



# RELACION ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA E INVERSIÓN PRIVADA EN CHILE 1996-2012

Ministerio de Desarrollo Social  
División de Evaluación Social de Inversiones  
Departamento de Estudios y Gestión de la Inversión

Enero 2014

Documento elaborado por Gonzalo Urcullo, Orietta Valdés y Sergio Bravo  
Departamento de Estudios y Gestión de la Inversión  
División de Evaluación Social de Inversiones  
Ministerio de Desarrollo Social  
Gobierno de Chile  
Enero de 2014

1	INTRODUCCIÓN .....	4
2	MARCO CONCEPTUAL: RELACIÓN TEÓRICA ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA .....	5
3	EVIDENCIA EMPÍRICA: TRAYECTORIA DE LA INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA EN CHILE ....	9
4	EL MODELO: RELACIÓN CAUSAL ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA .....	12
4.1	MODELO .....	12
4.2	DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	13
4.3	VARIABLES .....	12
4.4	METODOLOGÍA.....	13
4.5	RESULTADOS. ....	14
5	CONCLUSIONES .....	20

---

## 1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de obras públicas genera actividad económica, tanto en su fase constructiva como en la de su aprovechamiento, y crea condiciones que permiten aumentar la productividad de los factores privados, por ejemplo obras públicas que disminuyen los costos de transporte. Adicionalmente, las inversiones en infraestructura social, como salud y educación, contribuyen a elevar la productividad de la mano de obra.<sup>1</sup> Por último, inversiones destinadas a mejorar las condiciones de seguridad nacional y estabilidad económica (modernización del Estado, por ejemplo), generan un ambiente propicio para que el sector privado invierta más y con mayor efectividad.

A este impacto positivo de la inversión pública sobre la inversión privada, la teoría económica, lo denomina “efecto complementariedad” (*Crowding In*). Sin embargo, un incremento en inversión pública también tiene un impacto negativo sobre la inversión privada. Este se produce porque una mayor inversión pública induce, por un lado, una competencia por obtener fondos, lo que acarrea aumentos en las tasas de interés y, por otro, genera una mayor demanda, que redunde en mayor costo de los insumos. A este impacto negativo de la inversión pública sobre la inversión privada, la teoría económica, lo denomina “efecto desplazamiento” (*Crowding out*).

El objetivo de este estudio busca analizar estos efectos en Chile en el periodo 1996 – 2012. La pregunta de investigación es la siguiente: ¿Es posible incrementar la inversión pública al mismo tiempo que la inversión privada? En otras palabras, dado el comportamiento de los últimos años ¿incrementos en la inversión pública en Chile se pueden complementar (sin desplazar) con incrementos en la inversión privada? La respuesta a estas interrogantes se constituye en un elemento central para los tomadores de decisión, para la formulación y aplicación de políticas públicas relacionadas con la inversión en infraestructura pública.

Los elementos a partir de los cuáles se va a responder la pregunta de investigación en este documento, conllevan evaluar la relación entre Inversión Pública y Privada desde las perspectivas teórica y práctica, sistematizando el trabajo bajo tres pilares:<sup>2</sup>

- i) Análisis de la relación que la literatura describe entre inversión pública y privada, incluyendo la síntesis del trabajo desarrollado por otros autores (Marco conceptual, sección 2).
- ii) Descripción de la trayectoria de la inversión pública y privada (Evidencia empírica, sección 3).
- iii) Modelamiento de la relación entre la trayectoria de ambas variables (Modelo Econométrico, sección 4).

---

<sup>1</sup> Este tipo de inversión también permite redistribuir los beneficios del crecimiento económico (invirtiendo en zonas alejadas o en escuelas cuyos alumnos provienen de poblaciones vulnerables, por ejemplo).

<sup>2</sup> Este estudio se elabora a partir de documentos trabajos previos, desarrollados por el Departamento de Estudios y Gestión de la Inversión, con objetivos similares.

## 2 MARCO CONCEPTUAL: RELACIÓN TEÓRICA ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

En 1989, Aschauer incorporó la variable Inversión Pública para explicar el crecimiento económico, encontrando que cerca al 60% de la ralentización (disminución del ritmo de crecimiento o desaceleración) de la economía de los Estados Unidos de Norte América en la década del 70, se originó en la reducción de la Inversión Pública.<sup>3</sup> A partir de este estudio se revitalizó el debate del efecto de la Inversión Pública en el crecimiento económico y en la Inversión Privada. Algunos estudios han encontrado que éstos son importantes, en tanto que otros detectaron un aporte casi nulo o incluso han estimado efectos negativos. En general, hay mayor consenso sobre el efecto positivo de la inversión pública en el crecimiento económico, que sobre el efecto de ésta sobre la inversión privada.

El aporte de la inversión pública al crecimiento económico ha sido ampliamente tratado por la literatura. En general, se destaca que la inversión pública estimula la demanda agregada y que al mismo tiempo demanda bienes privados y genera condiciones para un mayor comercio de estos bienes.

Sobre la relación entre gasto público y crecimiento económico; en general, hay dos líneas de estudio: las que analizan el impacto del gasto público en el crecimiento económico (lo cual incluye gasto corriente e inversión) y aquellos que separan e individualizan el efecto de la inversión pública en el crecimiento. Algunos autores denominan a la diferencia entre inversión pública y gasto público como la diferencia entre inversión productiva e inversión improductiva.

En el primer caso (considerando gasto e inversión en su conjunto) se ha encontrado evidencia tanto de efectos positivos, como de efectos negativos sobre el crecimiento. Esto quiere decir que incrementos en el gasto público pueden generar aumento o reducción en el nivel de actividad económica. Ello depende, fundamentalmente, del tipo de gasto público que se trate, aunque también de la metodología empleada para estimar los efectos, del tipo de país y de otros aspectos (se puntualizan más adelante).

En el segundo caso, es decir para aquellos que han diferenciado entre inversión y gasto (o entre inversión productiva e improductiva), prácticamente todos los estudios han encontrado que hay un efecto inverso entre gasto público no productivo y crecimiento económico. En tanto que para la relación entre inversión pública (o gasto público productivo) y crecimiento económico, por lo general han encontrado una relación positiva, en especial para los países en vías de desarrollo, aunque hay casos que han determinado una relación negativa.

En todo caso, queda claro que ya existe un efecto de la inversión pública sobre la inversión privada y si ésta es una relación de complementariedad se configura en un estímulo para el crecimiento de la renta per cápita.

