



Informe Final_{v4}

**Determinación de Indicadores de Impacto de la
Infraestructura Social del Ministerio de Obras Públicas: un
análisis complementario**

**Dirección de Planeamiento
Ministerio de Obras Públicas**

**Departamento de Economía
Universidad de Chile**

2003



Índice del documento

| | |
|---|-----------|
| I. Introducción..... | 3 |
| II.1 Organización del Informe..... | 7 |
| II. Efecto de la inversión en obras públicas sobre el crecimiento de la economía: análisis macroeconómico..... | 9 |
| II.1 Introducción | 9 |
| II. 2 Los datos | 13 |
| II.3 Resultados Nivel País..... | 16 |
| II.3.1. Sobre conceptos básicos | 17 |
| II.3.2. Análisis con modelo de crecimiento usual: modelo de crecimiento exógeno | 22 |
| II.3.3. Análisis complementario: modelo de crecimiento endógeno..... | 31 |
| II.4 Resultados Nivel Regional..... | 36 |
| III. Efecto de la inversión en obras públicas sobre el crecimiento de la economía: análisis micro | 40 |
| III.1 Introducción | 40 |
| III.2 Los datos | 41 |
| III.3 Métodos de Estimación: un marco teórico | 44 |
| III.3.1. Modelo de Panel con Efecto Fijo..... | 44 |
| III.3. 2 Estimador de Arellano y Bond: un poco de teoría | 45 |
| III.3.3 Estimaciones de Panel con Variables Instrumentales..... | 46 |
| III. 4 Estimaciones | 50 |
| III.4.1 Estimaciones a Nivel Comunal..... | 54 |
| III.4.2 Estimaciones a Nivel Provincial | 61 |
| III.4.3 Estimaciones a Nivel Regional..... | 67 |
| IV. Conclusiones | 74 |
| V. Los datos MOP 1975 / 2000: una revisión..... | 79 |
| V.1 Generalidades..... | 79 |
| V.2 Inversión en Obras Públicas por Rubro..... | 81 |
| Anexo I: PIB Regional, base año 1986..... | 88 |
| Anexo II. Tipos de Fondos utilizados y existentes por cada año..... | 89 |
| Referencias | 91 |



I. Introducción

En el presente Informe Final se entregan los resultados concluyentes de las investigaciones realizadas para la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas, referidas al análisis de los impactos micro y macroeconómicos que tendrían los desarrollos de infraestructura, tanto a nivel comunal, provincial, regional y nacional¹. Por razones metodológicas que se detallan más adelante, los impactos microeconómicos se estudian a nivel de comunas, provincias y regiones, mientras que los impactos macroeconómicos lo son a nivel de regiones y nacional.

Es importante señalar que las metodologías de análisis para cada tema de interés son completamente diferentes. Por el lado micro, se ha trabajado con métodos de econometría usual para establecer relaciones funcionales entre las variables de inversión y aquellas de empleo e ingresos, esto por tipo de zona considerada. Para el análisis macroeconómico se han utilizado técnicas de series de tiempo para obtener los resultados respectivos.

La necesidad de trabajar con métodos econométricos diferentes viene, básicamente, por las características de los datos. Para el análisis microeconómico se dispone de datos de inversión comunal para el período 1994 – 2000, por lo cual una estimación de modelos de series de tiempo no aplica dado el tamaño de la muestra. Por otro lado, la base de datos de inversión regional está disponible desde 1960 a la fecha, lo que amerita el uso de técnicas de series de tiempo para el estudio. Sobre este punto es importante señalar que el informe que se entrega contempla el uso de los datos desde 1975 a la fecha, esperándose en el futuro ampliar el horizonte tiempo para el análisis del período completo. La razón para lo anterior es simplemente la falta de información adecuada para *deflactar* los datos de inversión de la década del 60. Utilizando los



deflatores usuales (IPC, IPM, PIB, etc.) los resultados que se obtiene son, de manera evidente, poco realistas e inconsistentes².

Las diferencias básicas entre el presente trabajo y lo desarrollado en el estudio “**Apoyo en el proceso de planificación de infraestructura social del Ministerio de Obras Públicas**” realizado por nuestra institución para el Ministerio de Obras Públicas durante el año 2001, son las siguientes:

1. En este trabajo se considera un análisis regional de los efectos de la infraestructura sobre el producto³.
2. En este trabajo se utilizan diversas técnicas econométricas novedosas para analizar los efectos considerados (paneles dinámicos).
3. Se trata el problema de efectos microeconómicos con diversos grados de detalle geográfico, tratando de buscar consistencia en los resultados⁴.
4. En este análisis se incorporaron antecedentes socio – económicos (CASEN) hasta el año 2000, de tal forma que la base de datos utilizada agrega dos años a la muestra.

¹ Como veremos más adelante, a nivel macroeconómico se analizan sólo impactos a nivel regional y nacional. El detalle comunal y provincial se efectúa sólo para el estudio micro de los efectos.

² Como se ha mencionado, el principal problema para utilizar la serie completa viene de no disponer en la actualidad de un deflatores de precios y valores adecuado. Los trabajos donde se hace la corrección del deflatores de moneda son J. Yañez, *Una corrección del IPC durante el período 1971-1973*, publicado por el Departamento de Economía en 1978 y el trabajo de R. Cortazar & J. Marshall, *Índice de precios al consumidor en Chile 1970 – 1978*, publicado en Colección Estudios CIEPLAN N 4, 1980. Sin embargo, al usar los valores allí propuestos, resultan cifras de inversión per cápita que son inconsistentes. Hacer la corrección es un trabajo mayor, que por ahora escapa a los objetivos del trabajo encargado por DIRPLAN.

³ En el trabajo mencionado sólo se realizó un análisis a nivel nacional.

⁴ En el trabajo anterior se analizan sólo efectos regionales.



Con el fin de resaltar, o hacer explícitas, algunas consecuencias importantes de los modelos que se han estimado, en el cuerpo del texto se indica como **Consecuencia de Política**, enmarcando la respectiva afirmación.

A modo de resumen, desde el punto de vista macroeconómico, las principales consecuencias de política que se obtienen en este trabajo, son las siguientes

- un aumento del 1% de la inversión en obras públicas generará un aumento del producto en un 0.123% (todo lo demás constante)
- por cada punto porcentual de aumento en la Inversión Real en Obras Públicas (de ahora en adelante *IROP*) el stock de capital de la economía aumenta en 0.036 %
- un aumento del 1% en la IROP tendrá un efecto sobre la productividad total de los factores cercano al 0.075% lo que afectará en forma directa al nivel de producto y la tasa de crecimiento
- los principales efectos de la inversión en vialidad se encuentran en la Región Metropolitana, seguido por las regiones VI, X y VIII. Por otro lado, en las regiones III, IV, V, VII y IX no se observan efectos significativos. En la II esta elasticidad es superior al 0.5%, mientras que en la XI es cercana a dicho valor (regiones con mayor efecto)
- el impacto de la inversión en arquitectura en general está presente en aquellas regiones donde vialidad no tiene un efecto sobre el producto, exceptuando la I región y la Metropolitana
- la inversión en obras portuarias ha tenido efectos importantes en el producto de las regiones V, IX y principalmente la II



- el efecto de las obras de riego se ha centralizado principalmente en las regiones III, V, VI y VII
- la velocidad de ajuste Inversión – Producto es mayor en las regiones IV, VI, VII, VIII y X, vale decir, una mayor inversión en obras públicas se traduce en un mayor producto regional en un período de tiempo menor en estas regiones que en las otras

Por otro lado, desde el punto de vista microeconómico, las principales consecuencias de política que se desprenden de este trabajo son las siguientes:

- El efecto que tiene la conservación vial sobre el ingreso per cápita promedio comunal es positivo y estadísticamente significativo al 10%.
- la inversión en obras portuarias tiene un efecto positivo, y significativo al 5%, sobre el monto del alquiler imputado comunal, cuestión que también es válido para inversiones en obras hidráulicas, siendo el nivel de significancia de 10%.
- las inversiones en mejoramiento vial presentan un impacto positivo y significativo sobre la tasa de desempleo comunal.
- la inversión en aeropuertos tiene un efecto positivo y significativo al 5% sobre el ingreso per cápita provincial.
- los ítems conservación vial y pequeños aeródromos tienen un impacto positivo y significativo al 1% sobre el ingreso per cápita provincial, los ítems construcción y mejoramiento vial y red secundaria aeroportuaria muestran un impacto negativo.



- mientras que los ítems conservación en vialidad y caletas pesqueras en obras portuarias tienen un impacto positivo y significativo, al 1% y 5% respectivamente, sobre el alquiler imputado provincial. Como contraparte se tiene que el mejoramiento vial presenta un impacto negativo sobre el mismo. Sin embargo, al observar las magnitudes de dichos efectos, se tiene que el neto es positivo.
- a un 5% de significancia, se constata un efecto positivo de la inversión agregada del MOP sobre el ingreso promedio regional.
- a un 5% de significancia, se constata un efecto positivo de la inversión en vialidad sobre el ingreso promedio regional.
- la inversión en obras hidráulicas tiene un efecto negativo y significativo al 10% sobre la tasa de desempleo regional.
- la inversión en aeropuertos y en vialidad, y el ítem *caletas pesqueras* de Obras Portuarias tienen un impacto negativo y significativo al 1% sobre la tasa de desempleo regional.

II.1 Organización del Informe

La organización del documento es la siguiente. En la primera Sección se detallan los resultados de los impactos de la inversión en infraestructura sobre el PIB nacional y regional. En ella se describen la metodología de análisis y se entregan algunas interpretaciones de los resultados obtenidos. En la siguiente Sección se detallan los resultados del análisis microeconómico, donde las variables objetivo son básicamente aquellas de empleo e ingreso.



Finalmente, posterior a una Sección de Conclusiones, se entregan una serie de datos de inversión en infraestructura, que son resultado de un trabajo de sistematización y ordenamiento de los antecedentes provistos por el Ministerio.

Cada sección del estudio es autocontenida, en el sentido que toda la información relevante para una buena comprensión de la misma está incluida en el texto del documento.



II. Efecto de la inversión en obras públicas sobre el crecimiento de la economía: análisis macroeconómico

II.1 Introducción

La fundamentación teórica de los efectos de la infraestructura sobre el desarrollo económico (más concretamente, sobre el Producto Interno Bruto, PIB) no es algo que esté debidamente fundamentado en la literatura. De hecho, el reconocimiento explícito de estos efectos es relativamente reciente, y se ha debido básicamente al desarrollo de los llamados *modelos de crecimiento endógeno*.

Independientemente de los modelos, es relativamente claro que, a priori, debe existir alguna relación causa – efecto entre inversión y producto, esto debido, al menos, a las siguientes razones:

- Los desarrollos en *infraestructura* modifican los *costos de transporte* de mercancías y, por ende, modifican la productividad de las firmas,
- Los desarrollos en infraestructura modifican los tiempos de viaje de las personas, por lo cual sus patrones de demanda por bienes y servicios se puede alterar, debido fundamentalmente a que una mayor disponibilidad de tiempo hace que los individuos modifiquen sus patrones de consumo debido a un cambio en el precio del tiempo (modelo ocio – consumo)
- Por el efecto en los costos de producción, la infraestructura puede alterar la oferta de bienes y servicios en determinada zona (efecto sobre los precios de bienes y consiguientes efectos en la oferta de los mismos).



- Permiten el desarrollo de nuevas actividades productivas al hacer accesible algún insumo relevante, como agua para riego, acceso a zonas abundantes en recursos naturales, etc.

En complemento a lo anterior, en el escenario irreal de que no existiese infraestructura pública, es claro que la economía estaría completamente estancada. Más aún, desde el punto de vista del planificador, normalmente las decisiones de inversión son tomadas sobre la base de expectativas de crecimiento de la economía, de tal forma que uno podría, incluso, especular sobre alguna relación de causalidad entre el producto y la inversión, independientemente de las consideraciones económicas anteriores.

Para establecer alguna relación entre PIB e inversión en infraestructura, en lo que sigue **utilizaremos dos enfoques complementarios**. En primer lugar estudiaremos la problemática desde el punto de vista de un modelo de crecimiento económico usual y luego utilizaremos un modelo de crecimiento endógeno para analizar las eventuales relaciones entre el PIB y la inversión en obras públicas. Las razones para proceder de esta forma son, por un lado, la simplicidad para estimar e interpretar los resultados de los modelos de crecimiento usual y, por otro lado, desde un punto de vista más técnico, viene del hecho que para este tipo de problemas de crecimiento no existe evidencia estadística para rechazar un efecto de la inversión en infraestructura sobre el nivel (valor) del PIB. Como veremos más adelante, los resultados de ambos modelos a estimar son similares, lo que refuerza las conclusiones a que llegaremos en esta sección.

En forma simple, en un modelo de crecimiento usual se considera que las relaciones entre las variables de interés se dan contemporáneamente, de tal forma que no existe una relación dinámica entre ellas que nos permita, por ejemplo, explicar la tasa de crecimiento del PIB en función de las inversiones en infraestructura: se asume que la inversión afecta el valor del producto pero no su tasa de crecimiento.



Contrario a lo anterior, la fundamentación teórica que nos entregan los modelos de crecimiento endógeno para analizar el efecto de la infraestructura sobre el PIB, básicamente parten de la tesis que tales inversiones modifican la función de producción de las firmas y, con ello, las trayectorias de crecimiento. Estas inversiones aparecen formando parte de coeficientes globales que modifican la productividad de las firmas. A diferencia de un modelo de crecimiento estándar, donde el desempeño de las firmas depende básicamente de su stock de capital, **el cual a su vez afecta el nivel de producto y no la tasa de crecimiento de la economía**, en los modelos mencionados se considera que el stock de capital agregado **sí puede afectar tanto el nivel como la tasa de crecimiento del producto**.

Previo a detallar la modelación y los resultados, es importante señalar que a pesar de todo el fundamento teórico existente, la evidencia empírica que nos permita concluir sobre la veracidad o no de los modelos es relativamente escasa, más aún para tratar el tema de los efectos de la inversión en infraestructura sobre el PIB⁵.

Para comenzar nuestro análisis, partiremos de un modelo usual de crecimiento⁶, donde se asume que una firma representativa tiene la siguiente función de producción

$$y_t = A_t k_t^a l_t^{1-a} K_t S_t \varepsilon_t \quad (1)$$

siendo k_t y l_t el capital y el trabajo propio utilizados en la producción, K_t y S_t el stock de capital privado y público agregados respectivamente, A_t una constante de productividad

⁵ Sobre este punto es necesario detallar lo siguiente. A priori, pretender encontrar la relación funcional que ligue PIB e infraestructura es un problema muy pretencioso, por cuanto sólo explicar el PIB en sí mismo es un problema abierto en economía. A lo más, de manera razonable, uno podría pretender encontrar algún tipo de causalidad entre las variables y, eventualmente, encontrar alguna evidencia estadística sobre la significancia de tal o cual componente para explicar el crecimiento de la economía. De esta manera, poniendo en contexto todo lo que sigue, nuestra labor consistirá básicamente en buscar cadenas de causalidad entre las variables y explicar, sobre la base de un modelo de crecimiento muy simple, una eventual relación de largo plazo entre las variables de interés.

⁶ Se presentará la forma más simple del mismo. Una especificación más general y detallada no aporta gran comprensión adicional.



de la firma, ε_t un *shock* tecnológico exógeno a la empresa e y_t el producto de la firma, que agregado nos entregaría como resultado el PIB de la economía.

Formalizando lo antes dicho, en un modelo usual de crecimiento se asume que A_t **no depende** de los valores de capital y trabajo (agregados e individuales), mientras que en un modelo de crecimiento endógeno **se asume una relación funcional** entre dicho coeficiente y las variables de estado agregadas. La forma funcional que se plantea es optativa. En lo que sigue, continuaremos con una forma de tipo Cobb – Douglas.

