, robustos a heterocedasticidad por el método de White. Sin embargo, las estimaciones en niveles de series no estacionarias pueden arrojar resultados espurios (Granger y Newbold, 1976).

¹¹ Acrónimo para “Centro de Investigación Universidad del Pacífico”.

Una estimación espuria puede resultar de un R cuadrado alto y estadístico de Durbin-Watson (DW) menor al R cuadrado, evidenciando autocorrelación de los residuos, lo cual no es conveniente ya que en presencia de autocorrelación, los estimadores MCO dejan de ser linealmente insesgados (Wooldridge, 2010).

La prueba estadística de Durbin-Watson fue de $DW = 1,79$ lo cual es mayor al R cuadrado y cae dentro de la región de no rechazo de la no autocorrelación, indicando en primera instancia que la regresión especificada no sería espuria y no habría autocorrelación de los residuos.

Se realiza también la prueba de no correlación de los residuos de Breush-Godfrey (BG) (1978, 1979), el cual arroja $BG = 0,344$, no pudiendo rechazar la hipótesis nula de no correlación serial, por lo que estaríamos ante una buena especificación del modelo.

Finalmente los correlogramas y la prueba de Jarque-Bera (JB) (1987) evidencian normalidad de los residuos dado $JB > 0,05$; otorgándole a la especificación de la regresión planteada robustez y estimaciones insesgados bajo MCO.

En la regresión (30) el coeficiente β_1 es el de interés ya que nos otorga la elasticidad de exportaciones de forma directa al estar expresada en logaritmo. Se ha estimado entonces el primer componente del modelo (27). La elasticidad de exportaciones es:

$$\xi_X = 0,158$$

b) Ecuación de importaciones

$$\ln M_t = \gamma + \delta_1 \ln TCR_{t-1} + \delta_2 \ln PIB_{US} + \delta_3 \ln M_{t-1} + \delta_4 D_{2009} + \mu_t$$

De manera similar a la ecuación para exportaciones, se realiza una prueba del regresor TCR en niveles para el tiempo t , resultando no significativo. Se probó con distintos rezagos, seleccionándose el primero al mostrar significancia estadística. La explicación radica en que las importaciones no reaccionan de manera inmediata en el mismo periodo a los cambios en el tipo de cambio real, sino que con un rezago, en este caso, de un trimestre.

Se tomó como variable independiente el producto interno bruto de Chile y EEUU. El primero resultó no significativo, y en las pruebas futuras de normalidad de los errores producía sesgo, por lo que fue sacado del modelo. Por otro lado, el PIB de EEUU resultó significativo para el periodo de tiempo estudiado.

Se estudiaron los correlogramas de las importaciones para identificar la existencia de componentes autorregresivo de orden p . El rezago seleccionado y estadísticamente significativo fue de solo un periodo, por lo que se incluye el regresor M_{t-1} .

Al estudiar gráficamente la serie de importaciones, esta evidencia un quiebre estructural que fue corroborado mediante una prueba de Bai-Perron (1998), detectando el quiebre en el primer trimestre del 2009, coincidente con la crisis sub prime. Por lo tanto, se incluye en el modelo la variable dicotómica D_{2009} para controlar por este choque externo.

La variable tiempo no fue estadísticamente significativa por lo que no se considera en el modelo. Completa la identificación el término de error μ_t .

Los resultados de la estimación de (31) por MCO se muestran en la tabla 2.

- $\ln M_t = \gamma + \delta_1 \ln TCR_{t-1} + \delta_2 \ln PIB_{US} + \delta_3 \ln M_{t-1} + \delta_4 D_{2009} + \mu_t$

Tabla 2. Estimación de regresión importaciones

$\ln M_t$	Coef.	St.Err.	t-value	p-value	[95% Conf	Interval]	Sig
$\ln TCR_{t-1}$	-.414	.106	-3.90	0	-.626	-.203	***
$\ln PIB_{US}$	.458	.119	3.85	0	.221	.696	***
$\ln M_{t-1}$	.869	.036	24.15	0	.797	.941	***
D_{2009}	-.353	.033	-10.85	0	-.418	-.288	***
Constant	-10.364	2.943	-3.52	.001	-16.231	-4.497	***
Mean dependent var		29.693	SD dependent var			0.450	
R-squared		0.973	Number of obs			77	
F-test		.	Prob > F			.	
Akaike crit. (AIC)		-175.016	Bayesian crit. (BIC)			-165.641	

Fuente: Elaboración propia. Significancia *** 1% error, ** 5% error, * 10% error.

Los resultados mostrados en la tabla 2 fueron estimados por MCO, robustos a heterocedasticidad por el método de White. Para que la relación econométrica entre las variables no sea espuria, comprobar la no autocorrelación de los errores y testear normalidad, se realizaron las pruebas respectivas.