Los elementos que hacen la diferencia en los resultados tienen que ver con varios aspectos, adicionales al tema de diferenciar o no entre gasto público corriente o de inversión y a diferencias obvias como el país (o el número de países considerados) y el periodo considerado. A continuación

---

<sup>3</sup> Utilizando una función de producción tipo Cobb Douglas, Aschauer encuentra que el efecto agregado de la inversión pública sobre la privada es positivo para la economía de Estados Unidos, debido a la dominancia que tiene el mayor retorno a la inversión que implica una mayor infraestructura. A pesar que la metodología aplicada presentó varias críticas asociadas a la utilización de series no estacionarias y a sus especificaciones, fue el primer intento de estimación del efecto de la inversión pública sobre la privada. David Alan Aschauer "Is Public Expenditure Productive?".

se presenta una síntesis de aspectos que influyen en los resultados obtenidos por distintos autores. Así, podemos decir que algunos autores:

- Toman en cuenta el origen del financiamiento del gasto/inversión pública, si es con impuestos o deuda; en cambio, los demás no hacen distinción alguna sobre la fuente del financiamiento.
- Trabajaron con muestras de varios países encontraron diferencias entre el comportamiento de países “en desarrollo” y de “países desarrollados”. En general, encontraron mayor impacto de la inversión pública sobre el crecimiento económico en los países en desarrollo, en tanto que esta relación es baja e incluso nula en los países desarrollados. En tanto, otros autores trabajaron sólo con un país o no hicieron distinción para sus conclusiones cuando combinaron un conjunto de países en su análisis.
- Midieron la relación de la inversión pública con el crecimiento global de la economía (PIB); en tanto que otros lo relacionaron a nivel de PIB per cápita.
- Creyeron importante considerar en sus modelos el grado de apertura comercial de las economías analizadas, en tanto que para otros éste no fue un factor a considerar.
- Consideraron relevante si la economía(s) analizada(s) tenía desempleo, subempleo o si estaba en (o cerca de) pleno empleo. Para el resto, esta variable no fue considerada.
- Encontraron resultados diferentes en el corto y largo plazo. Predominio del efecto sustitución en el primer caso y de complementariedad en el segundo.
- Utilizaron distintos modelos para realizar las simulaciones econométricas.

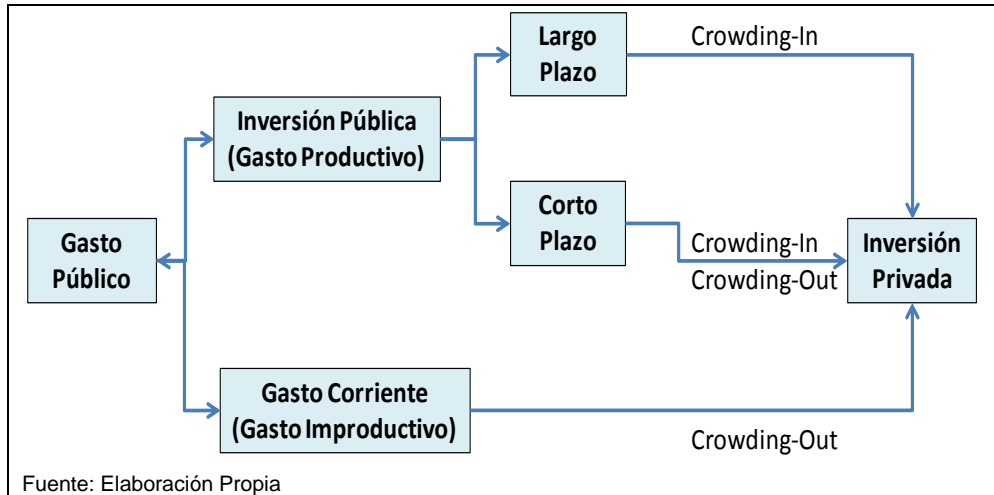
En suma, la literatura destaca el aporte de la inversión pública a la inversión privada (efecto crowding in, o complementariedad) y también la existencia de un efecto desplazamiento (crowding out). En general, se reconoce que ambos están presentes ante un incremento de la inversión pública y lo que interesa es saber el efecto neto total.

Una recolección bastante completa de los resultados de los diferentes estudios realizados la realiza Martínez (2002):

*“La evidencia empírica proporcionada desde diversas aproximaciones metodológicas, aunque no resulta contundente, sí parece indicar un rechazo de la hipótesis de crowding-out en términos netos, es decir, la inversión pública estimula a la privada. Así, Aschauer (1989) encuentra con datos de la economía norteamericana entre 1953 y 1986 que, a pesar de hallarse presentes ambos efectos opuestos, la inversión del sector público ha favorecido la acumulación de capital privado. Erenburg (1993), con un modelo de expectativas racionales, apoya la conclusión anterior, al igual que Easterly y Rebelo (1993) y Erenburg y Wohard (1995). Argimón et al. (1994), bajo distintas especificaciones econométricas, concluyen que la inversión pública mantiene una relación de complementariedad con la privada en el caso de la economía española para el periodo 1965-1990. Odedokun (1997), para una muestra de 48 países en vías de desarrollo y entre 1970 y 1990, proporciona evidencia a favor de la existencia de una relación positiva entre gasto público en capital e inversión privada, sobre todo en un horizonte temporal a largo plazo. Argimón et al. (1997) detectan, con una metodología de datos de panel, que dicha relación también se cumple para 14 países de la OCDE”.*

Con los riesgos inherentes a toda generalización, la Fig. 1 ilustra los principales resultados obtenidos por los distintos autores, según lo que se explicó anteriormente.

**Fig. 1 Síntesis de los resultados de otras Investigaciones**



En cuanto a los modelos econométricos, nuevamente siguiendo a Martínez (op. cit.), las metodologías que han abordado este tema son, en esencia, tres:

- *Estimación de funciones de costo o beneficio y demandas de factores que evidencian la relación entre el producto y la infraestructura, permitiendo definir la naturaleza de la relación entre capital público y privado. Los resultados son homogéneos: La provisión de capital público estimula la demanda de capital privado.*
- *Estimación de modelos VAR que posibilitan que la dirección y el sentido de la causalidad entre variables no sea único, con lo que el capital público no solo ejerce efectos sobre la producción final sino que también puede verse influida por ésta o, mantener una relación de complementariedad o sustituibilidad con el capital privado. La evidencia empírica disponible muestra resultados menos homogéneos.<sup>4</sup>*
- *Modelos macroeconómicos que tratan el efecto expulsión derivado del gasto público (el consumo presente se reduce para financiar la nueva inversión pública, a cambio de un mayor consumo futuro).<sup>5</sup>*

La metodología más aplicada según la literatura reciente, se basa en modelos de vectores autorregresivos (VAR) y modelos de corrección de errores (VEC por sus siglas en inglés). Estos modelos conjugan variables en diferencias y combinaciones lineales de niveles de series estacionarias, lo que permite incorporar la información de la teoría económica en la desviación del equilibrio (variables en niveles), a la vez que se evitan las regresiones espurias y los problemas inferenciales del uso de series no estacionarias.<sup>6</sup>

Algunas experiencias internacionales relacionadas con este tipo de metodología (u otras muy similares) son las siguientes:

- Gutiérrez (1996) utilizando el método de *Regresiones Aparentemente no Relacionadas* (SUR, por sus siglas en inglés) encuentra la existencia de crowding out entre inversión pública y privada para el caso Chileno. Este autor sostiene que no se debe ser tan optimista como para pensar que un país en desarrollo, como Chile, pueda financiarse con créditos en el mercado

<sup>4</sup> Odedokun (1997) y Flores et. al. (1998), por ejemplo, encuentran efectos positivos de la inversión pública sobre la privada.