Si estuviesen disponibles los datos de capital público y privado y los datos representativos para la industria, entonces este modelo se podría estimar directamente: si fuera que se trabaja con uno estándar se asume la exogeneidad de A_t y se procede en consecuencia; si fuese que se desea trabajar en un contexto donde existen endogeneidades en la producción, se asume una forma funcional entre A_t y las variables de stock de capital, a partir de lo cual se procede a la estimación. Sin embargo, en la práctica no se dispone de series de datos largas para stock de capital, ni público ni privado, y además no se dispone de datos de inversión pública y privada por separado, esto para un período largo de años. Por esta razón, con el fin de efectuar nuestras estimaciones, nos veremos forzados a buscar una buena aproximación a los datos, que además obviamente nos permita dar cuenta de los objetivos de la consultoría. Esto quedará claro más adelante, cuando se detallen las técnicas y resultados obtenidos.



II. 2 Los datos

Para construir la serie de Inversión Real en Obras Públicas (IROP) se utilizaron como fuente las diferentes memorias del Ministerio de Obras Públicas. La definición importante, que se aplica para cada uno de los tipos de inversión consideradas, es la siguiente:

$$\text{IROP} = \text{inversión sectorial} + \text{aportes} + \text{fondos de desarrollo regional} + \text{fondo social}$$

Sin embargo, esta definición comienza sólo en la década de los noventa, por lo que es necesario describir la definición que está disponible en los años previos a los noventa y los problemas de homologación que se han encontrado⁷:

- i) En la década de los 80 la inversión sectorial se dividía en sectorial central y sectorial regional. La suma de ambas constituye lo que en la década del 90 es conocido como inversión sectorial. Sin embargo, no existe información de la inversión sectorial central a nivel de regiones para los años 1981 y 1982. Por otra parte, tampoco existe información de la inversión real realizada en la Región Metropolitana⁸.
- ii) No existe una definición de IROP entre los años 1975-1978. En este caso hemos asumido que es equivalente a la descrita anteriormente.
- iii) En la década de los noventa no existe información confiable de la inversión en obras de saneamiento, particularmente entre los años 1990 y 1993 (ver Gráfico

⁷ Para un mayor detalle de la construcción y definición de inversión ver Anexo II.

⁸ De hecho, para obtener información para esta región se utilizaron aproximaciones que se dedujeron de la información presentada en las memorias correspondientes a esos años.



1). Por esta razón, gran parte del análisis estadístico no considerará este ítem de inversión⁹.

En complemento a lo anterior, tal como hemos mencionado, otra limitación de los datos es la ***no disponibilidad de la serie stock de capital privado a nivel de país y a nivel de regiones***. Esto implica que en nuestras estimaciones no se incluirá esta variable. A nivel nacional se utilizará como una aproximación aquella de **formación bruta de capital privado**. Sin embargo, como se dijo anteriormente, esta información no está disponible para las regiones.

En el caso del producto interno bruto, la fuente es el Banco Central, mientras que los datos de empleo fueron obtenidos de Chumacero y Fuentes (2002), para nivel país, y del Banco Central para el nivel regional.

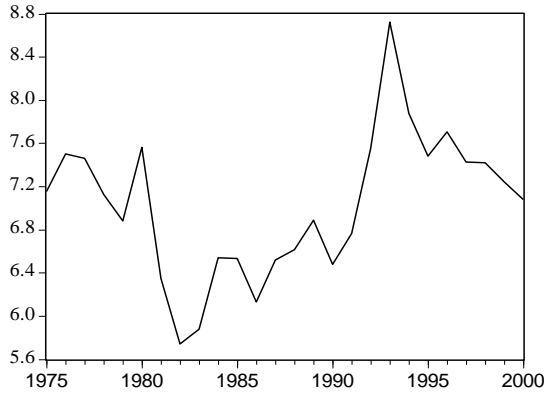
La fuente para la serie de productividad total de los factores (PTF) también es Chumacero y Fuentes (2002), la que fue calculada sólo a nivel país. Cabe destacar que para deflactar la serie IROP se utilizó el deflactor de la formación bruta de capital, lo que es usual para este tipo de problemas.

Finalmente, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos del estudio, los datos de **inversión pública agregada** serán reemplazados (asumidos) por el **IROP**.

⁹ Dentro del ítem Obras de Saneamiento se ha considerado: D. General de Aguas, Planeamiento, Sendos, EMOS, EOS V región y Obras Sanitarias.



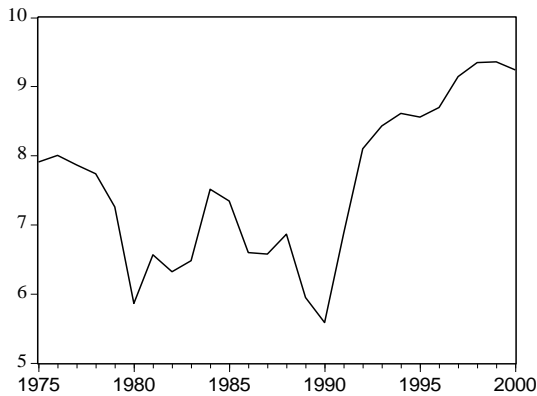
Gráfico 1: Log de Inversión en Obras Públicas 1975 – 2000 (Mill \$ 86) y PIB



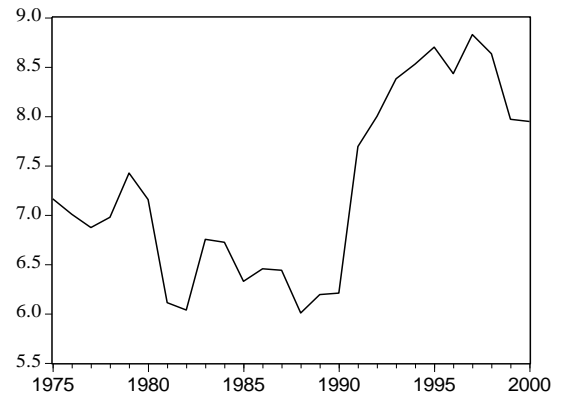
AEROPUERTOS



ARQUITECTURA



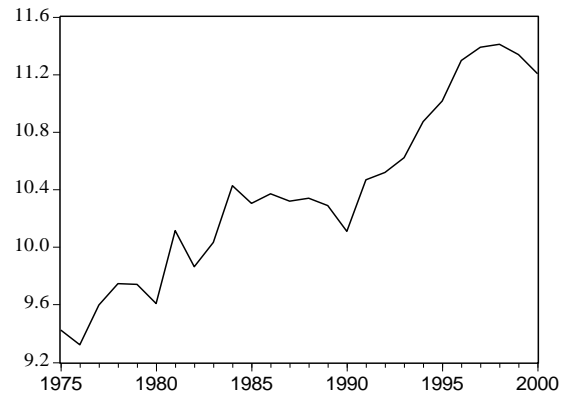
OBRAS HIDRAULICAS



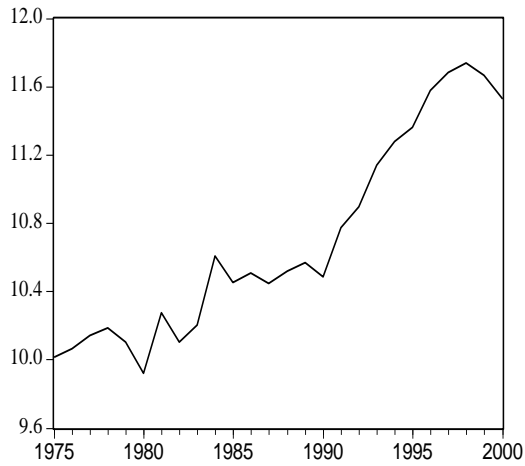
OBRAS PORTUARIAS



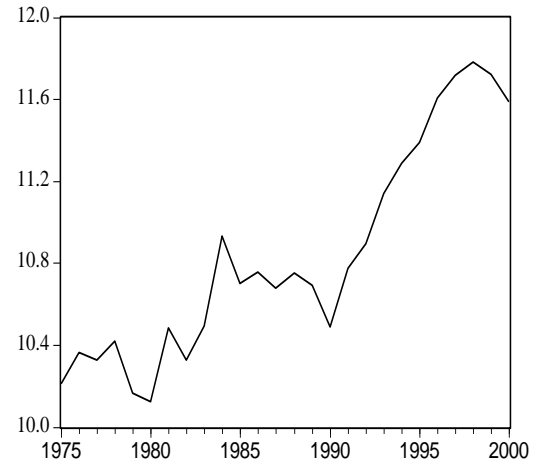
OBRAS DE SANEAMIENTO



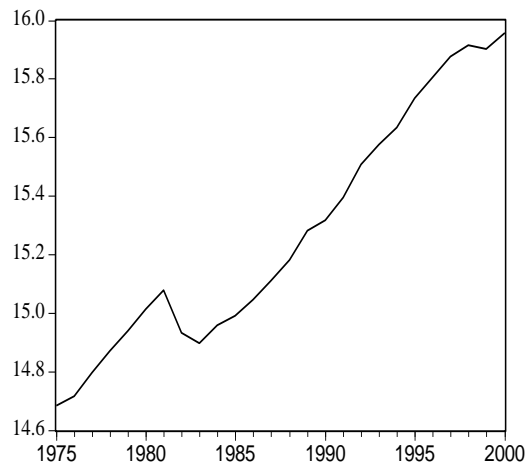
VIALIDAD



INVERSION SIN SANEAMIENTO



INVERSION TOTAL



PRODUCTO INTERNO BRUTO

II.3 Resultados Nivel País.

El objetivo de esta sección es, en una primera etapa, *encontrar relaciones de corto y largo plazo entre el PIB y la inversión en obras públicas* a través de la estimación de un *modelo de corrección de errores*, el cual viene del **modelo de crecimiento antes descrito**.



De esta manera, **en primer lugar se trabajará sobre la base de un modelo de crecimiento usual**, es decir, uno donde la productividad A_t no es afectada por el stock de capital.

En una **segunda etapa** se estudiará si IROP es una variable que afecte el nivel de productividad agregada de la economía, para lo cual se utilizarán parte de los resultados obtenidos en *Chumacero y Fuentes (2002)*. Con esto se pretende dar cuenta del modelo de crecimiento endógeno mencionado en la introducción¹⁰.

II.3.1. Sobre conceptos básicos

Puesto que el objetivo fundamental de todo lo que sigue es *establecer relaciones funcionales* entre diversas *series* (variables) medidas en el *tiempo*, a saber PIB y otras (*inversión* en infraestructura, variables de *capital*, de *empleo*, etc.), necesitamos entonces introducir algunos conceptos teóricos ampliamente utilizados para describir tanto las variables del problema como algunas de sus propiedades que serán de interés posteriormente.

En lo que sigue, genéricamente hablaremos de *series de tiempo* para referirnos a datos que corresponden a variables aleatorias medidas en el tiempo. Tal es el caso de las serie de PIB, Inversión, Empleo, etc., que utilizaremos en nuestros análisis.

¹⁰ Este análisis es complementario al ya realizado. Se considera sólo para efectos de generalidad y de disponer de un enfoque complementario. Las conclusiones que se obtienen en tal modelo serán similares a las ya obtenidas por la metodología más simple.



Un concepto importante que vamos a ocupar es aquel de *estacionariedad*. Se dice que una serie de tiempo es **estacionaria** si su distribución de probabilidades es la misma en cada instante del tiempo¹¹. En caso contrario se dice que la serie es *no estacionaria*.

Ahora bien, debido a la presencia de *tendencia* en el crecimiento¹², normalmente el PIB no es una serie estacionaria: de existir tendencia en el PIB (cosa que se puede apreciar gráficamente debido a que la curva de producto es creciente), se tiene que la media en cada período crecería en el tiempo, por lo cual en cada instante la distribución de probabilidad no sería la misma. Luego, desde el punto de vista econométrico, el estudio de los determinantes PIB se complica enormemente¹³, lo que obliga a utilizar una *maquinaria* diferente a la usual para estudiar las eventuales relaciones funcionales que se puedan dar entre las diversas variables de interés¹⁴.

Los hechos anteriores obligan a introducir algunos conceptos y métodos de estimación *ad hoc* para estudiar el problema del crecimiento económico, lo que es ampliamente utilizado en la literatura sobre el tema. En primer lugar, diremos que una serie de tiempo

¹¹ Para más detalles, se recomienda ver el libro: Alfonso Novales. *Econometría*. Mc: Graw Hill. 1993, capítulo 13. Recordemos que toda variable aleatoria es caracterizada por su distribución de probabilidades, de las cuales la más conocida es la normal.

¹² Es decir, de un patrón de crecimiento, que define una curva a través de la cual evoluciona la serie considerada.

¹³ Informalmente, para aclarar lo que sigue debemos mencionar que la mayor dificultad econométrica que existe en este tipo de problemas viene del hecho que las variables de interés (producto e inversión) pueden tener algún tipo de relación en el largo plazo. Si este es el caso, esta relación contaminaría cualquier método de estimación econométrico, llevando a resultados muchas veces inconsistentes y absurdos. Es por esto que previo a un estudio de serie de tiempo, necesariamente uno debe estudiar el comportamiento de las variables en el largo plazo y luego proceder en consecuencia con las especificaciones de los modelos. Esto es lo que detallamos a continuación.

¹⁴ En complemento, en la mayoría de los modelos de crecimiento económico (modelos que persiguen explicar el PIB y sus determinantes socio – económicos), se asume justificadamente que el PIB (o su tasa de crecimiento) depende a su vez de valores rezagados del mismo, razón adicional por la cual las técnicas usuales de estimación econométrica no aplican para los análisis. Para utilizar métodos de estimación usuales se requiere que las variables explicativas y a explicar sean independientes y que las distribuciones de los errores sean independientes e idénticamente distribuidos, cosa que no se cumple si asumimos que una de las variables explicativas es ella rezagada y, más aún, si existe tendencia en la serie.



y_t es *integrada de orden 1* ($I(1)$) si su diferencia es una serie de tiempo estacionaria¹⁵, es decir, si la serie $[y_t - y_{t-1}]$ es estacionaria (lo que se representará por que $y_t - y_{t-1}$ es $I(0)$). Por otro lado, dadas dos series de tiempo y_t, x_t , *ambas integradas de orden 1*, diremos que son **cointegradas de orden 1** si existe una constante real **a** para la cual la serie de tiempo¹⁶

$$Z_t = y_t - a X_t$$

es estacionaria. El vector **(1, -a)** es el llamado *vector de cointegración*. El concepto de cointegración persigue modelar, y definir, la eventual existencia de *relaciones de largo plazo* entre variables. Note que si z_t sigue siendo no estacionaria la relación entre z_t y x_t es una relación espúrea, es decir, no existe una relación de causalidad entre ambas variables. Esto significa que aunque las series sean no estacionarias ésta no es una condición suficiente para garantizar la existencia de una relación de largo plazo entre ambas series.

Para nuestros efectos, como nuestro objetivo es el análisis del PIB y sus determinantes, dada la naturaleza de los datos debemos entonces analizar la *estacionariedad* del PIB y de las variables explicativas, y con ello estudiar eventuales relaciones funcionales de largo plazo (cointegración) entre las mismas. Todo este análisis se recoge en el estudio de las propiedades del llamado **modelo de corrección de errores**, que en general es una expresión funcional de la forma

$$\Delta y_t = a_0 + \sum_{i=1}^p b_i \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^q \Delta x_{t-i}' c_i + \kappa e_{t-1} + z_t' f + \varepsilon_t \quad (1)$$

donde $e_t = (y_t - x_t' d)$ es una función conocida como *ecuación de largo plazo entre y y las k variables* que aparecen en la expresión (también se usa el nombre de ecuación

¹⁵ Más generalmente, una serie de tiempo es integrada de orden 1 si la diferencia $y_t - y_{t-1}$ admite una representación ARMA estacionaria e invertible. Ver libro de Novales ya citado. La definición utilizada, que es caso particular, es suficiente para nuestros efectos.



cointegradora), x_t' es un vector fila con los regresores (variables explicativas) de la ecuación de largo plazo, $a_0, b_i, c_i, \kappa, d, f$ son los parámetros a estimar y \mathbf{z} un vector de otras variables que pueden afectar en el corto plazo a la variable bajo estudio (PIB): *siempre que se quiera establecer una relación funcional entre dos o más variables no estacionarias, es factible encontrar una representación como la señalada en la ecuación anterior.* De hecho, partiendo de la base que existe cointegración entre las variables, cualquier modelo que pretenda explicar el PIB utilizando sus rezagos y otro conjunto de variables independientes, puede ser representado por una ecuación del tipo (1), obviamente escogiendo los parámetros y variables en forma adecuada. Esta es la importancia de los modelos (tal vez habría que llamarlas *ecuaciones...*) de corrección de error.