Todos los parámetros son significativos. La bondad de ajuste del modelo es alta. La prueba estadística de Durbin-Watson fue de $DW = 1,62$ por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación, lo cual es bueno para el modelo.

La prueba de Breush-Godfrey (BG) (1978, 1979) es de $BG = 0,110$ no pudiendo rechazar la hipótesis nula de no correlación serial, por lo que existe indicios de que los errores no están correlacionados.

Finalmente los correlogramas y la prueba de Jarque-Bera (JB) (1987) evidencian normalidad de los residuos dado $JB > 0,05$; otorgándole a la especificación de la regresión planteada robustez y estimaciones eficientes bajo MCO.

El coeficiente δ_1 nos otorga la elasticidad de importaciones de forma directa al estar expresada en logaritmo. Hemos completado los parámetros estimables del modelo (27). La elasticidad de importaciones es:

$$\eta_M = -0,414$$

iii. Cálculo del Precio Social de la Divisa para Chile

Los desarrollos anteriores nos permiten obtener los datos necesarios para calcular el precio social de la divisa para el año 2022. Reemplazando valores en la ecuación (27) obtenemos:

$$E^m: 926,09$$

$$X: 25.294$$

$$M: 24.804$$

$$\xi_X: 0,158$$

η_M : -0,414

t : 0,73%

$$E^s = 926,09 \left[\frac{0,158 * 25.294 + 0,414 * 24.804(1,0073)}{0,158 * 25.294 + 0,414 * 24.804} \right]$$

$$E^s = 926,09[1,00525489]$$

$$E^s = 930,95$$

Como podemos observar, el factor de corrección social de la divisa es de 1,00525489; un número bajo en magnitud. La forma funcional del cálculo es la que permite que esto suceda, ya que el ponderador más relevante a la hora de determinar este número es el arancel efectivo a las importaciones. Esto ocurre porque tanto el numerador como el denominador se componen de las mismas variables, diferenciándose únicamente en el impuesto a las importaciones. Vale decir, que mientras mayor sea el impuesto, mayor será el factor de corrección social de la divisa y por tanto su precio social.

El arancel efectivo para el año 2021 es de 0,73%¹². Sistemáticamente los aranceles han ido cayendo por la presencia de tratados de libre comercio y exenciones a las importaciones de los bienes debido a aperturas comerciales. Es de esperar que en el futuro se mantenga esta tendencia a la baja, haciendo que el precio social de la divisa se aproxime cada vez más a su valor de mercado.

En virtud de los resultados, la recomendación para efectos de la evaluación social de proyectos es utilizar el factor de corrección social de la divisa aproximado $1,0052 \approx 1,01$ el cual es mayor al publicado por el Sistema Nacional de Inversiones para el año 2022¹³ cuyo valor es de 1,00.

De todos modos la recomendación no está totalmente cerrada. Para estudiar el efecto de este cambio es necesario hacer un análisis de datos de los proyectos públicos en Chile respecto del porcentaje que incide este aumento de 1% sobre la estructura de costos y sus indicadores de rentabilidad. Sin embargo, en primera instancia no sería un cambio radical en el sentido que se volvería a valores de años anteriores.

5. Comparativa de cálculo del Factor de Corrección Social de la Divisa con distintas elasticidades

Dada la forma funcional del modelo planteado en este trabajo, las magnitudes de las elasticidades tienen poca incidencia en factor de corrección social de la divisa. Mientras el arancel efectivo no cambie significativamente¹⁴, podemos discutir la pertinencia de recalculer las elasticidades en el futuro.

Para ilustrar lo anterior, se realiza el ejercicio de tomar distintas elasticidades calculadas y reemplazarlas por el modelo seleccionado con los datos actuales para Chile.

¹² El arancel efectivo corresponde al cociente entre el monto total del *Ad valorem* (ajustado por bandas de precio) y el valor aduanero. Dato obtenido del anuario estadístico de Aduanas de Chile, 2021.

¹³ Se encuentra en el sitio web: http://sni.gob.cl/storage/docs/Precios_Sociales_Vigentes.pdf

¹⁴ Un cambio significativo en evaluación de proyectos para el *factor de corrección social de la divisa* es de 10%. Para que esto suceda, el arancel efectivo tiene que ser del 15%.

La tabla 3 muestra elasticidades estimadas para Chile en distintos años. Se tomaron aquellas elasticidades y se calculó el *factor de corrección social de la divisa* según el modelo determinado en la ecuación (27).

Para enfatizar el punto de pertinencia de recalcular elasticidades en el futuro, se muestra que incluso con elasticidades estimadas para otros países como México (Cervini, 2002) y Perú (CIUP, 2000) pero aplicadas para Chile, el valor del FCSD presenta variaciones del orden de 0,02 puntos porcentuales.