<sup>5</sup> Ver por ejemplo Barro (1989).

<sup>6</sup> Ver Rendón (2003).

internacional, e inevitablemente una parte mayoritaria del aumento en la inversión tendrá que financiarse a costa de otras inversiones (privadas).

- Serven (1996) estudia el caso de India, desarrollando un *Modelo de Corrección de Errores* donde el stock de capital privado depende del stock de capital público, precio de bienes de capital, stock de crédito bancario en el sector privado y rezagos de estas variables. Encuentra que en el largo plazo, el capital público en infraestructura tiene un efecto positivo en el stock de capital privado, mientras que el capital no relacionado a infraestructura tiene un efecto negativo. Adicionalmente, encuentra una leve evidencia de que la inversión en infraestructura tiene un efecto adverso sobre la inversión privada en el corto plazo.
- Mitra (2006) analiza en profundidad los efectos de corto plazo de la inversión pública en India usando un modelo de *Vectores Autorregresivos Estructurales* (SVAR por sus siglas en inglés), ratificando la existencia de crowding out en el corto plazo.
- De Oliveira y Texeira (2001) encontraron resultados similares para Brasil. Estos autores incluyen a la demanda agregada como determinante importante de la inversión privada, argumentando que valores pasados de esta representa una expectativa de demanda por parte de los empresarios. Sus resultados, basados en parte en un *modelo VEC*, concuerdan con los encontrados para India, manifestando que la existencia de sustitución de inversión privada por inversión pública es correcta sólo para el corto plazo.
- Pereira (2001), a partir de un *modelo VAR* y basado en un análisis de la función impulso respuesta para el caso de los Estados Unidos de Norteamérica, encuentra que a nivel agregado la inversión pública impacta positivamente sobre la inversión privada. Sin embargo, al desagregar los tipos de inversión pública y privada, sugiere que en algunos casos la inversión pública desplaza a la privada, mostrando que los resultados agregados usualmente esconden una gran variedad de efectos.
- González (2007), usando un Modelo de Corrección de Errores, encuentra evidencia de un efecto crowding in en el largo plazo para el caso uruguayo. El autor señala que, dados los resultados obtenidos para Brasil, podrían existir indicios de la presencia de un fenómeno a nivel regional.

El Cuadro 1 sintetiza la evidencia internacional que se acaba de presentar, en relación a modelos que evalúan el efecto de la Inversión Pública sobre la inversión privada, resaltando si el efecto detectado es para el corto o largo plazo.

**Cuadro 1. Principales evidencias internacionales**

Origen	Metodología aplicada	Efecto de la Inversión pública sobre la Privada
Chile - Gutiérrez (1996)	SUR	Negativo
India - Serven (1996)	MCE	Positivo (infraestructura). Negativo (no infraestructura) en el largo plazo
India - Mitra (2006)	SVAR	Negativo a corto plazo
Brasil - Oliveira y Texeira (1999)	MCE	Negativo a corto plazo
Estados Unidos - Pereira (2001)	VAR	Positivo a nivel agregado
Uruguay - González (2007)	VAR	Positivo a largo plazo

Fuente: Elaboración Propia

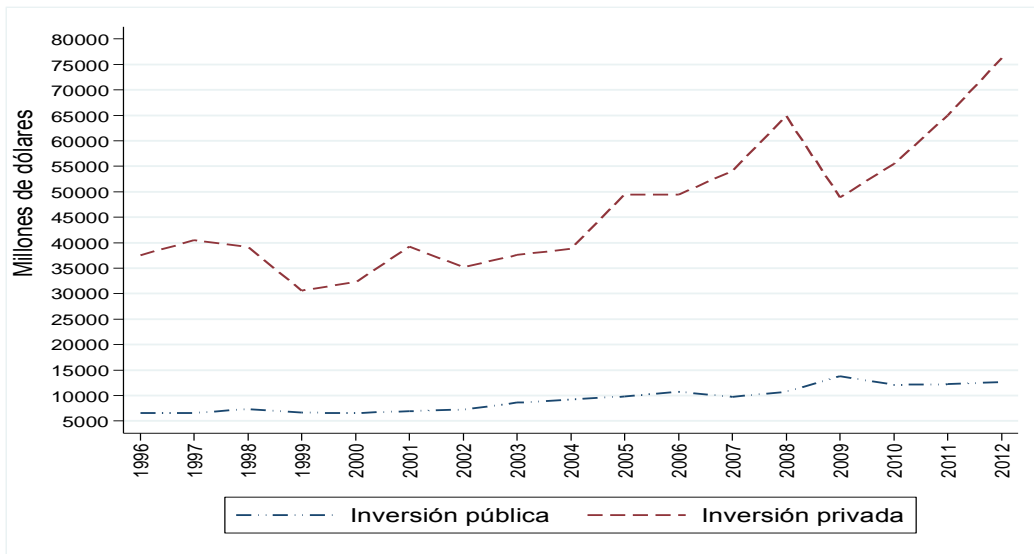


### 3 EVIDENCIA EMPÍRICA: TRAYECTORIA DE LA INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA EN CHILE

Esta sección analiza la trayectoria de la inversión pública y privada en Chile para el periodo 1996-2012, bajo tres perspectivas: trayectoria anual observada, representación del logaritmo neperiano de sus valores y variación porcentual.<sup>7</sup>

**Trayectoria del nivel de Inversión Pública y Privada.** La Fig. 2 ilustra la trayectoria de la inversión pública y privada en Chile en el periodo 1996-2012. Los datos provienen del Ministerio de Desarrollo Social para el caso de la Inversión Pública y del Banco Central de Chile para la Inversión Privada y están expresadas en millones de dólares constantes del año 2012. Por lo que sus variaciones son reales, es decir, están aisladas del efecto precio.<sup>8</sup>

Fig. 2: Evolución de la Inversión Pública y Privada (En millones de US\$ de 2012)