Puesto que verificar la cointegración entre las variables de interés se ha convertido en un problema importante, la literatura nos provee de diversos test estadísticos que nos permiten concluir al respecto. Estos test consisten básicamente en estimar una ecuación cointegradora la que luego es evaluada en relación a su estacionariedad. Uno de los más utilizados es *test de Johansen*, ya que permite estimar los parámetros asociados a la ecuación cointegradora¹⁷. En particular, los $(k+1)$ coeficientes asociados a la ecuación (1) pueden escribirse vectorialmente como:

$$\begin{matrix} \cdot y & x_1 & x_2 & \cdots & x_k \\ [\delta_1 & -\delta_2 & -\delta_3 & \cdots & -\delta_{k+1}] \end{matrix}$$

los que luego de ser normalizados por el coeficiente asociado a la variable y , resultan ser:

$$\begin{matrix} \cdot y & x_1 & x_2 & \cdots & x_k & y & x_1 & x_2 & \cdots & x_k \\ [1 & -\delta_2/\delta_1 & -\delta_3/\delta_1 & \cdots & -\delta_{k+1}/\delta_1] = [1 & -d_1 & -d_2 & \cdots & -d_k] \end{matrix} \quad \cdot$$

¹⁶ Es directo definir entonces cointegración entre varias variables, las que a su vez pueden ser vectores.

¹⁷ Siempre es posible estimar la ecuación de largo plazo por Mínimos Cuadrados Ordinarios, sin embargo, este método de estimación exige que las variables independientes sean exógenas, de lo contrario los estimadores resultan ser sesgados e inconsistentes. El método de Johansen, por el contrario no exige dicha condición de exogeneidad.



Esto permite escribir la ecuación cointegradora como $y_t - x_t'd = 0$. Por lo tanto, cada vez que $y_t - x_t'd \neq 0$, es decir, cada vez que no se cumple esta relación de largo plazo entre y_t y x_t , el modelo representado por la ecuación (1) garantiza que existirá un mecanismo que corregirá esta desviación de corto plazo asegurando la convergencia a esta relación en el largo plazo.

Para una mejor comprensión del funcionamiento del mecanismo anterior, volvamos a la ecuación (1). Si $y_t - x_t'd > 0$, esto implica que $y_t > x_t'd$. En consecuencia $e_t = y_t - x_t'd > 0$. Si este *error* se mantiene, es claro que nunca se convergerá a la relación de largo plazo, sin embargo la velocidad de ajuste representada por el parámetro κ asegura que dicho desequilibrio es de corto plazo siempre que $-1 < \kappa < 0$ ya que $\frac{\partial \Delta y_{t+1}}{\partial e_t} = \kappa$. En efecto, cada vez que $e_t > 0$ la variable dependiente, esto es Δy_{t+1} disminuirá el siguiente período modificando la trayectoria de y .

Finalmente, adicional a las ventajas estadísticas que este tipo de modelos presenta, también debemos mencionar su relevancia en términos empíricos, lo que se pueden resumir diciendo que

- la estructura de este tipo de modelos es utilizado en la mayoría de los modelos teóricos y empíricos usados en este tipo de literatura y,
- estos tipos de modelos permiten una clara interpretación económica de parámetros de las ecuaciones.

En el caso del modelo de corrección de errores que vamos a utilizar en este estudio, la especificación es la siguiente:



$$\Delta y_t = \rho_0 + \rho \Delta y_{t-1} + \Delta x_{t-1}' \mathcal{G} + \kappa (y_{t-1} - x_{t-1}' \lambda - \beta(t-1)) + z_t' \delta + \varepsilon_t \quad (2)$$

donde x_t es un vector columna con los regresores de la ecuación de largo plazo (en rigor, una constante, la Inversión, la formación bruta de capital – FBK – y el empleo), λ el vector de parámetros correspondiente a estos regresores, β es el parámetro asociado a la tendencia y z un vector de otras variables que pueden afectar en el corto plazo el crecimiento¹⁸. De esta ecuación se desprende que la relación de largo plazo o ecuación cointegradora a estimar es

$$y_t = x_t' \lambda - \beta t \quad (3)$$

Cabe destacar que esta especificación es consistente con modelos teóricos de crecimiento endógeno como los presentados en Sala-I-Martin (1994) o Yoke (2001).

II.3.2. Análisis con modelo de crecimiento usual: modelo de crecimiento exógeno

A partir de lo anterior, siguiendo con la metodología estándar para estas materias, comencemos entonces encontrando una **relación de cointegración¹⁹ entre PIB e IROP**. La utilización de esta metodología se justifica toda vez que las variables a estudiar sean no estacionarias (integradas de orden 1), cuestión que es casi directo **observado** los gráficos de las mismas. Por lo tanto, previo a la estimación del modelo en sí, se hace necesario verificar el orden de integración de las variables y posteriormente analizar la existencia de una relación de largo plazo entre PIB e inversión pública (conocida como relación de cointegración²⁰).

¹⁸ Debido a que no se encontraron variables estacionarias significativas en su efecto sobre la diferencia del PIB, el vector z es nulo en nuestra estimación

¹⁹ Una relación de cointegración es una relación de largo plazo, que en términos simples establece si dos variables se mueven o no de la misma forma en el largo plazo. La existencia de una relación de cointegración entre dos variables corresponde a decir que ambas variables básicamente fluctúan de la misma manera, razón por la cual, salvo una constante, se puede asumir que son semejantes. Siempre es importante verificar la existencia o no de relaciones de cointegración con el fin de especificar correctamente los modelos que se van a estimar.

²⁰ Se dice que dos variables están cointegradas si existe una combinación lineal entre ellas que sea estacionaria, es decir, integrada de orden cero.



El Cuadro 1 presenta los resultados de diferentes test de raíz unitaria aplicados a la serie PIB y a los distintos tipos de inversión antes mencionados.

Cuadro 1: Test de Raíz Unitaria

| | PP | ZA | | |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|-------------------|
| | | Nivel | Tendencia | Nivel y tendencia |
| PIB | -1.55* | -6.52 | -3.51* | -6.32 |
| Empleo | -1.89* | -2.75* | -3.07* | -2.44* |
| FBK privado | -2.34* | -4.93 | -4.38* | -5.12 |
| Inversión MOP5 (sin saneamiento) | -2.26* | -3.44* | -3.41* | -2.46* |
| Inversión MOP6 (con saneamiento) | -2.32* | -3.22* | -3.34* | -3.10* |
| Inversión MOP Arquitectura | -2.12* | -4.12* | -4.94 | -3.39* |
| Inversión MOP Aeropuerto | -2.32* | -3.51* | -3.40* | -3.35* |
| Inversión MOP O. Portuarias | -1.86* | -5.34 | -5.65 | -3.71* |
| Inversión MOP O. Hidráulicas | -1.80* | -3.52* | -4.47 | -3.80* |
| Inversión MOP Vialidad | -2.72* | -2.47* | -3.32* | -3.48* |
| Inversión MOP Saneamiento | -1.96* | -4.04* | -2.77* | -9.86 |
| Valores críticos 1% | -4.37 | -5.34 | -4.93 | -5.57 |
| 5% | -3.60 | -4.80 | -4.42 | -5.08 |

(*): No es posible rechazar la hipótesis de raíz unitaria al 5%. Todas las series están en logaritmo (natural). PIB y los distintos tipos de inversión están en pesos de 1986. En cada uno de los test presentados la hipótesis nula es que la serie es estacionaria en diferencias, es decir, sigue un proceso de raíz unitaria. En consecuencia, cada vez que el valor del estadístico calculado es mayor que el valor crítico, se dice que se rechaza la hipótesis nula.

La razón de utilizar diferentes test se debe a que los test tradicionales (Dickey Fuller Aumentado o Phillips y Perron) presentan el problema de bajo poder ante la presencia de variables que han sufrido quiebres en nivel o en tendencia, mientras que un test como el de Zivot y Andrews (1992) si considera la existencia de tales quiebres.

De los resultados de la tabla, se puede decir directamente que

la inversión MOP a nivel agregado es estacionaria en diferencias²¹ al igual que la mayoría de sus componentes.

²¹ Por lo tanto, **la serie en sí no es estacionaria**, cosa que no debe sorprender a priori.



Sin embargo, no es claro que se dé lo mismo para el PIB. Por ejemplo, de acuerdo al test de Zivot y Andrews la serie de PIB experimentó un quiebre en su nivel el año 1982, de lo cual se deduce la afirmación. Sin embargo, para todo lo que sigue, que la serie del PIB sea o no estacionaria en diferencia no es un problema mayor dado que de todas maneras será modelada considerando la existencia de una tendencia²².

A partir de lo anterior, el siguiente paso es detectar si existe una *relación de largo plazo* entre las variables (cointegración). Para esto utilizaremos el test de Johansen (1990).

Previo a proceder, es importante destacar que en todas las especificaciones que se presentan en este informe se ha optado por incluir el **empleo** y la **formación bruta de capital privado** (FBK)²³ con el objetivo de especificar mejor el modelo, y así minimizar la existencia de sesgo en el valor de la elasticidad **IROP-PIB**. Por otra parte, al incluir empleo y FBK surge el problema de endogeneidad entre las variables²⁴, ya que es posible que a mayor producto tanto el empleo como la FBK también se vean afectados. Por esta razón es necesario estimar esta relación de largo plazo no como un **proceso univariado** sino como un vector de **corrección de errores multivariado**, donde existirá una ecuación para cada una de las variables endógenas.

²² Para aclarar más el punto: a priori uno normalmente tiene que la serie de PIB es estacionaria en diferencias. Sin embargo, de acuerdo a los diversos tests utilizados, estos no son categóricos en concluir al respecto, lo que nos dejaría en la incertidumbre. Sin embargo, debido al tipo de modelo que vamos a desarrollar, este hecho no es muy relevante. Lo que sí es importante es que la serie de inversión es estacionaria en diferencias, pues ella será una de las variables explicativas del modelo.

²³ La formación bruta de capital privado se obtuvo de la diferencia entre la formación bruta de capital total y la inversión en obras públicas. Si bien ambas variables no son construidas de la misma forma, es necesario aislar el efecto de la inversión pública de la inversión la privada. Se insiste que esta es una aproximación, pues en rigor no disponemos de todos los datos para hacer las estimaciones. De todas formas, los posibles errores que se cometan con esta aproximación no son muy grandes.

²⁴ Se afectan en forma cruzada.



En consecuencia, de todo lo anterior, y considerando que la información de inversión en infraestructura está desagregada en diversos ítems de gasto, en lo que sigue dos son las relaciones de largo plazo que nos han de interesar, a saber²⁵

$$M1 : \quad y_t = \alpha_0 + \alpha_1 I_t + \eta_1 \text{Log}(FBK) + \eta_2 \text{Log}(EMPLEO) + \beta t + u_t$$

$$M2 : \quad y_t = a_0 + \sum_{i=1}^5 b_i I_{it} + \eta_1 \text{Log}(FBK) + \eta_2 \text{Log}(EMPLEO) + \beta t + v_t$$

donde²⁶ y_t es el logaritmo natural del PIB, I_t es el logaritmo natural de la inversión MOP, I_{it} es el logaritmo natural de la inversión por ítems (i corresponde a índice para arquitectura, aeropuertos, vialidad, obras portuarias y obras hidráulicas), $\text{Log}(FBK)$ es el logaritmo de la formación bruta de capital privada y $\text{Log}(EMPLEO)$ aquel de empleo. Note que a_1 representa la relación de largo plazo entre el PIB y la inversión mientras que los parámetros b_i intentan descomponer el efecto de largo plazo que tienen las distintas componentes de inversión pública sobre el PIB. Por otro lado, note que β representa la tasa natural de crecimiento del producto también en el largo plazo. Es importante insistir que, como se ha mencionado, en todas las especificaciones que se presentan en este informe se ha optado por incluir las variables *empleo* y *formación bruta de capital privado* (FBK) con el objetivo de especificar mejor el modelo y minimizar la existencia de sesgo en el valor de la elasticidad IROP-PIB.

²⁵ Toda vez que se plantea la relación de largo plazo (M1 y M2), con el fin de aplicar la técnica de Johansen para el estudio de las cointegraciones, implícitamente quedan definidas una serie de ecuaciones que ligan a cada una de las variables con el resto y sus rezagos. Estas relaciones vectoriales son las que se estiman separadamente para concluir sobre el tema. No se entrega el detalle de las especificaciones sino más bien los resultados. En el modelo **M1** se considera una relación entre PIB e inversión pública agregada (sin distinguir por tipología), mientras que en el modelo **M2** se considera el efecto de la inversión pública desagregada sobre el producto.

²⁶ Note que, de acuerdo a los conceptos definidos en la sub - sección anterior, en M1 se tiene que $[a_0 \ a_1 \ \eta_1 \ \eta_2]$ corresponde al vector de parámetros λ asociado a las variables $[1 \ I_t \ FBK_t \ EMPLEO_t]$. El subíndice “ i ” indica el tipo de inversión (arquitectura, vialidad, obras portuarias, obras de riego y aeropuertos).



Con el fin de estimar **M1** y **M2**, desafortunadamente el test (y método) de Johansen no es aplicable para **M2**, dado que el número de observaciones es muy pequeño para hacer el cálculo²⁷. Esto nos obliga a utilizar otra metodología de estimación que permita utilizar un mayor número de observaciones y lo anterior se logra utilizando la dimensión transversal, esto es, la información de regiones. Siguiendo a lo presentado en Baltagi y Kao (2000), es posible estimar una ecuación de largo plazo utilizando datos de panel, cuestión que se detalla más adelante.

Así, estimando en forma adecuada la ecuación de M1 usando Johansen, los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Cuadro 2 Representación de Largo Plazo M1

| | |
|---|-------------------------------|
| a_1 | 0.123 (2.634) |
| η_1 | 0.040 (0.855) |
| η_2 | 0.293 (1.265) |
| β | 0.040 (5.07) |
| Test Johansen | Estadístico v.crítico 1% |
| Hip. Nula: Ninguna ecuación cointegradora | 87.82 70.05 |
| Hip. Nula: 1 ecuación cointegradora | 36.40 48.45 |

Los valores entre paréntesis corresponden al test t. El test de Johansen se estimó con un rezago. Cada vez que el valor del estadístico calculado es mayor que el valor crítico, se dice que se rechaza la hipótesis nula. Por simplicidad no se presenta el estimador de la constante (10.45). Adicionalmente el concepto de R cuadrado pierde validez para estimaciones que no son realizadas por Mínimos Cuadrados Ordinarios.

²⁷ El test de Johansen implica estimar un vector autoregresivo donde para cada variable endógena existe una ecuación. En el modelo 2 existen 8 variables endógenas con 7 parámetros cada una por lo que es imposible obtener el test. Por otra parte, no es claro que el PIB no afecte a la variable inversión, por esta razón, y como se explicó anteriormente, Mínimos Cuadrados Ordinarios no entrega estimadores insesgados y consistentes.



A partir de los resultados obtenidos del Modelo 1, la **principal conclusión** que se tiene es la siguiente

Consecuencia de Política 1

un aumento del 1% de la inversión en obras públicas generará un aumento del producto en un 0.123% (todo lo demás constante). Sin embargo, el coeficiente asociado a la formación bruta de capital privado es bajo, y no significativo, mientras que el asociado al empleo es sólo significativo con un 90% de confianza²⁸.