Tabla 3. Valor del factor de corrección social de la divisa para Chile según distintas elasticidades

	Elasticidad exportaciones	Elasticidad importaciones	FCSD
García (1988)	0,512	-0,553	1,00375
FMI (2001)	0,510	-1,260	1,00517
FMI (2004)	0,660	-1,290	1,00480
Jiménez (2022)	0,158	-0,414	1,00525
Cervini (2002)	0,191	-0,352	1,00470
CIUP (2000)	0,460	-0,340	1,00307

Fuente: Elaboración propia basándose en datos de García (1988), FMI (2001, 2004), Jiménez (2022), Cervini (2002) y CIUP (2000).

6. Conclusiones y recomendaciones

El desarrollo del modelo propuesto en el presente trabajo representa ganancias en simplicidad, aplicabilidad y actualización respecto del de García (1988) utilizado en Chile en los últimos años. A pesar de este ser un modelo de equilibrio general, la eliminación de impuestos y distorsiones desde un tiempo a la fecha han originado que el modelo se asemeje a uno de equilibrio parcial.

Ni las elasticidades cruzadas ni las otras distorsiones existentes en el modelo de equilibrio general presentan mayores ganancias en el análisis debido a que la forma funcional tanto del general como del parcial descansan el mayor impacto el promedio de arancel efectivo; por lo tanto, ambos resultados son prácticamente iguales.

El cálculo del factor de corrección social de la divisa actualizado da cuenta de una magnitud de 1,00525; por lo que se recomienda que se redondee a 1,01 para efectos de la evaluación de proyectos o bien se utilice directamente con sus decimales. Este resultado significa un aumento del factor de corrección social de la divisa respecto del año 2021 estimado por el Sistema Nacional de Inversiones. Una discusión que no está zanjada es el plantearse si en el futuro vale la pena hacer la distinción entre un factor de corrección de 1,01 o 1,00 en vista de sus implicancias en los proyectos.

Una condición que ameritaría definitivamente un recálculo de las elasticidades y del factor de corrección social de la divisa sería que el arancel promedio efectivo creciera en el orden de un 15%, pero debido a los tratados de libre comercio y un mundo cada vez más integrado comercialmente, se ve poco probable en el futuro.

7. Bibliografía

Bai, J., y Perron, P., (1998). Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes. *Econometrica*, Vol. 66, Nro 1, pp. 47–78.

Balassa, B., (1974). Estimating the shadow price of foreign exchange in project appraisal. *Oxford Economic Papers*, pp. 584-596

Batra, R. y Guisinger, S. (1974). A new approach to the estimation of the shadow exchange rate in evaluating development project in less development countries. *Oxford Economic Papers*, pp. 192-207

Breusch, T.S. (1979) "Testing for Autocorrelation in Dynamic Linear Models", *Australian Economic Papers*, 17, 334–355

Centro de Investigación Universidad del Pacífico (2000). Cálculo de precios sociales. El Precio Sombra de la Divisa, Informe final.

Cervini Iturre, H., (2002). El costo de oportunidad de la divisa y la evaluación social de proyectos. *Análisis Económico*, XVII (35),93-127. ISSN: 0185-3937.

Dasgupta, P., Sen, A., & Marglin, S., (1972). Guidelines for Project Evaluation. *United Nations Industrial Development Organization*.

Dornbusch, R. (1979). Trade distortions and the social cost of foreign exchange. *Open Macroeconomics*, Chapter 12.

Fontaine, E. (1975). El precio social de la divisa y la política de comercio exterior. *Cuadernos de Economía*. Instituto de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile., vol. 12(35), pp. 57-80.

García, R. (1988). El costo social de la divisa. Cálculos de precios sociales en Chile: Trabajos publicados en homenaje al profesor Arnold C. Harberger. *Cuadernos de Economía*, año 25, Nro 74, pp. 39-79.

Godfrey, L.G. (1978). Testing Against General Autoregressive and Moving Average Error Models when the Regressors Include Lagged Dependent Variables. *Econometrica*, 46, 1293–1302.

Granger, C. y Newbold, P. (1976). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(2), 111-120.

Harberger, A. (1965). Survey of Literature on Cost-Benefit Analysis for Industrial Project Evaluation. Documento publicado en ONUDI *Evaluation of industrial Projects*, 1968.

Harberger, A. (1969). On Measuring the Social Opportunity Cost of Public Funds. *Western Agricultural Economics Research Council*, N°17., Denver, Colorado.

Jarque, C. y Bera, A., (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review* 55 (2): 163-172

Jenkins, G. P., y Kuo, C.-Y. (1985). On Measuring the Social Opportunity Cost of Foreign Exchange. *The Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d'Économique*, 18(2), 400–415.

Sjaastad, L.A., (1975). Social Opportunity Cost of Foreign Exchange in the Presence of Price and Quantity Distortions. *Mimeo, University of Chicago*.

Wooldridge, J. (2010). Introducción a la econometría: Un enfoque moderno. Cuarta Edición. México, D. F, México: Cengage Learning.