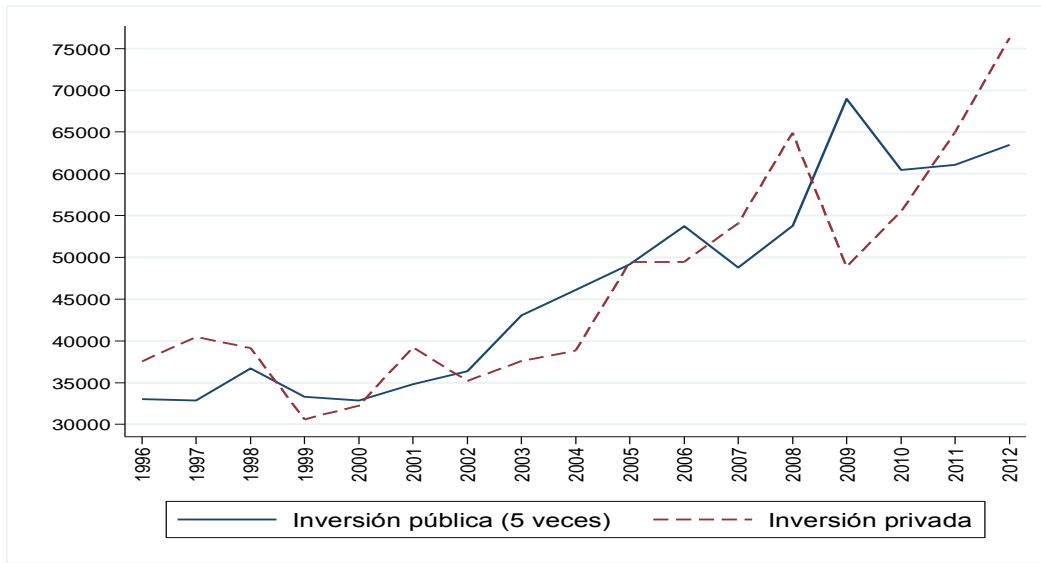
Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, Banco Central de Chile

La diferencia en el nivel (magnitud) de la Inversión Pública y Privada no permite visualizar adecuadamente la similitud en la trayectoria de estas variables, por lo que se ha construido la Fig. 3, que muestra la representación gráfica de la Inversión Privada y un múltiplo de la Inversión Pública (5 veces), solo para efectos de reflejar con mayor claridad la similitud en su trayectoria.

<sup>7</sup> Una representación logarítmica es una representación gráfica de una función o de un conjunto de valores numéricos, en la que el eje de abscisas y el eje de ordenadas tienen escala logarítmica. En otras palabras, representa la misma relación entre los números, pero en una escala diferente, que en este caso permite una mejor comparación visual de las series de inversión pública y privada en Chile.

<sup>8</sup> Ministerio de Desarrollo Social. "Informe Anual de Inversión Pública 2012".

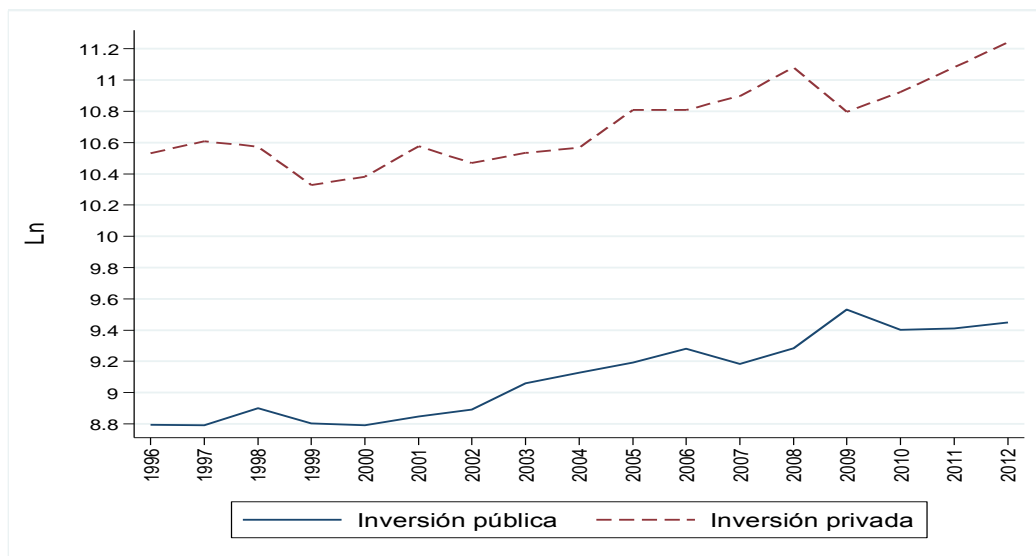
**Fig. 3: Evolución de la Inversión Pública y Privada (En millones de US\$ de 2012)**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, Banco Central de Chile

Otra manera de ver la relación entre inversión pública y privada es ver su trayectoria bajo otro eje, que permita su comparación visual. Para ello se ha optado por representar, en la Fig. 4, el Logaritmo Neperiano de cada una de estas variables.

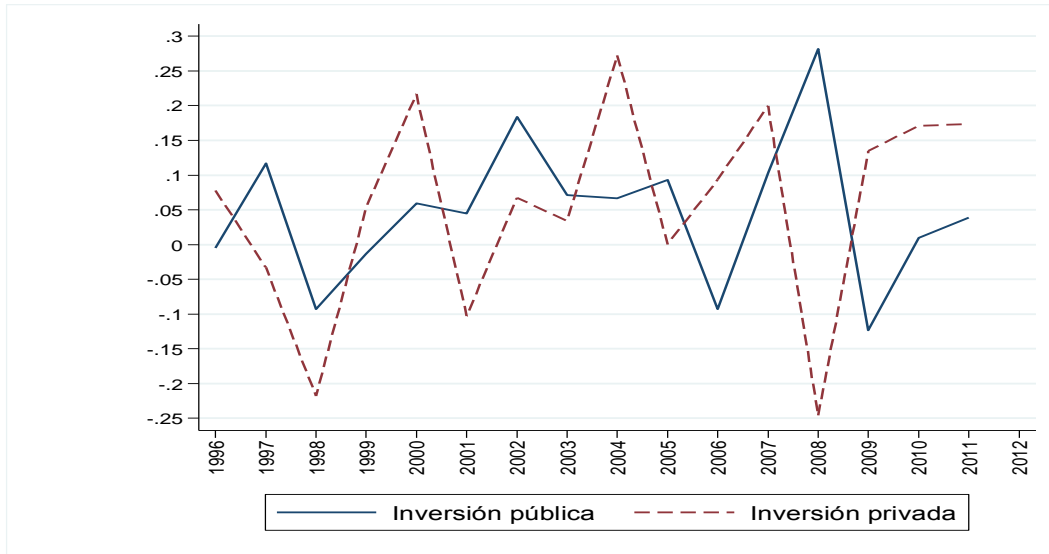
**Fig. 4: Evolución del Logaritmo Natural de la Inversión Privada y Pública**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, Banco Central de Chile

Otro ejercicio que permite visualizar la relación en la trayectoria de estas dos variables (Inversión Pública y Privada), es la de graficar su variación porcentual anual, es decir, cuánto han variado porcentualmente entre un año y otro, lo cual se ilustra en la Fig. 5.