Notemos que de acuerdo a los resultados de M1 se rechaza la hipótesis que el parámetro asociado a la tendencia es igual a cero, por lo cual se comprobaría que las series son no estacionarias, lo que ex post justifica el uso de la metodología empleada.

Como hemos mencionado, el siguiente paso es estimar las ecuaciones de cointegración, pero desagregando la inversión en sus distintos ítems. La alternativa a considerar contempla recuperar los coeficientes utilizando información de corte transversal, es decir, a **nivel de regiones**. Con dicho panel de datos es posible estimar una ecuación cointegradora, utilizando los estimadores de Mínimos Cuadrados Ordinarios los que luego deben ser corregidos por el sesgo e inconsistencia que se genera en los estimadores cuando las variables independientes no son exógenas²⁹.

Los resultados de esta estimación se presentan en el Cuadro 3. A partir de la ecuación estimada se calculan los errores los que posteriormente son utilizados para evaluar la existencia de cointegración utilizando el test de Pedroni (1999). Los resultados de este

²⁸ Puesto que $a_1 = 0,123$ según el Cuadro 2, y este coeficiente acompaña a la variable I_t en la ecuación M1, corresponde entonces a la elasticidad inversión – producto. Luego la lectura entregada.

²⁹ Existen otras formas de estimar la relación de largo plazo en paneles tales como Fully Modified o Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos. Sin embargo, los resultados que se presentan en este estudio no cambian considerablemente al utilizar dichas metodologías.



test muestran que la hipótesis de no cointegración en el panel es rechazada. Adicionalmente, la variable inversión asociada a aeropuerto fue eliminada de la estimación ya que resultó ser no significativa.

Cuadro 3: Representación de Largo Plazo M2

| Variable | Coeficiente | |
|-----------------------------|-------------|---------|
| Arquitectura | 0.029 | (2.82) |
| Vialidad | 0.025 | (2.00) |
| Riego | 0.015 | (2.41) |
| Obras portuarias | 0.025 | (3.54) |
| Empleo | 1.17 | (14.96) |
| R cuadrado ajustado | 0.89 | |
| Test Pedroni (1999) | Test | pvalue |
| Ho: no existe cointegración | 6.107 | 0.00 |

NOTA: No fue posible incluir la formación bruta de capital ya que dicha información no está disponible para regiones. El modelo fue estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios a los que posteriormente se les resta el sesgo asintótico. El modelo fue estimado con efecto fijo en la constante (existen 13 constantes distintas) y sin tendencia. Por esta razón, no se reportan sus valores. Para un mayor detalle ver Baltagi y Kao (2000)

Note que ambas estimaciones (M1 y M2) son consistentes en términos de la *elasticidad producto-inversión pública*. Si bien es cierto que ambos modelos no son perfectamente anidados entre sí, uno esperaría que **no existiesen** grandes diferencias en las conclusiones. De hecho, de los resultados de M1 se tiene que la elasticidad producto-inversión pública es **0.12**, con un intervalo de confianza al 95% de **[0.03, 0.21]**, mientras que para M2, donde la *elasticidad producto-inversión pública total se puede aproximar*



por la suma de las elasticidades parciales, se tiene que elasticidad producto-inversión pública es **0.09**³⁰, valor que pertenece al intervalo de confianza del modelo anterior³¹. Una vez encontrada estas *relaciones de largo plazo*, es necesario estimar el *modelo de corrección de errores* para determinar **que tan fuerte es esta relación entre inversión y producto**. El modelo a estimar tiene entonces la forma³²:

$$\Delta y_t = \rho_0 + \rho \Delta y_{t-1} + \Delta x_{t-1}' \mathcal{G} + \kappa (y_{t-1} - x_{t-1}' \lambda - \beta(t-1)) + z_t' \delta + \varepsilon_t$$

donde, como sabemos, x_t es un vector columna con los regresores de la ecuación de largo plazo (es decir, Inversión I y formación bruta de capital **FBK**), λ el vector de parámetros correspondiente a estos regresores y z un vector de otras variables que pueden afectar en el corto plazo el crecimiento. Note que κ mide la velocidad de convergencia hacia la relación de largo plazo encontrada entre PIB e inversión MOP y, por lo tanto, κ debe ser negativo y no mayor que 1 en valor absoluto: si κ es positivo cualquier *shock* exógeno sobre el producto romperá la relación de largo plazo en forma permanente, por lo que la inversión no tendría efectos sobre el crecimiento de largo plazo.

Los resultados del modelo de corrección de errores asociado a la ecuación de largo plazo **M1** se presentan en el Cuadro 4. Los signos de los coeficientes son los esperados y significativamente distintos de cero a niveles tradicionales de confianza. Sin embargo, la elasticidad de corto plazo de la IROP no resultó significativa, así como tampoco las elasticidades asociadas a la FBK y al empleo.

³⁰ Sumar los coeficientes parciales de cada ítem de inversión.

³¹ Esto significa que si en el modelo 1 evaluásemos la hipótesis de que la elasticidad es igual a 0.09, ésta no podría ser rechazada.

³² La ecuación de largo plazo que se utilizará será la del Modelo 1, ya que, como sabemos, aunque desagreguemos por los diversos tipos de inversión, los resultados son similares a los reportados en el Modelo 2. Luego ganamos en simplicidad y no perdemos mucho en información.

**Cuadro 4 Representación de Corto Plazo**

| | MCE |
|----------|------------------|
| κ | -0.751 (6.56) |
| ρ | 0.928 (3.04) |
| R2 | 0.764 |

Se han omitido los parámetros no significativos asociados a IROP, empleo y FBK. Por simplicidad no se presenta el estimador de la constante (0.1524). Los valores entre paréntesis corresponden a los test t.

La velocidad de ajuste nos indica que aunque la **relación de largo plazo entre inversión y producto es pequeña, es una relación fuerte en el tiempo**. Veamos un ejemplo para comprender mejor la importancia de este parámetro.

Ejemplo de Interpretación 1

Considere los resultados del modelo de corrección de errores de Cuadro 3 donde $\kappa = -0.75$. Imagine un escenario donde la inversión aumenta en un 18%³³. La ecuación de cointegración muestra que por cada punto porcentual de aumento en IROP, el producto debiese aumentar un 0.12% en el largo plazo. La pregunta relevante es: **¿durante cuantos años este aumento del 0.12% se materializa en mayor producto?** Dada la estructura del modelo de corrección de errores, la respuesta es que en aproximadamente seis años. Note que si la inversión aumentó en un 18% el producto debiese aumentar en aproximadamente un 2.2%³⁴.

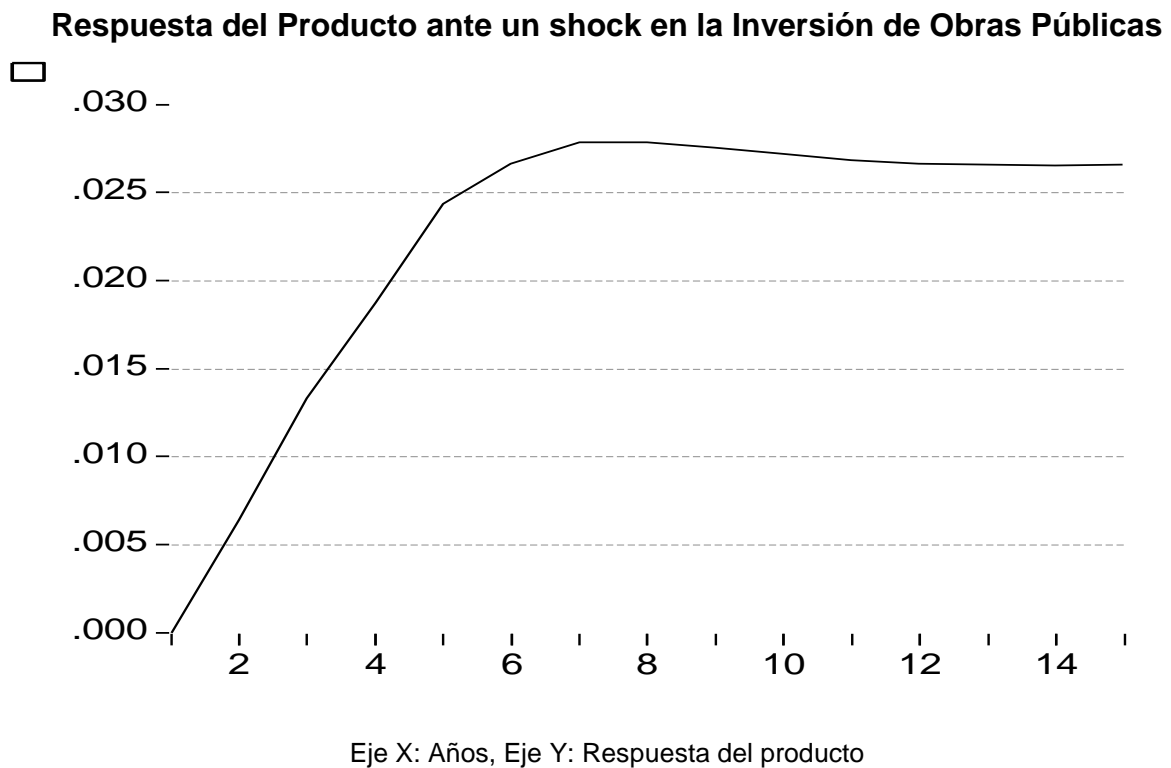
³³ Este 18% equivale a un shock de una desviación estándar de la inversión.

³⁴ Esta aproximación resulta de multiplicar 18 x 0.12.



En el **Gráfico 2** se muestra el comportamiento del producto ante un shock exógeno en la inversión en obras públicas. Se observa que en los primeros años posteriores al shock, se producen los primeros efectos convergiendo el producto a su nuevo nivel alrededor de seis años después. Este nuevo nivel de producto será aproximadamente un 2.6% más alto que en una situación donde la inversión no ha sido modificada exógenamente.

Gráfico 2



II.3.3. Análisis complementario: modelo de crecimiento endógeno

Anteriormente se señaló que una forma alternativa de mirar el efecto de largo plazo de IROP sobre el producto es a través del efecto que la inversión puede tener en la



productividad total de los factores (**PTF**) de la economía³⁵. En tal sentido, existe toda una línea de investigación económica que considera que la PTF podría ser endógena, entre otras cosas, a las decisiones de política del gobierno. Por lo tanto, como parte del análisis, sería interesante corroborar si la PTF podría ser o no endógena a la inversión pública del MOP, cuestión a la que procederemos.

Para probar dicha hipótesis es necesario contar con una serie de PTF, la que tomamos de Chumacero y Fuentes (2002). En este artículo los autores estiman un proceso estadístico para el nivel de producto con el objetivo de estimar la participación del capital de la siguiente función de producción

$$Y_t = A_t K_t^a [(1 + \gamma)^t L_t]^{1-a} \quad (2)$$

Este parámetro es posteriormente utilizado para estimar la PTF a partir de la siguiente ecuación (todas las variables están expresadas en tasas de crecimiento)³⁶:

$$TFP = \hat{Y} - a\hat{K} - (1-a)\hat{L} - (1-a)\hat{H} \quad (3)$$

donde H es un índice de la calidad del trabajo. Con estos resultados la ecuación a estimar (en logaritmos), la cual también está basada en el artículo antes mencionado, es la siguiente:

$$TFP_t = b_0 + b_1 t + b_2 TFP_{t-1} + b_3 TFP_{t-2} + b_4 p_t + b_5 p_{t-2} + b_6 T_t + b_7 IROP_t + e_t \quad (4)$$

donde p es el logaritmo del precio relativo de bienes de capital, en relación a los bienes de consumo y T es logaritmo de los términos de intercambio.

³⁵ La PTF puede ser vista como un componente que resume las mejoras tecnológicas y que en consecuencia mejoran la productividad de todos los factores productivos.

³⁶ Note que A_t representa la PTF.



Si tomamos logaritmos a la función de producción en (2) y considerando la relación entre PTF e IROP (ecuación 4), tenemos que el efecto de largo plazo de la IROP es:

$$\frac{\partial y_t}{\partial IROP_t} = a \frac{\partial k_t}{\partial IROP_t} + b_7 \quad (5)$$

El Cuadro 5 muestra los resultados de estimar la ecuación 4. La serie de PTF utilizada corresponde a la estimada utilizando un valor de 0.507 para el parámetro a^{37} .

Cuadro 5
Resultados de la Regresión para la Productividad Total de los Factores

| | M1 |
|-----------------------|--------------------|
| b_0 | 1.268 (2.378) |
| b_2 | 0.454 (2.847) |
| b_4 | -0.165 (-2.982) |
| b_5 | 0.110 (2.305) |
| b_6 | 0.110 (2.382) |
| b_7 | 0.075 (2.762) |
| R cuadrado (ajustado) | 0.948 |
| Durbin Watson | 1.946 |

Por otra parte, existe un segundo efecto que se genera por medio del stock de capital. Para encontrar este primer término de la ecuación 5, se estimó una regresión para el



stock de capital como función de la IROP. Los resultados de esta estimación se entregan en el Cuadro 6.

Cuadro 6
Efecto de la Inversión en Obras Públicas sobre el Stock de Capital Total

$$K_t = \lambda_0 + \lambda_1 IROP + \lambda_2 K_{t-1} + \lambda_3 K_{t-2} + v_t$$

| | |
|-----------------------|--------------------|
| λ_0 | 0.548 (1.768) |
| λ_1 | 0.036 (2.847) |
| λ_2 | 1.740 (10.762) |
| λ_3 | -0.796 (-4.794) |
| R cuadrado (ajustado) | 0.999 |
| Durbin Watson | 1.790 |

Las variables están en logaritmos. Los valores entre paréntesis corresponden a los test t.

De esta manera, a partir de lo anterior, se tiene que

Consecuencia de Política 2

por cada punto porcentual de aumento en la IROP el stock de capital de la economía aumenta en 0.036 ^{38o}%.

Por lo tanto,

Consecuencia de Política 3

un aumento del 1% en la IROP tendrá un efecto sobre la productividad total de los factores cercano al 0.075% lo que afectará en forma directa al nivel de producto y la tasa de crecimiento.

³⁷ Obtenido de Chumacero y Fuentes (2001).

³⁸ El valor 0.036% es la elasticidad capital-inversión pública, es decir, $\left(\frac{\partial K_t}{\partial IROP}\right) = \lambda_1$, valor que se tiene

de Cuadro 6. Las variables están en logaritmos, razón por la cual el parámetro puede ser interpretado como un cambio porcentual.



Por otra parte, este aumento de la IROP también genera un aumento en el stock de capital el cual a su vez afectará al producto en 0.018%³⁹. En consecuencia, el efecto total de largo plazo se traducirá en un aumento del producto de 0.093%⁴⁰.

Note que nuevamente este resultado es consistente con las estimaciones presentadas anteriormente. Si bien, los estimadores puntuales no son exactamente iguales, los intervalos de confianza siempre contienen los valores antes encontrados. A modo de ejemplo, el estimador puntual $b_7 = 0.075$ (coeficiente de inversión MOP) tiene el intervalo confianza 95% igual a [0.021, 0.129], similar a [0.03, 0.21] obtenido por M1 (de hecho, $b_7 \in [0.03, 0.21]$), lo que hace más robusto el análisis realizado.

³⁹ $0.018\% = 0.507 \times 0.03548$

⁴⁰ $0.093\% = 0.018\% + 0.075\%$



II.4 Resultados Nivel Regional

En esta sección se presentan ecuaciones de largo plazo por regiones utilizando el concepto de cointegración presentado anteriormente. Esto implica que para cada región se verificó la existencia de cointegración con algunos tipos de inversión pública y, cuando esta existía, se estimaba dicha ecuación. De esta manera, los resultados que se entregan son para aquellas regiones donde resultaban significativos.

Nuevamente, los resultados de esta sección son sólo referenciales, ya que la especificación de cada ecuación de largo plazo no considera la formación bruta de capital y, por otro lado, existe un bajo número de observaciones en relación al número de parámetros que se está estimando que impide estimar en forma conjunta los estimadores asociados a cada uno de los tipos de inversión.