**Fig. 5: Evolución de la variación de la Inversión Pública y Privada (En porcentaje)**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Social, Banco Central de Chile

Los 4 gráficos que se han presentado en esta sección, muestran un comportamiento aproximadamente similar entre la trayectoria de la Inversión Pública y de la Inversión Privada, aunque en algunos casos o para determinados periodos puede apreciarse la presencia de desfases (rezagos) intertemporales. Esta evidencia gráfica permite intuir la existencia de una relación entre ambas variables, lo que sumado al marco conceptual que explica la interacción entre ellas, respaldan que su comportamiento pueda ser modelado a través del uso de la econometría. Esto se realiza en la siguiente sección.

## 4 EL MODELO: RELACIÓN CAUSAL ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

Esta sección, aplicando la metodología Modelo de Corrección de Errores (MCE) y un enfoque de Cointegración, pretende encontrar relaciones de corto y largo plazo entre la Inversión Pública y Privada, para el caso chileno en el periodo 1996-2012. A continuación se especifican las características del **modelo**, los **datos** utilizados, las características de las **variables**, se explicita la **metodología** utilizada y se despliegan los principales **resultados** obtenidos.

### 4.1 MODELO

El modelo econométrico inicial para identificar la relación entre inversión pública y privada consideró a la inversión privada como una función de: inversión pública, crédito del sistema financiero, deuda externa, nivel de producto, tasa de interés, tipo de cambio y una variable que recoge cambios en el nivel de precios en la economía (deflactor del PIB para el sector Construcción).<sup>9</sup>

$$\text{Inversión privada} = f(\text{Inversión pública, crédito, deuda externa, tasa de interés, nivel de producto, tipo de cambio, deflactor PIB})$$

Donde:

**Inversión Privada** : **Formación Bruta de Capital Fijo** del sector privado

**Inversión Pública** : **Inversión pública en infraestructura** independientemente del subtítulo presupuestario que la financia

**Crédito** : **stock de crédito**

**Nivel de producto** : **Producto Interno Bruto (PIB)**

**Tipo de cambio** : **Cambio nominal anual** (promedio).

**Deflactor del PIB** : **Deflactor de PIB del sector construcción**

**Deuda externa** : **Deuda externa del país**

**Tasa de interés** : **Tasa de interés de colocación de 1 a 3 años**

### 4.2 VARIABLES

**Inversión privada.** Está representada por la *Formación Bruta de Capital Fijo* del sector privado y refleja la variación anual del stock de capital en el sector privado.

**Inversión pública.** Corresponde a la inversión pública en infraestructura y representa la variación en el stock de capital, financiado por el sector público.

**Crédito.** Está representada por la variación en el *stock de crédito*. Su inclusión como variable relevante se realiza siguiendo a Servén (1996) y a Ribeiro y Teixeira (2001). Estos autores señalan que al disponer de recursos crediticios se viabiliza la decisión de invertir, cuando la capacidad de los

<sup>9</sup> Esta selección de variables es coincidente con Ribeiro y Teixeira (2001), según los cuales las variables relevantes para determinar la inversión privada en países emergentes son: Inversión pública, tasa de interés, magnitud deuda externa, tipo de cambio y estabilidad macroeconómica.

inversionistas para financiar sus proyectos con recursos propios es insuficiente. Así, se constituye en una variable proxy de inversión futura.

**Nivel de producto.** Está representada por el *Producto Interno Bruto (PIB)* que actúa como una expectativa de demanda de los inversionistas (de Oliveira y Teixeira, 1999). Es de esperar, que un mayor nivel de producto en periodos anteriores e incluso en el presente genere mayores expectativas de demanda en los empresarios, que los llevaría a invertir en capital para poder satisfacer el aumento de demanda.

**Tipo de cambio.** Está representado por la serie del tipo de cambio nominal anual (promedio). Esta variable incentiva y ahuyenta inversión al mismo tiempo. Si se deprecia, encarece la adquisición de bienes de capital, desincentivando las inversiones; pero aumenta la competitividad de las exportaciones incentivando mayor inversión. Una apreciación del tipo de cambio provocaría el efecto contrario.

**Deflactor del PIB.** El modelo incorpora esta variable explicativa como una proxy relacionada con la evolución del nivel de precios en la economía, aunque se refiere sólo a los precios del sector Construcción. El nivel de precios es un factor de incertidumbre para los inversionistas, quienes pueden estar reacios a invertir en periodos de alta inflación, debido a los altos costos de ajuste y, lo contrario para periodos de inflación moderada o baja. Además, los retornos asociados a la inversión disminuyen en periodos donde la inflación efectiva es mayor a la esperada.

**Deuda externa.** Está incorporada mediante la serie de deuda externa contraída por el país en un año. Esta variable es también una proxy de inversión futura, puesto que es otra posible fuente de financiamiento de la inversión.

**Tasa de Interés.** Está representada por la serie tasa de interés de colocación de 1 a 3 años del Banco Central de Chile. Refleja el costo de endeudarse para invertir.

### 4.3 DATOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Se utilizaron series anuales que abarcan el periodo 1996-2012. Los datos provienen del Banco Central de Chile, a excepción de la serie de Inversión Pública, que proviene del Ministerio de Desarrollo Social (MDS).<sup>10</sup> Esta serie constituye la inversión pública total del país.<sup>11</sup>

Los datos utilizados en este trabajo se presentan en el Anexo I.

### 4.4 METODOLOGÍA.

En este trabajo se ha aplicado un **Modelo de Corrección de Errores (MCE)** y un enfoque de cointegración, de manera de encontrar relaciones de corto y largo plazo. Las ventajas de la metodología VAR son que permite eliminar relaciones espurias debido a la no estacionariedad de las variables y que posibilita encontrar relaciones entre las variables en diferentes horizontes de tiempo. Por otra parte, el enfoque de cointegración permite detectar la existencia de auténticas relaciones de causalidad entre las variables (que son series de tiempo).

Los pasos metodológicos aplicados fueron los siguientes:

<sup>10</sup> Ver Ministerio de Desarrollo Social. Op.Cit.

<sup>11</sup> Incluye la inversión del sector público en el financiamiento de viviendas nuevas, por ejemplo.

- a) Análisis del orden de integración de las series mediante los **test de Raíz Unitaria** Dickey-Fuller Aumentado (DFA) y Phillips-Perron. Con esto se busca inspeccionar la estacionariedad de las series, para determinar su orden de integración (las veces que deben ser diferenciadas para que se vuelvan estacionarias).<sup>12</sup> La teoría de cointegración dice que dos series con el mismo orden de integración  $I(a)$  cointegran si una combinación lineal de éstas es una serie integrada de orden  $I(a-1)$ .<sup>13</sup>
- b) Análisis de la existencia de la relación de cointegración entre las series que resultaron ser integradas de orden uno, a través del **método de Engle y Granger** (1987). El método consiste en evaluar la existencia de una combinación lineal estacionaria entre series del mismo orden de integración, que para una estimación MCO (mínimos cuadrados ordinarios) corresponde a evaluar si los residuos resultantes de la regresión son estacionarios. El hecho de que los residuos resultantes sean estacionarios indica que hay cointegración entre las variables, donde los componentes de largo plazo entre estas se relacionan.<sup>14</sup> Este método es de carácter más particular que el método de Johansen, puesto que asume la existencia de un solo vector de cointegración. En este caso la estimación de MCO sería correcta, cuando las variables son integradas del mismo orden y cointegradas.
- c) Determinación del número de vectores de cointegración entre las series, mediante el **método de Johansen** (1988). A partir de la determinación del número de vectores de cointegración, se representa la dinámica existente entre las variables mediante el Modelo de Corrección de Errores.<sup>15, 16</sup>
- d) Mediante el **MCE** se puede encontrar tres aspectos importantes: (i) la dinámica de corto plazo de las series, lo que permite determinar la relación existente entre ambos tipos de inversión en un periodo corto de tiempo; (ii) la dinámica de largo plazo entre las series, con la estimación de los parámetros que definen la ecuación o vector de cointegración; y, (iii) la corrección de la relación actual hacia la de equilibrio de largo plazo, a través del parámetro de ajuste. De este modo, la estimación del MCE permitirá identificar la presencia de un posible efecto crowding-in o crowding-out en distintos horizontes de tiempo.

#### 4.5 RESULTADOS.

En esta sección, se muestran los principales resultados obtenidos, de acuerdo a la metodología expuesta, siguiendo los pasos metodológicos secuencialmente, por lo que se organizan de la siguiente manera: Prueba de Raíz Unitaria; Método Engle-Granger; Método Johansen; y, Modelo de Corrección de Errores.

---

<sup>12</sup> El hecho de que una serie sea estacionaria implica que tiene esperanza y varianza finita e independiente del tiempo.

<sup>13</sup> Entonces, si dos series son  $I(1)$ , cointegrarán en la medida que generen una serie  $I(0)$ , es decir, una serie estacionaria.

<sup>14</sup> Cuando dos series no estacionarias se mueven conjuntamente en el tiempo ocurrirá que la distancia que las separa tendrá propiedades estacionarias.

<sup>15</sup> Engle y Granger (1987).

<sup>16</sup> Al haber más de un vector de cointegración, la interpretación del MCE se vuelve más compleja. Hatano (2010) plantea que al haber más de un vector, es probable que exista una relación causal inversa entre estas variables a la cual se debe prestar atención.

a) **Pruebas de raíz unitaria.** El Cuadro 2 presenta los resultados de los test de Raíz Unitaria (estacionariedad) para todas las series descritas anteriormente. Se consideró un desfase para la regresión de ambas pruebas. Se presentan los resultados de los estadísticos para las series en logaritmo natural y su primera diferencia.

**Cuadro 2. Resultados de test de raíz unitaria**

Variable	DFI	Phillips-Perron
Log inversión privada	-0,30	0,119
Log inversión pública	-0,50	-0,374
Log deflactor PIB (construcción)	1,02	0,777
Log crédito	-1,90	-1,753
Log PIB	0,27	0,354
Log deuda externa	3,09	2,185
Log tipo de cambio	-1,70	-1,894
$\Delta$ Log inversión privada	-4,30	-4,397*
$\Delta$ Log inversión pública	-4,50	-4,826*
$\Delta$ Log deflactor PIB (construcción) <sup>a</sup>	-2,52	-2,6***
$\Delta$ Log crédito	-2,97	-2,966**
$\Delta$ Log PIB	-3,55	-3,550*
$\Delta$ Log deuda externa	-0,90	-0,910
$\Delta$ Log tipo de cambio	-1,97	-2,022
$\Delta^2$ Log deuda externa	-5,06	-4,941*
$\Delta^2$ Log tipo de cambio	-4,11	-4,174*

<sup>a</sup> Se consideró un drift, luego de inspeccionar gráficamente la serie

\* Significancia al 99% de confianza

\*\* Significancia al 95% de confianza

\*\*\* Significancia al 90% de confianza

Los resultados indican que todas las series en nivel son no estacionarias, dado que no se puede rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria al 95% de confianza, es decir que presentan una tendencia en el tiempo (su media y varianza cambian a lo largo del tiempo). Para la primera diferencia de las series, se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria para las variables **inversión privada, inversión pública, deflactor PIB** (considerando un drift), **crédito y PIB**. Para las series **deuda externa y tipo de cambio**, no se rechaza la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria para su primera diferencia, al diferenciarlas una vez más estas se vuelven estacionarias. Entonces, las series inversión pública y privada, deflactor PIB, crédito y PIB son series integradas de orden uno I(1), mientras que las series deuda externa y tipo de cambio son series integradas de orden dos I(2). Por lo tanto, cabría la posibilidad que las series que son I(1) cointegren, es decir, exista una relación de largo plazo entre ellas.

- b) **Método de Engle Granger.** Como se mencionó anteriormente, a través de este método se busca encontrar el conjunto de series I(1) que cointegran. Para esto se estimaron una serie de modelos con diferentes especificaciones entre las variables inversión privada y pública, deflactor del PIB, crédito y PIB (todas en logaritmo).

Realizando pruebas de Raíz Unitaria a los residuos de cada modelo, se encuentran relaciones de cointegración para 5 de los 8 modelos seleccionados. No obstante, los resultados indican que para 2 de ellos, la inversión pública tuvo un efecto positivo en el largo plazo sobre la inversión privada. Sin embargo, debemos tomar estos resultados con cautela, puesto que hemos asumido que solo existe un vector de cointegración, lo que en definitiva hace que solo hayamos estimado una de las posibles ecuaciones de largo plazo entre las variables para cada uno de los modelos estimados.

Por otra parte, se identificó la existencia de colinealidad entre las variables de los modelos, que indicaban un efecto negativo de la inversión pública sobre la inversión privada, existiendo síntomas como un nivel de ajuste ( $R^2$ ) alto, no significancia en los parámetros, signos diferentes a los esperados y alta volatilidad en las estimaciones ante pequeños cambios en la especificación del modelo. Lo anterior se reafirmó llevando a cabo pruebas de multicolinealidad.

Debido a lo anterior, se opta por una especificación más reducida de la ecuación de cointegración de la inversión privada y pública, evitando los problemas que ocasiona la multicolinealidad. Se escogen dos modelos, dado que los 3 modelos restantes presentaron problemas de multicolinealidad. Uno de los modelos seleccionados incluye sólo inversión pública como variable explicativa, mientras que el segundo modelo contempla inversión pública y deflactor del PIB en Construcción como variables explicativas.