Si bien los resultados del panel son consistentes con los encontrados en la ecuación presentada en el Cuadro 2, éstos no son capaces de revelarnos si existe o no heterogeneidad en la relación de largo plazo entre producto e inversión a lo largo de las regiones.

La relevancia de estos resultados es que, por un lado, por primera vez en Chile se estiman efectos de la inversión MOP a nivel regional y, por otro lado y tal como veremos, estos resultados muestran efectos desiguales entre las mismas.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de estimaciones de largo plazo para cada una de las 13 regiones. De hecho, tal como se desprende del Cuadro 7, existen regiones en las que no fue posible encontrar dicha relación de largo plazo (la XII), mientras que en otras regiones **no todos los tipos de inversión cointegraban con el PIB**. El respectivo casillero se deja vacío en tal caso.



Cuadro 7
Elasticidades de Largo Plazo y Velocidad de Ajuste de los Modelos de Corrección por Regiones

| Región | $b_{vialidad}$ | $b_{arquitectura}$ | $b_{o.portuarias}$ | $b_{o.riego}$ | $b_{aeropuerto}$ | Tendencia | θ_{empleo} | κ | R2 |
|--------|---|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|------|
| I | 0.08 (2.32) | 0.19 (5.96) | | | | 0.03 (6.91) | | -0.46 (-3.06) | 0.49 |
| II | 0.66 (4.18) | | 0.26 (2.61) | | | 0.02 (0.48) | | -0.05 (-1.62) | 0.36 |
| III | | 0.14 (2.71) | | 0.04 (2.25) | | 0.07 (6.15) | | -0.31 (3.46) | 0.48 |
| IV | | 0.02 (1.31) | | | 0.01 (2.03) | 0.06 (15.9) | | -0.87 (4.70) | 0.51 |
| V | | 0.095 (7.78) | 0.029 (2.26) | 0.02 (2.79) | | 0.05 (14.4) | | -0.38 (4.56) | 0.53 |
| VI | 0.08 (3.08) | | | 0.02 (4.80) | | 0.03 (9.36) | | -0.92 (3.39) | 0.40 |
| VII | | 0.06 (13.5) | | 0.06 (10.5) | | 0.05 (39.29) | | -0.93 (2.43) | 0.11 |
| VIII | 0.03 (2.61) | | | | 0.01 (3.73) | 0.04 (24.5) | | -0.94 (5.66) | 0.86 |
| IX | | | 0.029 (3.24) | | | 0.05 (5.58) | 0.47 (2.17) | -0.69 (4.95) | 0.68 |
| X | 0.08 (5.67) | | | | | 0.06 (53.3) | | -0.79 (11.12) | 0.91 |
| XI | 0.48 (3.25) | | | | | 0.07 (2.25) | | -0.04 (1.67) | 0.05 |
| XII | NO EXISTE EVIDENCIA ESTADISTICA DE UNA RELACION DE LARGO PLAZO | | | | | | | | |
| RM | 0.12 (3.8) | 0.06 (4.15) | | | | 0.06 (15.9) | | -0.57 (6.54) | 0.81 |

Nota. Ecuaciones de largo plazo estimadas utilizando el método de Johansen. κ es la velocidad de ajuste (ver explicación de Cuadro 4 o sección II.3.1 para una mejor comprensión). R2 es el R cuadrado del modelo de corrección de errores asociado a cada región.

De los números del Cuadro 7, las conclusiones de política que se pueden obtener a partir de las estimaciones son las siguientes:



Consecuencia de Política 4

Los principales efectos de la inversión en vialidad se encuentran en las regiones II, XI y Metropolitana, seguidas por las regiones VI, X y VIII. Por otro lado, en las regiones III, IV, V, VII y IX no se observan efectos significativos.

Lo anterior sigue siendo válido, aun cuando el ajuste del modelo es relativamente pobre para la XI Región.

Sin embargo lo anterior, los test estadísticos muestran que la velocidad de convergencia no es significativamente distinta de cero, es decir, basándonos en la información de esta muestra, no existe evidencia de que se vuelva a dicha relación de largo plazo cuando existen desviaciones de corto plazo entre el PIB e inversión en vialidad. Esta conclusión es contradictoria con el concepto de cointegración. Sin embargo, y como se mencionó anteriormente, estas conclusiones son sólo referenciales debido al pequeño tamaño de muestra presente en nuestras estimaciones.

Consecuencia de Política 5

El impacto de la inversión en arquitectura en general está presente en aquellas regiones donde vialidad no tiene un efecto sobre el producto, exceptuando la I región y la Metropolitana.

De todas formas, estos efectos son marginales salvo para la primera y tercera regiones.

Consecuencia de Política 6

La inversión en obras portuarias ha tenido efectos importantes en el producto de las regiones V, IX y principalmente la II.



Sobre los efectos en la IX región, recordemos que en este análisis la inversión portuaria considera la sumatoria de todos los programas de la Dirección respectiva. Por esta razón, el efecto que se observa para IX región debería ser atribuido al o los programas principales que en estas materias se desarrollan en dicha zona.

Consecuencia de Política 7

El efecto de las obras de riego se ha centralizado principalmente en las regiones III, V, VI y VII.

Sobre estas regiones resulta significativo el efecto de las inversiones en riego sobre el PIB regional. Notemos que el mayor efecto es precisamente sobre la VII región, con un coeficiente muy significativo, aun cuando el ajuste del modelo es relativamente pobre.

Consecuencia de Política 8

La velocidad de ajuste (valor κ de la tabla) es mayor en las regiones IV, VI, VII, VIII y X.

Esto corresponde a decir que una mayor inversión en obras públicas se traduce en un mayor producto regional en un período de tiempo menor que en el resto de las regiones. En otras palabras, dada las características de estas regiones, los resultados obtenidos muestran mejor respuesta del PIB local a las inversiones que desarrolla el MOP.



III. Efecto de la inversión en obras públicas sobre el crecimiento de la economía: análisis micro

III.1 Introducción

En la literatura macroeconómica se encuentra consistentemente documentado el papel que juega la inversión en una economía. En efecto, tal como ya señalaba el modelo de crecimiento de Solow⁴¹, era la acumulación de capital lo que determinaba la transición de la economía hacia un estado con mayores niveles de producción. A pesar de que hoy en día han surgido muchos modelos que tratan de explicar cuáles son las causas del crecimiento económico, la inversión siempre aparece como uno de los determinantes clave, tal como ha sido discutido en la sección previa. Sin embargo, en complemento a lo anterior, el objetivo de esta parte del informe consiste en la determinación de los efectos que tiene la inversión realizada por (a través) el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de Chile sobre indicadores clave de la economía, para el período 1994-2000. En concreto, nos centramos en los efectos que la inversión tiene sobre el **ingreso per cápita**⁴², **el alquiler imputado** y **la tasa de desempleo**.

Anticipando resultados, se muestra que las estimaciones obtenidas consistentemente muestran los impactos esperados, esto es, que la inversión del MOP tiene impactos negativos en la tasa de desempleo y un impacto positivo sobre el ingreso per cápita y el alquiler imputado.

⁴¹ Ver Sala-I-Martin (1994)

⁴² Definido como:

$$YPC = YT / N$$

Donde “YT” es el ingreso total del hogar, que es la suma de los ingresos monetarios y el alquiler imputado, y “N” es el tamaño del hogar.



III.2 Los datos

La mayor innovación respecto del estudio “**Apoyo en el proceso de planificación de infraestructura social del Ministerio de Obras Públicas**”, DIRPLAN – MOP, 2001, consiste en el mejoramiento de la base de datos socio – económica (CASEN), ya que para este trabajo se han utilizado los resultados de CASEN 2000, que para el estudio mencionado no eran disponibles.

Así, respecto de la base de datos originalmente utilizada para el desarrollo del estudio *Apoyo en el proceso de planificación de infraestructura social del Ministerio de Obras Públicas*, los cambios básicos son los siguientes:

a.- **Sobre la variable ingreso:** se detalla el ingreso familiar promedio comunal en tres componentes: el llamado *Ingreso de la Ocupación Principal*, el *Ingreso por Alquiler Imputado* y el *Ingreso Total del Hogar* promedio comunal. El ingreso de la ocupación principal corresponde al ingreso declarado por el jefe de hogar de acuerdo al trabajo que realiza en su ocupación principal. El ingreso por alquiler imputado corresponde al costo de oportunidad del hogar en que vive la familia encuestada. Se construye sobre la base de una estimación del encuestado de cuanto al valor de arriendo de su propiedad. El Ingreso Total corresponde a la suma de todos los ingresos del hogar. No es igual a la suma de los anteriores pues debe considerar subsidios y transferencias.

b.- Como se ha mencionado, se amplía la base para considerar resultados de CASEN 2000. Se trabaja entonces con el panel de datos CASEN 1994 – 2000⁴³.

⁴³ Para las estimaciones regionales que se hacen posteriormente, se consideran datos CASEN desde 1990. Para las estimaciones a nivel de comuna y provincia, se ocupan los datos CASEN sólo desde 1994, ya la información de infraestructura desagregada a ese nivel geográfico está disponible desde 1994.



Dado lo anterior, la base de datos socio – económica queda conformada de la siguiente manera (variables de análisis):

| Panel CASEN 1994 – 2000⁴⁴ | |
|---|---|
| Variable | Descripción |
| Pob (INE) | Población de la comuna según INE |
| Edadx | Edad promedio de los habitantes de la comuna |
| Gini | Coeficiente de Gini (distribución de ingreso) |
| Pobreza | Tasa de pobreza comunal (%) |
| Desemp | Tasa de desempleo comunal (%) |
| Empleo | Tasa de empleo comunal (%) |
| Desem<18 | Tasa de desempleo de menores de 18 años (%) |
| Desem1830 | Tasa de desempleo de menores de personas entre 18 y 30 años (%) |
| Desem>30 | Tasa de desempleo de menores de personas mayores de 30 años (%) |
| Analfa | Tasa de analfabetismo (porcentaje de la población) comunal (%) |
| Ruralidad | Tasa de ruralidad de la comuna (%) |
| Masculinidad | Tasa de masculinidad de la comuna (%) |
| Escolaridadx | Escolaridad promedio de la comuna (años de colegio) |
| Esc bas comp | Porcentaje de la población con escolaridad básica completa |
| Esc med com | Porcentaje de la población con escolaridad media completa |
| Ingreso 1 | Ingreso de la ocupación principal, promedio comunal |
| Ingreso 2 | Alquiler imputado promedio comunal |
| Ingreso total | Ingreso total de la familia promedio comunal |

Respecto de lo anterior, el alquiler imputado (que se pregunta en la encuesta) corresponde al valor por el cual el dueño de casa estaría dispuesto a arrendar la propiedad en que vive. Por esta razón, refleja un monto subjetivo del valor de su vivienda. Se considera relevante utilizar esta variable en el análisis dado que, a priori, uno puede suponer que un efecto de la infraestructura MOP es precisamente el impacto positivo en el valor de las viviendas o terrenos donde esta se desarrolla.

El resto de las variables mencionadas en el panel tienen interpretación directa.

⁴⁴ Como ha sido mencionado, para los análisis regionales, se considerará CASEN desde 1990. Las variables en tal caso son las ya mencionadas.



Respecto de los datos de infraestructura, a partir de los antecedentes provistos por el Ministerio de Obras Públicas, se ha elaborado un panel con los siguientes campos a nivel comunal:

| Panel de Infraestructura Comunal | |
|---|--|
| Variable | Descripción |
| Comuna | Nombre de la Comuna |
| Código RPC | Código de Región, Provincia, Comuna |
| Año | Año |
| Aer1 | Inversión en pequeños aeródromos |
| Aer2 | Inversión en red secundaria |
| Aer3 | Inversión en red troncal |
| AerT | Inversión Total |
| C. Aer | Inversión en Concesiones de Aeropuertos |
| C. Otr | Inversión en Otras concesiones |
| C. Via | Inversión en concesiones viales |
| OH1 | Inversión, Obras Hidráulicas, en aguas lluvias |
| OH2 | Inversión, Obras Hidráulicas, en riego y canales |
| OHT | Inversión Total en Obras Hidráulicas |
| OP1 | Inversión en Obras Portuarias, Caletas |
| OP2 | Inversión en otras obras portuarias |
| OP3 | Inversión en Obras Portuarias, puertos comerciales |
| OPT | Inversión Total en Obras Portuarias |
| PL1 | Inversión de Planeamiento |
| Via1 | Inversión en Vialidad, conservación |
| Via2 | Inversión en Vialidad, construcción |
| Via3 | Inversión en Vialidad, mejoramiento |
| ViaT | Inversión en Vialidad, total |
| Inv. Tot | Inversión Total del Ministerio de Obras Públicas |



III.3 Métodos de Estimación: un marco teórico

III.3.1. Modelo de Panel con Efecto Fijo⁴⁵

En términos generales, un modelo con efectos fijos tiene la siguiente forma:

$$Y_{it} = \alpha_0 + X'_{it}\alpha_1 + Z'_{it}\alpha_2 + \mu_{it}$$

con:

$$\mu_{it} = \mu_i + v_{it}$$

donde μ_i representa un efecto específico individual no observable, y v_{it} es un error bien comportado (normal). Note que μ_i no varía en el tiempo y captura cualquier efecto específico individual que no esté incluido en la regresión.

Por otro lado, Y_{it} es la variable de interés para la comuna o provincia “ i ” en el año “ t ”, es decir, tasa de desempleo, ingreso per cápita y alquiler imputado. X_{it} es un vector de características de la comuna o provincia “ i ” para el año “ t ”, como por ejemplo, *escolaridad promedio*, *edad promedio*, *porcentaje de hombres* en la población, *tasa de ruralidad*, etc. El vector Z_{it} está formado por variables que indican la *inversión* MOP en términos per cápita, esto es, estandarizado por el número de habitantes ya sea de la comuna, provincia o región en análisis.

Las estimaciones de este panel se realizaron por efecto fijo, luego que el test de Hausman rechazara la existencia de efectos aleatorios.

⁴⁵ En todo lo que sigue, haremos uso de los siguientes conceptos econométricos:

- **efecto fijo:** se refiere precisamente a lo anteriormente expuesto; controla por aquellas características que son específicas a una unidad, pero que no son observables. En términos más simples, es como si colocara una variable Dummy (cero o uno) para cada unidad “ i ” de la regresión.
- **variables instrumentales:** son variables que deben ser utilizadas cuando la variable incluida en la regresión presenta problemas que redundan en inconsistencia de los parámetros estimados. Eso podría ocurrir, por ejemplo, al tener un regresor (X) endógeno.
- **panel dinámico:** método de estimación que descansa en disponibilidad de información de corte transversal y de serie de tiempo. El aspecto adicional que este método introduce es que la variable dependiente se encuentra como variable explicativa pero rezagada.



III.3. 2 Estimador de Arellano y Bond: un poco de teoría

Estimaremos la inversión MOP a través de los estimadores de datos de panel dinámicos de Arellano y Bond (1991). Considere entonces el siguiente modelo:

$$y_{it} = \alpha y_{it-1} + \eta_i + v_{it} \quad |\alpha| < 1$$

donde se asume que $E(v_{it}) = E(v_{it} v_{is}) = 0$ para $t \neq s$. Es decir, se asume que no hay correlación serial, pero no necesariamente hay independencia en el tiempo.

Dado lo anterior, valores de “y” rezagados dos o más períodos son instrumentos válidos para la ecuación en primeras diferencias.

Para $T \geq 3$ se tienen las siguientes $m = (T-2)(T-1)/2$ restricciones, a saber,

$$E[(\bar{y}_{it} - \alpha \bar{y}_{it-1}) y_{it-j}] = 0$$

con $j = 2, \dots, t-1$; $t = 3, \dots, T$ e $\bar{y}_{it} = y_{it} - y_{it-1}$.

El objetivo inmediato es obtener un estimador de α cuando $N \rightarrow \infty$ y T es fijo. La ecuación anterior puede escribirse en términos matriciales como: $E(Z_i' \bar{v}_i) = 0$, donde $(\bar{v}_{i3}, \dots, \bar{v}_{iT})'$ y Z_i es una matriz diagonal de dimensión $(T-2) \times m$, cuyo s – ésimo bloque está dado por: y_{i1}, \dots, y_{is} . El estimador GMM de α se basa en los momentos muestrales:

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i' \bar{v}_i = \frac{1}{N} Z' \bar{v}$$

donde $\bar{v} = \bar{y} - \alpha \bar{y}_{-1} = (\bar{v}_1', \dots, \bar{v}_N')$ es un vector de $N(T-2) \times 1$, y $\bar{Z} = (Z_1', \dots, Z_N')$ es una matriz de $N(T-2) \times m$. El estimador será entonces



$$\hat{\alpha} = \operatorname{argmin}_{\alpha} (\bar{v}'Z)A_N(Z'\bar{v}) = \frac{\bar{y}'_{-1}ZA_NZ'\bar{y}}{\bar{y}'_{-1}ZA_NZ'\bar{y}_{-1}}$$

III.3.3 Estimaciones de Panel con Variables Instrumentales

La endogeneidad de los regresores es un grave problema en econometría. Entendemos endogeneidad como la correlación entre los regresores y el término de error. Las causas pueden ser variadas, entre ellas, omisión de variables relevantes, error de medida, selectividad de muestra, etc. La endogeneidad provoca inconsistencia de las estimaciones por *mínimos cuadrados ordinarios (OLS)*, y se requieren métodos de variables instrumentales como *mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS)*.

Considere entonces la siguiente ecuación estructural de un modelo de ecuaciones simultáneas:

$$y_1 = Z_1\delta_1 + u_1$$

donde $Z_1 = [Y_1, X_1]$ y $\delta_1' = (\gamma_1', \beta_1')$. Y_1 es un conjunto de g_1 variables endógenas en el lado derecho, X_1 es un conjunto de k_1 variables exógenas incluidas como regresores. Sea $X = [X_1, X_2]$ el conjunto de todas las variables exógenas del sistema. Esta ecuación se encuentra identificada si el número (k_2) de variables exógenas excluidas de la primera ecuación (X_2) es mayor o igual a g_1 . Consideraremos el siguiente componente de error:

$$u_1 = Z_{\mu}\mu_1 + v_1$$

donde $Z_{\mu} = (I_N \otimes 1_T)$ y $\mu_1' = (\mu_{11}, \dots, \mu_{N1})$ y $v_1' = (v_{11}, \dots, v_{NT1})$ son vectores aleatorios con media cero y matriz e varianzas y covarianzas:

$$E \begin{pmatrix} \mu_1 \\ v_1 \end{pmatrix} (\mu_1', v_1') = \begin{bmatrix} \sigma_{\mu_{11}}^2 I_N & 0 \\ 0 & \sigma_{v_{11}}^2 I_{NT} \end{bmatrix}$$



Recordando que:

$$y_1 = Z_1 \delta_1 + u_1$$

se tiene que premultiplicando por $Q = I_{NT} - P$ con $P = I_N \otimes \bar{J}_T$:

$$Qy_1 = QZ_1 \delta_1 + Qu_1$$

Sea ahora $\tilde{y}_1 = Qy_1$ y $\tilde{Z}_1 = QZ_1$. Aplicando 2SLS con $\tilde{X} = QX$ como el conjunto de instrumentos, se obtiene el *Estimador Within 2SLS*:

$$\tilde{\delta}_{1,W2SLS} = (\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1)^{-1} \tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{y}_1$$

con:

$$var(\tilde{\delta}_{1,W2SLS}) = \sigma_{v_{11}}^2 (\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1)^{-1}$$

El estimador Within 2SLS también puede obtenerse aplicando *Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS)* sobre

$$\tilde{X}' \tilde{y}_1 = \tilde{X}' \tilde{Z}'_1 \delta_1 + \tilde{X}' \tilde{u}_1$$

Haciendo $\bar{y}_1 = P y_1$ y $\bar{Z}_1 = P Z_1$ y premultiplicando la siguiente expresión:

$$y_1 = Z_1 \delta_1 + u_1$$

por P , se aplica 2SLS con $\bar{X} = PX$ como un conjunto de instrumentos. De esta forma, se obtiene el *Estimador Between 2SLS* de δ_1 :

$$\hat{\delta}_{1,B2SLS} = (\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1)^{-1} \bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{y}_1$$

con:

$$var(\hat{\delta}_{1,B2SLS}) = \sigma_{v_{11}}^2 (\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1)^{-1}$$

donde:

$$\sigma_{v_{11}}^2 = T \sigma_{\mu_{11}}^2 + \sigma_{v_{11}}^2$$



El estimador Between 2SLS también puede obtenerse aplicando GLS sobre:

$$\bar{X}'\bar{y}_1 = \bar{X}'\bar{Z}'\delta_1 + \bar{X}'\bar{u}_1$$

Agrupando se obtiene entonces la siguiente expresión para las estimaciones:

$$\begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{y}_1 \\ \bar{X}'\bar{y}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{Z}_1 \\ \bar{X}'\bar{Z}_1 \end{pmatrix} \delta_1 + \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{u}_1 \\ \bar{X}'\bar{u}_1 \end{pmatrix}$$

donde:

$$E \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{u}_1 \\ \bar{X}'\bar{u}_1 \end{pmatrix} = 0$$

y

$$\text{var} \begin{pmatrix} \tilde{X}'\tilde{u}_1 \\ \bar{X}'\bar{u}_1 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{v_{11}}^2 \tilde{X}'\tilde{X} & 0 \\ 0 & \sigma_{1_{11}}^2 \bar{X}'\bar{X} \end{bmatrix}$$

Aplicando GLS sobre lo anterior, se obtiene el **estimador de mínimos cuadrados en dos etapas de δ_1** derivado por Baltagi (1981)

$$\hat{\delta}_{1,EC2SLS} = \left[\frac{\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{y}'_1}{\sigma_{v_{11}}^2} + \frac{\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{y}'_1}{\sigma_{1_{11}}^2} \right]$$

que tiene una varianza dada por el primer término de la expresión invertida entre paréntesis. Es importante notar que este estimador puede ser escrito como un promedio ponderado de los estimadores Between y Within:

$$\hat{\delta}_{1,EC2SLS} = W_1 \hat{\delta}_{1,W2SLS} + W_2 \hat{\delta}_{1,B2SLS}$$

con:



$$W_1 = \left[\frac{\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1}{\sigma_{v11}^2} + \frac{\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1}{\sigma_{111}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1}{\sigma_{v11}^2} \right]$$

y:

$$W_2 = \left[\frac{\tilde{Z}'_1 P_{\tilde{X}} \tilde{Z}'_1}{\sigma_{v11}^2} + \frac{\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1}{\sigma_{111}^2} \right]^{-1} \left[\frac{\bar{Z}'_1 P_{\bar{X}} \bar{Z}'_1}{\sigma_{v11}^2} \right]$$

Estimaciones consistentes de σ_{v11}^2 y σ_{111}^2 se obtienen de los residuos de W2SLS y B2SLS, respectivamente, cuyos valores son los siguientes

$$\hat{\sigma}_{v11}^2 = (y_1 - Z_1 \tilde{\delta}_{1,W2SLS})' Q (y_1 - Z_1 \tilde{\delta}_{1,W2SLS}) / N(T - 1)$$

$$\hat{\sigma}_{111}^2 = (y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,B2SLS})' P (y_1 - Z_1 \hat{\delta}_{1,B2SLS}) / N$$



III. 4 Estimaciones

En lo que sigue, aplicando la teoría anterior, realizaremos estimaciones en tres niveles. Mostraremos resultados de los impactos de la inversión realizada por el Ministerio de Obras Públicas sobre indicadores socio – económicos a nivel **comunal**, **provincial** y **regional**, con el objetivo de obtener conclusiones lo más robustas y transversales posibles.

Al momento de encontrar la especificación “*correcta*” a ser estimada, una serie de diferentes tests fueron utilizados con el fin de descartar especificaciones erróneas.

A priori, es perfectamente posible que los impactos de la inversión MOP sobre los indicadores de interés puedan ser tanto contemporáneos como dinámicos. Como no podemos descartar ninguna posibilidad *ex ante*, al introducir rezagos de las variables de inversión en las diferentes ecuaciones consideradas, estas resultaron con coeficientes inconsistentes a la luz de la teoría económica (por ejemplo, signos negativos para inversión general sobre empleo), razón por la cual fuimos cautelosos en considerar especificaciones con rezagos⁴⁶.

El primer paso que dimos fue aplicar las estimaciones de paneles dinámicos de Arellano y Bond. A pesar de estar concientes de que no contamos con un tamaño muestral relativamente razonable, esto de todas maneras nos permitirá determinar la forma funcional de las ecuaciones que serán estimadas finalmente.

En los **Cuadros 1, 2 y 3** se presentan las estimaciones de Arellano y Bond para la inversión MOP desagregada en cuatro grandes ítems, a saber, *Vialidad, Obras Hidráulicas, Obras Portuarias y Aeropuertos*. El **Cuadro 1** presenta las estimaciones a

⁴⁶ En un trabajo anterior sobre el tema, se obtenían resultados similares. La interpretación de coeficientes negativos de inversión sobre empleo es contradictorio con lo que uno debería esperar a priori: mientras mayor es la inversión en obras públicas, el empleo debería crecer.



nivel comunal, donde ya es posible apreciar cierta persistencia en dichas variables como variables explicativas de la socio – económica de interés. El **Cuadro 2** muestra las estimaciones a nivel provincial, donde se ratifican los resultados anteriormente encontrados. Finalmente, el **Cuadro 3** presenta las estimaciones a nivel regional, donde resulta que la **persistencia** es completa. Sin embargo, no se debe perder de vista que estamos trabajando con un pequeño número de observaciones, por lo que las conclusiones deben ser elaboradas con precaución.

De esta forma, al existir dicha persistencia en la inversión MOP se decide estimar sólo los efectos contemporáneos que ésta tenga, lo que evitará pérdida de eficiencia en los coeficientes estimados.

Con respecto a las estimaciones para el **ingreso per cápita** hemos instrumentalizado la variable tasa de desempleo, lo que evita problemas de simultaneidad en las estimaciones, lo que a su vez provocaría inconsistencia en los coeficientes estimados. Lo mismo ocurre cuando tratamos de estimar los impactos en **tasa de desempleo**, por lo que se instrumentaliza la variable ingreso per cápita en dicha ecuación. Esto es consistente con lo dicho por los tests de Hausman realizados, que indican que **el modelo correcto debiese incorporar la instrumentalización de las variables en ambas estimaciones**. Finalmente, otro test de Hausman nos indica que la mejor forma de estimación es a través de efectos fijos.

En resumen, en las estimaciones que se entregan luego del texto, *se ha instrumentalizado tasa de desempleo – al estimar impactos sobre ingreso per cápita - e ingreso per cápita – al estimar impactos sobre tasa de desempleo. Además, se ha controlado solamente por inversión MOP contemporánea. Finalmente, en las estimaciones se asumió efecto fijo.*

NOTA. Previo a entregar detalle de las estimaciones, no es menester insistir en lo siguiente: como el objetivo es analizar el efecto de las inversiones MOP sobre algunas



variables microeconómicas, en dicho análisis se debe considerar la eventual existencia de persistencia en las series de datos de inversión. Esta eventual persistencia corresponde al hecho que una determinada variable pueda ser explicada por los rezagos de la misma. Puesto que las estimaciones se hacen sobre un panel dinámico, este análisis de la persistencia no se puede hacer directamente estimando un modelo lineal donde la variable explicativa sea el rezago de la variable a explicar. La forma correcta de hacer la estimación es según el método de Arellano y Bond ya mencionado: para el efecto se procede a estimar, mediante datos de panel dinámico, el efecto que tiene la inversión realizada en el periodo anterior sobre la inversión actual. La significancia estadística de los parámetros es indicativa de la existencia o no de persistencia. Para esto, la idea es hacer una *instrumentalización* de la variable explicativa ya sea por medio de un rezago a dos período o por diferencias del rezago.

Dados los resultados de las estimaciones, un coeficiente positivo en las ecuaciones indica la existencia de persistencia en las variables, cuestión que se muestra en las siguientes tablas, donde el (-1) corresponde al rezago de la variable mencionada en la primera fila de cada tabla. Por ejemplo, del Cuadro 1 se tiene que para inversión en aeropuertos, el valor de inversión rezagado un periodo explica en forma significativa el valor actual (coeficiente 0,26), y en forma muy significativa. A nivel regional (Cuadro 3), es más evidente la persistencia en las variables de inversión, ya que todos los coeficiente son positivos y significativos.

Cuadro 1: Estimaciones de Paneles Dinámicos Arellano y Bond

A nivel de Comuna

| | Inversión MOP | Aeropuerto | Vialidad | Obras Hidráulicas | Obras Portuarias |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| (-1) | -0.488 (1.04) | 0.26 (4.22)** | -0.373 (0.84) | 0.358 (4.06)** | -0.208 (0.94) |
| Constante | -1.778 (0.23) | -0.601 (1.19) | -1.444 (0.19) | -0.133 (0.33) | -0.479 (1.4) |
| Observaciones | 1705 | 1705 | 1705 | 1705 | 1705 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

**Cuadro 2: Estimaciones de Paneles Dinámicos Arellano y Bond*****A nivel de Provincia***

| | Inversión MOP | Aeropuerto | Vialidad | Obras Hidráulicas | Obras Portuarias |
|---------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| (-1) | 0.324 (1.69) | 0.248 (30.86)** | -0.088 (0.29) | 0.499 (13.88)** | -0.025 (0.12) |
| Constante | -7.07 (1.22) | -3.601 (1.11) | -3.511 (0.98) | 0.552 (1.13) | -0.616 (2.16)* |
| Observaciones | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 |

Test z entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

Cuadro 3: Estimaciones de Paneles Dinámicos Arellano y Bond***A nivel de Región***

| | Inversión MOP | Aeropuerto | Vialidad | Obras Hidráulicas | Obras Portuarias |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| (-1) | 0.578 (10.08)** | 0.175 (14.39)** | 0.646 (14.90)** | 0.707 (24.94)** | 0.092 (2.52)* |
| Constante | 0.012 -0.05 | 0.049 -0.47 | 0.092 -0.44 | -0.08 -0.32 | -0.088 -1.2 |
| Observaciones | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 |

Test z entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



III.4.1 Estimaciones a Nivel Comunal

Tal como dijimos anteriormente, el primer nivel de estimaciones se realiza a nivel de comuna. Las variables de interés para el presente estudio son: **ingreso per cápita**, **alquiler imputado**⁴⁷ y **tasa de desempleo**. Para el efecto se ha trabajado con un panel desbalanceado, el cual consta de 813 observaciones.

Los resultados de las estimaciones que se presentan en los Cuadros 4, 5 y 6 siguientes son de modelos lineales simples, con las variables en nivel (es decir, sin logaritmos). Esto aplica para las estimaciones provinciales y regionales que se detallan más adelante.

En todo lo que sigue, los ítems de inversión MOP a considerar en las diversas especificaciones serán los siguientes

| Unidad | Nombre | Ítem |
|-----------------------|---|---|
| AEROPUERTOS | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión en aeropuertos (1) • Inversión en aeropuertos (2) • Inversión en aeropuertos (3) | <ul style="list-style-type: none"> • Pequeños aeródromos • Red secundaria • Red troncal |
| O. HIDRAULICAS | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión en obras hidráulicas (1) • Inversión en obras hidráulicas (2) | <ul style="list-style-type: none"> • Aguas Lluvia • Obras de Riego |
| O. PORTUARIAS | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión en obras portuarias (1) • Inversión en obras portuarias (2) • Inversión en obras portuarias (3) | <ul style="list-style-type: none"> • Caletas pesqueras • Otras obras • Puertos Comerciales |
| VIALIDAD | <ul style="list-style-type: none"> • Inversión en vialidad (1) • Inversión en vialidad (2) • Inversión en vialidad (3) | <ul style="list-style-type: none"> • Conservación • Construcción. • Mejoramiento |



Cuando no se haga referencia a sub – ítems de inversión se entiende que se suma sobre todos ellos.