La solución de largo plazo para el Modelo 1 viene dada por:

$$\text{Inv. privada} = 4.012 + 0.843 \text{ Inv. pública}$$

Mientras que la solución de largo plazo para el Modelo 2 está dada por:

$$\text{Inv. privada} = 13.261 + 0.011 \text{ Inv. pública} + 0.804 \text{ deflactor PIB}$$

A simple vista el modelo 2 podría presentar problemas, considerando que el coeficiente de inversión pública no es estadísticamente significativo, y además es muy diferente al correspondiente del modelo 1. Aún así, se considera este modelo para aplicar el Método de Johansen y el MCE, puesto que en la especificación del VAR en que se basa el MCE (considerando desfases de las variables) podría mejorar la estimación de este modelo.

- c) **Método de Johansen.** El objetivo de realizar el método de Johansen es determinar, además de la existencia de cointegración entre las variables (analizado en el punto anterior), el número de



vectores de cointegración. Una vez definido el número de vectores, se podrá desarrollar el MCE, y así establecer las dinámicas de corto y largo plazo.

El MCE es una representación que nace a partir de la especificación de un Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR). Para la especificación del VAR, se debe determinar el número de rezagos óptimo a definir para las variables del modelo, definiendo a estos mediante el uso de criterios de información.<sup>17</sup> Por razones de espacio no se reportan los resultados de estas pruebas. A partir de ellas, se especifican tres rezagos para los modelos 1 y 2.

Una vez definido el número de rezagos, se procede a realizar el test de Johansen. En el Cuadro 3 y en el Cuadro 4 se reportan los resultados del test para los modelos escogidos previamente (Modelos 1 y 2), respectivamente.

**Cuadro 3. Test de cointegración de Johansen (Modelo 1)**

Tendencia: constante		N° de obs = 14	
Muestra: 1999 - 2012		Lags = 3	
Rango máxir	Valor prop	Traza (estadís	Valor crítico (5%
0		23.1880	15.41
1	0.80688	0.1657*	3.76
2	0.01177		

**Cuadro 4. Test de cointegración de Johansen (Modelo 2)**

Tendencia: constante		N° de obs = 14	
Muestra: 1999 - 2012		Lags = 3	
Rango máxir	Valor prop	Traza (estadís	Valor crítico (5%
0		70.0306	29.68
1	0.98427	11.8972*	15.41
2	0.46605	3.1127	3.76
3	0.19936		

Para el modelo 1, se rechaza la hipótesis nula de la no existencia de cointegración (0 vectores de cointegración) en favor de un vector, dado que el estadístico de la traza es mayor al valor crítico. Luego, no se puede rechazar la hipótesis nula de la existencia de un vector de cointegración. El análisis anterior es análogo para el modelo 2.

<sup>17</sup> En particular, la elección del número de desfases para el VAR se realizó en base a los criterios de información de Akaike (AIC), Schwarz (SBIC) y Hannan y Quinn (HQIC).

**d) Resultados del Modelo de Corrección de Errores.** A continuación, se presentan los resultados del MCE para los modelos 1 y 2 (p-values entre paréntesis):

Modelo 1:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Inv. privada}_t = & 0.0063 + 0.66 \Delta \text{Inv. privada}_{t-1} + 0.426 \Delta \text{Inv. privada}_{t-2} - 1.73 \Delta \text{Inv. pública}_{t-1} \\ & (0.785) \quad (0.003) \quad (0.035) \quad (0.000) \\ & - 0.817 \Delta \text{Inv. pública}_{t-2} - 1.967 [\text{Inv. privada}_{t-3} - 1.967 - 0.979 \text{Inv. pública}_{t-3}] \\ & (0.013) \quad (0.000) \quad (0.000) \end{aligned}$$

R<sup>2</sup> = 0.85                      Muestra: 1999-2012  
LM

Modelo 2:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Inv. privada}_t = & -0.005 + 1.183 \Delta \text{Inv. privada}_{t-1} + 0.654 \Delta \text{Inv. privada}_{t-2} - 2.523 \Delta \text{Inv. pública}_{t-1} \\ & (0.826) \quad (0.000) \quad (0.000) \quad (0.000) - 1.502 \text{Inv. pública}_{t-2} \\ & + 0.725 \Delta \text{deflactor PIB}_{t-1} + 1.465 \Delta \text{deflactor PIB}_{t-2} \\ & (0.000) \quad (0.025) \quad (0.000) \\ & -2.871 [\text{Inv. privada}_{t-3} - 4.798 - 0.788 \text{Inv. pública}_{t-3} - 0.124 \text{deflactor PIB}_{t-3}] \\ & (0.000) \quad (0.000) \quad (0.772) \end{aligned}$$

R<sup>2</sup> = 0.94                      Muestra: 1999-2012

Donde las soluciones de largo plazo para los modelos 1 y 2 son, respectivamente:

$$\text{Inv. privada} = 1.967 + 0.979 \text{Inv. pública}$$

$$\text{Inv. privada} = 4.798 + 0.788 \text{Inv. pública} + 0.124 \text{deflactor PIB}$$

Los resultados del MCE para el modelo 1 indican que, en el corto plazo, tanto el primer como segundo rezago de la inversión privada tiene un efecto positivo sobre esta misma variable, aunque el efecto es menor para el segundo rezago. Además, la inversión pública en el primer y segundo desfase tienen coeficiente negativo, evidenciando la existencia de un efecto crowding out en el corto plazo. El parámetro de ajuste se muestra negativo y estadísticamente significativo, reafirmando que las series cointegran.

La ecuación de largo plazo muestra un efecto de complementariedad entre la inversión pública y privada, mostrando que a pesar de que en el corto plazo la inversión pública desplaza a la privada, en el largo plazo estas se relacionan positivamente.

Para el modelo 2, los coeficientes de corto plazo para la inversión pública y privada tienen el mismo comportamiento que el modelo 1, evidenciando la existencia de un efecto desplazamiento (crowding-out). Al igual que en el modelo 1, el parámetro de ajuste es estadísticamente significativo y negativo.

Los coeficientes del primer y segundo rezago de la primera diferencia del deflactor del PIB (sector Construcción) son positivos y estadísticamente significativos. Pareciera ser que aumentos en la inflación no provocaron caídas en la inversión privada en el periodo en cuestión.

La ecuación de largo plazo del modelo 2 reafirma lo encontrado para el modelo 1: En el largo plazo la inversión pública afecta positivamente la inversión privada (efecto crowding-in).

Posterior a la estimación se realizaron una serie de pruebas con el objetivo de corroborar el cumplimiento de las especificaciones de MCE. Se probó que los residuos no estuvieran autocorrelacionados, que estuvieran distribuidos normalmente, y que estos fueran estacionarios (estables); obteniendo que el modelo 1 estaba bien especificado (no autocorrelación, normalidad y estacionareidad), mientras que el modelo 2 tiene problemas de autocorrelación en los residuos, por lo que es descartado.