El **Cuadro 4** presenta las estimaciones para el **ingreso per cápita**. En todas las estimaciones y cuadros que siguen, la columna (1) de la tabla muestra el impacto de la inversión MOP agregada. Dado esto, el coeficiente obtenido en el Cuadro 4 no es estadísticamente significativo para dicha variable. Puesto que la columna (2) muestra el impacto de la inversión MOP desagregada en los cuatro ítems ya mencionados (vialidad, aeropuertos, obras hidráulicas y obras portuarias). De lo mostrado en el Cuadro 4 se tiene que ninguna de ellas es estadísticamente significativa para explicar el ingreso.

Finalmente, la columna (3), que muestra los impactos según ítem de inversión desagregados, nos muestra que

Consecuencia de Política 9

El efecto que tiene la conservación vial sobre el ingreso per cápita promedio comunal es positivo y estadísticamente significativo al 10%.

Es posible apreciar, además, que los coeficientes asociados a las variables escolaridad y tasa de ruralidad tienen los signos esperados en todas las especificaciones, esto es, la escolaridad afecta positivamente el ingreso de la comuna, y la tasa de ruralidad lo afecta negativamente, lo que indica que hogares rurales tienden a tener menores niveles de ingresos.

⁴⁷ Pensamos que probablemente el efecto que tendría la inversión MOP sobre el ingreso per cápita se debe básicamente al efecto que éste tendría sobre el alquiler imputador del hogar. Para analizar dicha hipótesis procedemos a realizar, entonces, el análisis sobre esta última variable.



El **Cuadro 5** presenta las estimaciones para el **alquiler imputado**. Tal como ya se dijo anteriormente, el objetivo al realizar estas estimaciones es ver qué tan importante es el efecto que tiene la inversión MOP sobre dicha variable, dado que sobre el ingreso per cápita no se pudo apreciar un efecto fuerte. La columna (1) de dicho cuadro nos muestra que el coeficiente resultante no es estadísticamente significativo. De la columna (2) es posible apreciar que

Consecuencia de Política 10

la inversión en obras portuarias tiene un efecto positivo, y significativo al 5%, sobre el monto del alquiler imputado comunal, cuestión que también es válido para inversiones en obras hidráulicas, siendo el nivel de significancia de 10%.

Finalmente, de la columna (3) se deduce que el efecto que tiene el ítem (2) de la inversión en obras portuarias sobre el alquiler imputado es positivo y estadísticamente significativo al 5%. Una situación similar ocurre con el impacto del ítem (2) de la inversión en obras hidráulicas, que es positivo y estadísticamente significativo al 10%.

Los coeficientes asociados a las variables escolaridad y tasa de ruralidad tienen los signos esperados en todas las especificaciones. Esto es, la escolaridad afecta positivamente el alquiler imputado de la comuna, y la tasa de ruralidad lo afecta negativamente.

El **Cuadro 6** presenta las estimaciones para la **tasa de desempleo**. De la columna (1) se tiene que el coeficiente no es estadísticamente significativo pero tiene el signo esperado. De la columna (2) se tiene que ninguna de estas variables es estadísticamente significativa. Finalmente, de la columna (3) es posible apreciar que tanto el ítem (1) de la inversión en vialidad como el ítem (1) de inversión en obras portuarias tienen un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo. Sin embargo,



Consecuencia de Política 11

Las inversiones en mejoramiento vial presentan un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo comunal.

En las estimaciones anteriores se controló⁴⁸ además por edad promedio, tasa de analfabetismo, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación básica completa, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación media completa, tasa de empleo y tasa de masculinidad. La edad promedio tiene un efecto negativo sobre la tasa de desempleo, lo que indica que comunas de más edad tienen mayores tasas de desempleo. La tasa de analfabetismo como era de esperar tiene un efecto positivo sobre la tasa de desempleo. Lo anterior no es de sorprender puesto que ese grupo no presenta inversión en capital humano, y por lo tanto, cuenta con escasas posibilidades de encontrar empleo. Finalmente, con respecto a la tasa de empleo, ésta tiene un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo.

⁴⁸ Es decir, se consideró como variables explicativas adicionales.



**Cuadro 4: Estimaciones Para Ingreso Per Cápita
a nivel Comunal⁴⁹**

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|
| Logaritmo tasa de desempleo | 0,022 (0.57) | 0,019 (0.5) | 0,026 (0.66) |
| Inversión MOP per cápita | 0,0001 (1.45) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0,00009 (1.16) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0,0007 (1.88) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | 0,0002 (0.91) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0,000112 (0.99) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | 0,0007 (0.52) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | 0,0048 (1.38) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0,0016 (0.58) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | -0,0011 (0.6) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | 0,0002 (0.87) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | -0,0001 (0.01) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | 0,00020 (0.87) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0,0036 (0.99) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | -0,0097 (0.62) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | -0,0026 (0.32) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | 0,0063 (1.51) |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0,244 (11.69)** | 0,247 (11.73)** | 0,243 (11.42)** |
| Tasa de ruralidad | -0,137 (0.73) | -0,128 (0.67) | -0,093 (0.48) |
| Constante | 9,599 (38.93)** | 9,559 (38.34)** | 9,592 (38.18)** |
| R cuadrado | 0,2915 | 0,2947 | 0,306 |
| Observaciones | 813 | 813 | 813 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

⁴⁹ En todo lo que sigue, para las especificaciones se debe considerar que en columna (1) de cada tabla se controla por la inversión MOP agregada, en (2) se controla por la inversión desagregada por cuatro ítemes (vialidad, obras hidráulicas, obras portuarias y aeropuerto), y finalmente, en (3) se controla sobre la base de todas las componentes.



**Cuadro 5: Estimaciones Para Alquiler Imputado
a nivel Comunal**

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Inversión MOP per cápita | 0.00006 (0.64) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | -0.00001 (0.11) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0.00013 (0.28) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | 0.00015 (0.54) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0.00010 (0.67) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | 0.0038 (2.04)* | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | 0.0031 (0.65) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0.00839 (2.23)* |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0.00220 (0.85) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | 0.0005 (1.69) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0.00582 (0.58) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | 0.00052 (1.67) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0.0022 (0.44) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0.02382 (1.12) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | -0.00086 (0.08) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | 0.00137 (0.24) |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0.274 (10.50)** | 0.279 (10.69)** | 0.281 (10.55)** |
| Tasa de ruralidad | -0.753 (3.07)** | -0.7 (2.84)** | -0.642 (2.57)* |
| Constante | 7.916 (30.07)** | 7.844 (29.61)** | 7.811 (29.05)** |
| R cuadrado | 0.25 | 0.26 | 0.27 |
| Observaciones | 813 | 813 | 813 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



Cuadro 6: Estimaciones Para Tasa de Desempleo⁵⁰
a nivel Comunal

| | (1) | (2) | (3) |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| Logaritmo del ingreso per cápita | 1,39 (6.10)** | 1,392 (6.09)** | 1,385 (6.09)** |
| Inversión MOP per cápita | -0,0002 (1.26) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | -0,0002 (0.91) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | -0,002 (1.85) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | -0,001 (1.5) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | 0,0005 (1.72) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | -0,0019 (0.56) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | -0,015 (1.81) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | -0,009 (1.42) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0,007 (1.43) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | -0,00061 (1.08) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0,016 (0.89) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | -0,001 (1.1) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0,0002 (0.02) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0,05 (1.32) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | 0,029 (1.5) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | -0,011 (1.13) |
| Edad | -0,047 (2.20)* | -0,047 (2.21)* | -0,048 (2.23)* |
| Tasa de analfabetismo | 5,147 (7.26)** | 5,164 (7.25)** | 5,185 (7.31)** |
| % de la PET con Educ. básica completa | -0,795 (1.15) | -0,829 (1.18) | -0,594 (0.87) |
| % de la PET con Educ. media completa | -1,111 (1.79) | -1,094 (1.73) | -1,214 (1.96) |
| Tasa de empleo | -5,111 (7.30)** | -5,124 (7.21)** | -4,986 (7.12)** |
| Tasa de masculinidad | -1,273 (0.89) | -1,304 (0.91) | -1,58 (1.11) |
| Constante | -13,734 (6.75)** | -13,7 (6.73)** | -13,639 (6.79)** |
| R cuadrado | 0.0425 | 0.0402 | 0.0524 |
| Observaciones | 813 | 813 | 813 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

⁵⁰ Variable dependiente es logaritmo de tasa de desempleo.



III.4.2 Estimaciones a Nivel Provincial

El segundo nivel de estimaciones se realiza a nivel de provincia. Las variables de interés son las mismas que antes. Para efectos de este conjunto de estimaciones se ha trabajado con un panel balanceado, el cual consta de 192 observaciones.

El **Cuadro 7** presenta las estimaciones para el ingreso per cápita. La columna (1) muestra el impacto de la inversión MOP agregada. El coeficiente no es estadísticamente significativo. La columna (2) muestra el impacto de la inversión MOP desagregada. De los datos, se tiene que

Consecuencia de Política 12

la inversión en aeropuertos tiene un efecto positivo y significativo al 5% sobre el ingreso per cápita provincial. El resto de las variables no son significativas.

Finalmente, la columna (3) muestra los impactos según ítem de inversión. Aquí es posible observar *resultados mixtos* en términos de signos. Mientras que

Consecuencia de Política 13

los ítems conservación vial y pequeños aeródromos tienen un impacto positivo y significativo al 1% sobre el ingreso per cápita provincial, los ítems construcción y mejoramiento vial y red secundaria aeroportuaria muestran un impacto negativo. Sin embargo lo anterior, considerando que el efecto de las inversiones agregadas es marginalmente positiva y no significativa para casi todos los ítems de gasto (columna 2 del Cuadro 7), la consecuencia es que a nivel de provincia no es posible constatar un efecto positivo ni negativo entre estas variables.



Es posible apreciar, además, que los coeficientes asociados a las variables escolaridad y tasa de ruralidad tienen los signos esperados en todas las especificaciones. Esto es, la escolaridad afecta positivamente el ingreso de la provincia, y la tasa de ruralidad lo afecta negativamente, lo que indica que hogares rurales tienden a tener menores niveles de ingresos.

El **Cuadro 8** presenta las estimaciones para el alquiler imputado a nivel provincial. Como antes, la columna (1) muestra el impacto de la inversión MOP agregada sobre la variable. Del cuadro 8 se tiene que el coeficiente no es estadísticamente significativo para explicar la variable. Por otro lado, la columna (2) muestra el impacto de la inversión MOP desagregada (vialidad, aeropuertos, obras hidráulicas y obras portuarias) y, al igual que en el caso anterior, ninguna de ellas pareciera ejercer un impacto significativo sobre el alquiler imputado. Finalmente, en la columna (3) se muestran los impactos según ítem de inversión desagregados. Aquí hay resultados que se contraponen, ya que

Consecuencia de Política 14

Mientras que los ítems conservación en vialidad y caletas pesqueras en obras portuarias tienen un impacto positivo y significativo, al 1% y 5% respectivamente, sobre el alquiler imputado provincial. Como contraparte se tiene que el mejoramiento vial presenta un impacto negativo sobre el mismo. Sin embargo, al observar las magnitudes parciales de dichos efectos, se tiene que el neto es positivo, cuestión que se corrobora por el hecho que la inversión vial agregada (columna 2 del Cuadro 8) tiene efecto positivo sobre la variable.

Los coeficientes asociados a las variables escolaridad y tasa de ruralidad tienen los signos esperados en todas las especificaciones. Esto es, la escolaridad afecta positivamente el alquiler imputado de la comuna, y la tasa de ruralidad lo afecta negativamente.



El **Cuadro 9** presenta las estimaciones para la tasa de desempleo. De los resultados de la columna (1) se tiene que el coeficiente correspondiente no es estadísticamente significativo. De la columna (2) se deduce que hay efectos mixtos. En efecto, mientras que la inversión en obras portuarias tiene un efecto positivo sobre la tasa de desempleo, la inversión en obras hidráulicas presenta un impacto negativo. Finalmente, de la columna (3) es posible apreciar que el ítem (2) de la inversión en obras hidráulicas tiene un impacto negativo y significativo al 10% sobre la tasa de desempleo. Sin embargo, el ítem (2) de la inversión en aeropuertos y el ítem (2) de la inversión en obras portuarias presentan un impacto positivo sobre la tasa de desempleo.

Para la realización de dichas estimaciones se controló por edad promedio, tasa de analfabetismo, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación básica completa, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación media completa, tasa de empleo y tasa de masculinidad. La edad promedio no es estadísticamente significativa. Nuevamente la tasa de analfabetismo, como era de esperar, tiene un efecto positivo sobre la tasa de desempleo. Finalmente, con respecto a la tasa de empleo, ésta tiene un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo (como era de esperar).



Cuadro 7: Estimaciones Para Ingreso Per Cápita
A nivel de Provincia

| | (1) | (2) | (3) |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| Logaritmo tasa de desempleo | 0,155 (2.05)* | 0,169 (2.24)* | 0,156 (2.23)* |
| Inversión MOP per cápita | 0,00007 (0.22) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0,00006 (0.17) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0,003 (4.13)** |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | -0,002 (2.26)* |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0,004 (3.87)** |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | -0,00233 (0.96) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | 0,02 (1.35) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0,004 (0.71) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | -0,001 (0.42) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | 0,00132 (1.09) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0,007 (0.32) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | 0,001 (0.51) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0,0066 (1.99)* | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0,018 (3.42)** |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | -0,016 (1.92) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | 0,006 (1.38) |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0,163 (3.63)** | 0,172 (3.63)** | 0,202 (4.54)** |
| Tasa de ruralidad | -0,162 (0.49) | -0,089 (0.27) | 0,358 (1.12) |
| Constante | 10,774 (21.36)** | 10,685 (20.04)** | 10,304 (20.86)** |
| R cuadrado | 0.1301 | 0.1589 | 0.3549 |
| Observaciones | 192 | 192 | 192 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



Cuadro 8: Estimaciones Para Alquiler Imputado A nivel de Provincia

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Inversión MOP per cápita | 0.00042 (1.44) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0.0004 (1.13) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0.0027 (3.49)** |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | 0.0002 (0.23) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0.0021 (2.16)* |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | -0.00009 (0.04) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | 0.0338 (2.24)* |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | -0.0069 (1.3) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0.0022 (0.81) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | 0.0015 (1.28) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | -0.0136 (0.62) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | 0.0009 (0.81) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0.0022 (0.65) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0.0027 (0.47) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | -0.00319 (0.38) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | 0.00059 (0.13) |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0.196 (4.65)** | 0.197 (4.41)** | 0.214 (4.82)** |
| Tasa de ruralidad | -0.865 (2.88)** | -0.857 (2.80)** | -0.565 (1.81) |
| Constante | 8.525 (21.19)** | 8.503 (19.75)** | 8.293 (19.40)** |
| R cuadrado | 0.27 | 0.27 | 0.4 |
| Observaciones | 192 | 192 | 192 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

**Cuadro 9: Estimaciones Para Tasa de Desempleo*****A nivel de Provincia***

| | (1) | (2) | (3) |
|---|---------------------|--------------------|---------------------|
| Logaritmo del ingreso per cápita | 0,927 (2.44)* | 0,968 (2.59)** | 0,741 (2.11)* |
| Inversión MOP per cápita | 0,0004 (0.55) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0,0003 (0.39) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0,0004 (0.2) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | -0,0014 (0.89) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | 0,0009 (0.37) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | 0,0093 (1.89) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | -0,0472 (1.51) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0,0253 (2.29)* |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0,00636 (1.15) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | -0,0047 (1.87) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0,00983 (0.21) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | -0,0041 (1.76) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | -0,0057 (0.8) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | -0,015 (1.29) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | 0,042 (2.39)* |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | -0,004 (0.47) |
| Edad | 0,032 (0.75) | 0,039 (0.93) | 0,052 (1.4) |
| Tasa de analfabetismo | 2,361 (2.45)* | 2,522 (2.60)** | 2,953 (3.14)** |
| % de la PET con Educ. básica completa | 0,587 (0.41) | 0,735 (0.51) | 1,278 (0.97) |
| % de la PET con Educ. media completa | 0,604 (0.39) | 0,506 (0.33) | -0,87 (0.61) |
| Tasa de empleo | -6,318 (4.23)** | -5,651 (3.79)** | -5,107 (3.21)** |
| Tasa de masculinidad | 1,268 (0.48) | 1,575 (0.6) | 1,875 (0.75) |
| Constante | -12,425 (3.29)** | -13,67 (3.59)** | -11,951 (2.94)** |
| R cuadrado | 0.1820 | 0.2220 | 0.3863 |
| Observaciones | 192 | 192 | 192 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



III.4.3 Estimaciones a Nivel Regional

Finalmente, el tercer nivel de estimaciones se realiza a nivel de región. Las variables de interés nuevamente son: ingreso per cápita, alquiler imputado, y tasa de desempleo. Para efectos de este conjunto de estimaciones se ha trabajado con un panel balanceado, el cual consta de 78 observaciones⁵¹.