## 5 CONCLUSIONES

No es posible ser taxativo en cuanto a la relación que existe entre la inversión pública y la privada en Chile y si ésta es consistente y perdurable en el tiempo, debido a que el número de observaciones disponibles es insuficiente para una respuesta concluyente. Para ello, se requerirían una mayor disponibilidad de datos, tanto en términos de acceso (variables para los cuales no se pudo obtener información), como de desagregación y de extensión (duración) de las series. No obstante, los resultados obtenidos en el presente documento, vinculados al periodo 1996 - 2012, sugieren aspectos importantes:

- El principal hallazgo es que a nivel agregado la inversión pública desplaza a la inversión privada en el corto plazo (*crowding-out*), mientras que en el largo plazo se produce un efecto de complementariedad entre la inversión pública y la privada (*crowding-in*). En ambos casos se refiere a efectos netos, toda vez que estos efectos se producen de manera simultánea.
- Las estimaciones indican un efecto negativo con al menos dos periodos de rezago de la inversión pública sobre la inversión privada, lo que quiere decir que incrementos de la inversión pública retrasan la inversión privada, quedando como interrogante determinar el rezago en que comienza a materializarse el efecto complementario (incremento de la inversión privada consecuente) que se observa en el largo plazo.

Para lograr identificar individualmente cada efecto, es importante definir aquellos tipos de gasto en inversión pública (infraestructura, industria u otros) que generan tanto un efecto positivo como negativo sobre la inversión privada, así como aquellos tipos de inversión en el sector privado que se ven más o menos afectados (maquinaria y equipos o construcción). Este es un punto que se aborda en la literatura pero que por razones de disponibilidad de datos este artículo no pudo considerar.

Series más largas y con la posibilidad de hacer un análisis por sector permitirían concluir con mayor precisión y detalle. Sin embargo, no fue posible conseguir datos con ese nivel de detalle para Chile.

El desarrollo de este tipo de estudios, que cuenten con series de tiempo extensas y desagregadas, permitiría la generación de directrices para reorientar la inversión pública hacia aquellos sectores que provoquen un máximo efecto de complementariedad entre ambos tipos de inversión, favoreciendo el crecimiento económico en Chile.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y GESTIÓN DE LA INVERSIÓN  
DIVISION DE EVALUACION SOCIAL DE INVERSIONES

ANEXO I

Año	Inversión privada (MM\$ 2012)	Inversión pública (MM\$ 2012)	Deflactor del PIB sector Construcción (referencia 2008)	Stock de colocaciones	PIB (MM\$ 2012)	Tipo de Cambio Nominal (promedio anual)	Deuda externa (millones de USD, 2012)
1996	18.273.906	3.214.027	58,47	399.415	70.979.467	412,22	46.885
1997	19.699.604	3.198.679	63,54	458.901	75.668.073	419,25	48.820
1998	19.051.896	3.572.731	61,48	516.133	78.112.816	460,32	52.136
1999	14.897.559	3.241.043	57,87	532.088	77.518.491	508,9	53.807
2000	15.696.360	3.196.989	54,38	541.243	80.998.355	538,87	55.422
2001	19.097.994	3.386.355	57,12	563.569	83.733.701	634,43	55.455
2002	17.131.143	3.538.718	59,17	562.613	85.562.537	689,24	56.885
2003	18.288.093	4.189.537	67,49	585.664	88.913.947	691,54	58.738
2004	18.908.858	4.487.270	66,81	608.972	94.285.317	609,55	58.412
2005	24.063.340	4.785.744	67,73	668.804	99.527.064	559,86	59.853
2006	24.073.003	5.231.086	77,25	738.205	104.095.306	530,26	61.282
2007	26.323.585	4.745.980	84,22	778.808	108.883.986	522,69	64.912
2008	31.585.548	5.238.469	100	828.614	112.871.673	521,79	71.221
2009	23.792.482	6.714.355	110,33	860.365	110.973.297	559,67	79.224
2010	27.003.161	5.887.839	113,74	853.461	116.741.841	510,38	89.897
2011	31.624.947	5.946.070	117,84	912.083	123.657.275	483,36	101.710
2012	37.111.133	6.176.539	127,94	910.639	130.526.894	486,75	117.776

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agosin, Manuel (1996). "A Tale of Two Regions: Investment in Latin America and East Asia." *Estudios de Economía*, Vol. 22, 45-71.
- Aschauer, David (1989). "Is public expenditure productive?" *Journal of Monetary Economics*. Federal Reserve Bank of Chicago, Chicago, IL 60690, USA.
- Barro, Robert J. (1989): "The neoclassical approach to fiscal policy", en Barro, R. J. (Ed.), "Modern business cycle theory, Harvard University Press, Cambridge".
- De Oliveira, Bruno y Teixeira, Joanillo (1999). "Impacto de la inversión pública sobre la inversión privada en Brasil: 1947-1990". *Revista CEPAL* N° 67, pp. 71-80.
- Engle, Robert y Granger, Clive (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*", Vol. 55, No. 2 pp. 251-276.
- Flores de Frutos, R.; Gracia-Díez, M., y Pérez-Amaral, T. (1998): "Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy".
- González, Federico (2007). "Inversión Pública e Inversión Privada en el Uruguay: ¿Crowding-in o Crowding-out?". *Revista de Ciencias Empresariales y Economía*, pp. 99-135, año 6. Universidad de Montevideo.
- Gutiérrez, Héctor (1996). "Estimación del factor de crowding out entre inversión pública y privada para Chile". *Estudios de Economía*, Vol. 23, N° 1, pp. 1-29.
- Hatano, Toshiya (2010). "Crowding-in Effect of Public Investment on Private Investment". *Public Policy Review*, Vol. 6, No1. 1.
- Johansen, Soren (1988). "Statistical Analysis of Cointegration Vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, 231-254.
- Martínez López, Diego. (2002). "Tres ensayos sobre inversión pública". Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid". N° 4/02
- Ministerio de Desarrollo Social (2012). "Informe Anual de Inversión Pública 2012". División de Planificación, Estudios e Inversiones, Departamento de Estudios y Gestión de la Inversión
- Mitra, Pritha (2006). "Has government investment crowded out private investment in India?". *American Economic Review*, 96(2): 337-341.
- Odedokun, M. O. (1997): "Relative effects of public versus private investment spending on economic efficiency and growth in developing countries". *Applied Economics*. Vol. 29, Issue 10, 1997.
- Pereira, Alfredo M. (2001). "On the Effects of Public Investment on Private Investment: What Crowds in What?" *Public Finance Review* 29: pp.3-25.
- Ribeiro, Marcio y Teixeira, Joanillo (2001). "Análisis econométrico de la inversión privada en Brasil". *Revista CEPAL* N° 74, pp. 159-173.
- Rendón, Hernando (2003). "Modelos de Corrección de Errores y Cointegración: a propósito del Premio Nobel de Economía". Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Serven, Luis (1996). "Does Public capital Crowd Out Private Capital? Evidence from India". *World Bank, Policy Research Department, Macroeconomics and Growth Division*.