Como antes, el **Cuadro 10** presenta las estimaciones para el ingreso per cápita. La columna (1) muestra el impacto de la inversión MOP agregada. De los resultados mostrados en el Cuadro 10, se tiene que

Consecuencia de Política 15

A un 5% de significancia, se constata un efecto positivo de la inversión agregada del MOP sobre el ingreso promedio regional.

La columna (2) muestra el impacto de la inversión MOP desagregada (vialidad, aeropuertos, obras hidráulicas y obras portuarias), y de los números se tiene que

Consecuencia de Política 16

A un 5% de significancia, se constata un efecto positivo de la inversión en vialidad sobre el ingreso promedio regional.

⁵¹ A diferencia de las estimaciones comunales o provinciales, para las estimaciones regionales se ocupan datos CASEN desde 1990, ya los datos de inversión MOP regional están disponibles para este periodo. Por lo tanto, el número de observaciones regionales es 78, es decir, 6x13.



Finalmente, de la columna (3), que muestra los impactos según ítem de inversión desagregados, se tiene que ningún ítem por separado presenta un impacto significativo sobre el ingreso per cápita regional.

Es posible apreciar, además, que los coeficientes asociados a las variables escolaridad y tasa de ruralidad tienen los signos esperados en todas las especificaciones. Esto es, la escolaridad afecta positivamente el ingreso de la provincia, y la tasa de ruralidad lo afecta negativamente, lo que indica que hogares rurales tienden a tener menores niveles de ingresos.

El **Cuadro 11** presenta las estimaciones para el alquiler imputado. De la columna (1), el coeficiente correspondiente no es estadísticamente significativo, mientras que de la columna (2) se tiene que, al igual que en el caso anterior, ningún ítem de inversión agregada pareciera tener un impacto significativo sobre el alquiler imputado. Finalmente, de la columna (3) se tiene que hay resultados que se contraponen, siendo el resultado neto más bien desfavorable. Sólo el coeficiente asociado al ítem (1) de la inversión en aeropuertos es positivo y estadísticamente significativo al 1%, mientras que los coeficientes asociados a los ítems (2) y (3) de inversión en vialidad, y el ítem (3) de inversión en aeropuertos presentan signos negativos.

El coeficiente asociado a la variable escolaridad presenta el signo esperado. Sin embargo, la tasa de ruralidad pareciera ejercer un impacto positivo sobre el alquiler imputado de la región, lo que resulta difícil de creer.

Finalmente, el **Cuadro 12** presenta las estimaciones para la tasa de desempleo. De la columna (1) del mismo se tiene que el coeficiente correspondiente a inversión agregada no es estadísticamente significativo, pero presenta el signo esperado. De la columna (2) se tiene que



Consecuencia de Política 17

La inversión en obras hidráulicas tiene un efecto negativo y significativo al 10% sobre la tasa de desempleo regional.

En complemento a lo anterior, se tiene además que

Consecuencia de Política 18

La inversión en aeropuertos y en vialidad, y el ítem *caletas pesqueras* de Obras Portuarias tienen un impacto negativo y significativo al 1% sobre la tasa de desempleo regional.

Sin embargo, los ítems (1) de la inversión en aeropuertos y vialidad, el ítem (3) de la inversión en obras portuarias, y el ítem (1) de la inversión en obras hidráulicas presentan un impacto positivo sobre la tasa de desempleo.

Para la realización de dichas estimaciones se controló por edad promedio, tasa de analfabetismo, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación básica completa, porcentaje de la población en edad de trabajar (PET) con educación media completa, tasa de empleo y tasa de masculinidad. Tanto la edad promedio como la tasa de analfabetismo no son estadísticamente significativas. Con respecto a la tasa de empleo, ésta tiene un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo. Finalmente, la tasa de masculinidad pareciera tener un impacto negativo y significativo sobre la tasa de desempleo.

NOTA. Del Cuadro 12 se tiene que algunas variables de inversión desagregada tienen signo positivo para explicar el desempleo regional. Este hecho se puede explicar, por ejemplo, considerando que *aumentos en la inversión pública mejoran la productividad*



de las firmas y con ello, ante un consumo constante o con muy poca variación⁵², se tiene que la demanda por trabajo puede perfectamente caer debido a que los cambios en consumo son absorbidos precisamente por este cambio en la productividad mencionado. De todas formas hay que tener cuidado con la lectura de estos resultados y tener una conclusión más categórica pasa por un análisis más detallado del problema.

⁵² Considere el hecho que en parte del período de análisis el país vivió una crisis en el consumo y una caída fuerte en el empleo.



Cuadro 10: Estimaciones Para Ingreso Per Cápita
A nivel de Región

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|----------------------|
| Logaritmo tasa de desempleo | -0,632 (5.32)** | -0,667 (5.10)** | -0,544 (4.73)** |
| Inversión MOP per cápita | 0,002 (1.82) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0,003 (2.18)* | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0,015 (1.44) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | 0,002 (0.45) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0,006 (0.89) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | -0,006 (0.5) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | -0,076 (1.05) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | -0,016 (0.26) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | -0,0002851 (0.02) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | -0,002 (0.59) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0,052 (0.93) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | -0,001 (0.14) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | 0,000122 (0.02) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0,018 (0.23) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | 0,03 (0.34) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | -0,008 (0.53) |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0,568 (6.39)** | 0,584 (5.97)** | 0,515 (4.73)** |
| Tasa de ruralidad | -3,123 (2.62)** | -3,449 (2.50)* | -2,697 (1.79) |
| Constante | 5,333 (4.90)** | 5,16 (4.31)** | 6,018 (4.82)** |
| R cuadrado | 0,633 | 0,628 | 0,6868 |
| Observaciones | 78 | 78 | 78 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



Cuadro 11: Estimaciones Para Alquiler Imputado
A nivel de Región

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Inversión MOP per cápita | 0.001 (1.35) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0.001 (1.19) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0.001 (0.19) |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | -0.006 (1.92) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0.007 (1.99) |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | 0.005 (0.66) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | 0.047 (1.09) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0.043 (1.18) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0.007 (0.7) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | -0.00010 (0.04) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0.016 (0.46) |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | -0.003 (1.22) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | -0.001 (0.1) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0.098 (2.09)* |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | 0.042 (0.77) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | -0.023 (2.62)* |
| Escolaridad de la población en edad de trabajar | 0.218 (3.77)** | 0.209 (3.32)** | 0.229 (3.47)** |
| Tasa de ruralidad | 1.262 (1.57) | 1.086 (1.19) | 0.562 (0.62) |
| Constante | 7.937 (12.24)** | 8.055 (11.27)** | 8.086 (11.15)** |
| R cuadrado | 0.26 | 0.26 | 0.48 |
| Observaciones | 78 | 78 | 78 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%

**Cuadro 12: Estimaciones Para Tasa de Desempleo*****A nivel de Región***

| | (1) | (2) | (3) |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|
| Logaritmo del ingreso per cápita | 0,495 (1.65) | 0,457 (1.59) | 0,05 (0.15) |
| Inversión MOP per cápita | 0,00013 (0.07) | | |
| Inversión en vialidad per cápita | | 0,001 (0.42) | |
| Inversión en vialidad per cápita (1) | | | 0,033 (2.57)* |
| Inversión en vialidad per cápita (2) | | | 0,002 (0.25) |
| Inversión en vialidad per cápita (3) | | | -0,021 (2.84)** |
| Inversión en obras portuarias per cápita | | 0,009 (0.5) | |
| Inversión en obras portuarias per cápita (1) | | | -0,239 (2.72)** |
| Inversión en obras portuarias per cápita (2) | | | 0,11 (1.42) |
| Inversión en obras portuarias per cápita (3) | | | 0,046 (1.97)* |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita | | -0,009 (1.69) | |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (1) | | | 0,199 (2.51)* |
| Inversión en obras hidráulicas per cápita (2) | | | -0,001 (0.09) |
| Inversión en aeropuerto per cápita | | -0,006 (0.68) | |
| Inversión en aeropuerto per cápita (1) | | | 0,226 (2.36)* |
| Inversión en aeropuerto per cápita (2) | | | 0,088 (0.79) |
| Inversión en aeropuerto per cápita (3) | | | -0,06 (3.27)** |
| Edad | 0,007 (0.12) | 0,017 (0.31) | 0,03 (0.52) |
| Tasa de analfabetismo | -0,678 (0.3) | 0,079 (0.04) | 3,862 (1.54) |
| % de la PET con Educ. básica completa | 1,194 (2.82)** | 1,205 (2.82)** | 1,43 (2.76)** |
| % de la PET con Educ. media completa | -1,654 (1.14) | -1,606 (1.1) | -2,072 (1.36) |
| Tasa de empleo | -9,514 (4.35)** | -9,694 (4.03)** | -11,132 (4.19)** |
| Tasa de masculinidad | -12,289 (2.24)* | -12,846 (2.33)* | -10,895 (1.8) |
| Constante | 2,026 (0.69) | 2,476 (0.82) | 6,376 (2.07)* |
| R cuadrado | 0.4118 | 0.4601 | 0.6518 |
| Observaciones | 78 | 78 | 78 |

Test t entre paréntesis

* significativo al 5%

** significativo al 1%



IV. Conclusiones

El trabajo realizado estudió el efecto que ha tenido el desarrollo de la infraestructura pública, de responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas, sobre el Producto Interno Bruto (impactos macroeconómicos), el empleo y los ingresos de las personas (impactos microeconómicos). Se consideraron para el efecto diversos niveles de desagregación del territorio.

Por el lado socio – económico, la información utilizada correspondió básicamente a los registros de las encuestas CASEN desde 1994 al 2000 (desde 1990 para análisis regional), mientras que para el producto se utilizó una serie de PIB nacional y regional para el período 1975 – 2000⁵³. Sobre infraestructura, se utilizaron datos provistos por el Ministerio de Obras Públicas, los que fueron sistematizados y puestos en una base de datos ad hoc para el estudio.

Para el análisis microeconómico, se trabajó con datos de inversión comunal en el período 1994 – 2000, mientras que para el análisis macro se utilizaron datos regionales de inversión para el período 1975 - 2000. Adicionalmente se construye un panel de datos con antecedentes regionales y nacionales de formación bruta de capital privado, productividad total de factores y empleo para el período 1975 – 2000.

Sobre los impactos de la inversión en el PIB, al estimar un modelo de corrección de errores y las respectivas ecuaciones de cointegración entre las variables de interés, se tiene que a nivel nacional las principales conclusiones son que

- la inversión MOP a nivel agregado es estacionaria en diferencias al igual que la mayoría de sus componentes,

⁵³ La serie regionalizada es sólo hasta 1998.



- un aumento del 1% de la inversión en obras públicas generará un aumento del producto en un 0.123% (todo lo demás constante),
- por cada punto porcentual de aumento en la inversión real en obras públicas (IROP) el stock de capital de la economía aumenta en 0.036%.
- un aumento del 1% en la IROP tendrá un efecto sobre la productividad total de los factores cercano al 0.075%, lo que afectará en forma directa al nivel de producto y la tasa de crecimiento de la economía.

Sobre los impactos en PIB regional, las principales conclusiones son las siguientes:

- Los principales efectos de la inversión en vialidad se encuentran en la región Metropolitana, seguido por las regiones VI, X y VIII. Por otro lado, en las regiones III, IV, V, VII y IX no se observan efectos significativos. En la II y IX región, la elasticidad producto – inversión es superior al 0.5%. Sin embargo, los test estadísticos muestran que la velocidad de convergencia no es significativamente distinta de cero.
- El impacto de la inversión en arquitectura en general está presente en aquellas regiones donde vialidad no tiene un efecto sobre el producto, exceptuando la I Región y la Metropolitana.
- La inversión en obras portuarias ha tenido efectos importantes en el producto de las regiones V, IX y II.
- El efecto de las obras de riego se ha centralizado principalmente en las regiones III, V, VI y VII.



- La inversión en aeropuerto sólo ha tenido efectos significativos sobre el producto en la IV y VIII región.
- La velocidad de ajuste es mucho mayor en las regiones IV, VI, VII, VIII y X, de lo que se deduce que una mayor inversión en las mismas implica un mayor producto en un menor período respecto del resto de las regiones.

Finalmente, al estimar una serie de ecuaciones para determinar el impacto de las inversiones en infraestructura sobre salarios y empleo, tanto a nivel comunal, provincial y regional, las principales conclusiones que se tienen son las siguientes:

- *a nivel comunal*, el efecto de la inversión MOP agregada sobre el *ingreso per cápita* no es estadísticamente significativo, como tampoco lo es si consideramos el efecto de la inversión dividida en cuatro ítems agregados, a saber vialidad, aeropuertos, obras hidráulicas y obras portuarias. Sólo hay evidencia de impacto significativo (al 10%) y positivo sobre ingreso del ítem de *conservación vial*. Para el *desempleo*, sólo es posible afirmar que a este nivel de desagregación hay un efecto negativo y significativo sobre la variable en las componentes *conservación vial* y *obras portuarias asociadas a caletas pesqueras*.
- *a nivel provincial*, el efecto de la inversión MOP agregada no es significativo sobre el ingreso per cápita provincial, como tampoco lo son las categorías de vialidad, obras hidráulicas y obras portuarias. Sólo el gasto en *aeropuertos* muestra un efecto positivo y significativo sobre el ingreso per cápita de la provincia. Con más detalle de desagregación del gasto, podemos constatar que *conservación vial* tiene un impacto positivo sobre ingresos. Respecto del efecto sobre el desempleo, el coeficiente correspondiente a inversión total agregada no es estadísticamente significativo, mientras que el de *inversión en obras hidráulicas* provincial resulta negativo y significativo.



- *a nivel regional*, se tiene evidencia de un impacto positivo y significativo del gasto total MOP sobre el ingreso per cápita promedio, conclusión que es válida para la inversión en vialidad. Respecto del desempleo, el efecto de la inversión agregada no es estadísticamente significativo, pero presenta el signo esperado (negativo), mientras que la inversión en obras hidráulicas tiene un efecto negativo y significativo al 10% sobre la tasa de desempleo.

En complemento a lo anterior, algunas mejoras que a futuro se pueden hacer a este trabajo y/o nuevas líneas de acción que se pueden emprender para obtener resultados complementarios en esta línea de investigación, son las siguientes:

- *Deflactar los registros de bases de dato MOP a nivel regional*: para efectos del análisis macroeconómico que se ha hecho, la base de datos que se ha ocupado consta de antecedentes regionales de inversión MOP desde 1975 en adelante, aun cuando existe información, al menos, desde 1960. El problema es que la deflacción de datos previos a 1975 (con el fin de tener series comparables en el tiempo) no ha sido posible dada la naturaleza de la información. Este ha resultado ser un problema muy complejo: cualquier intento de deflacción nos llevó a datos inverosímiles sobre inversión en infraestructura como porcentaje del PIB. Disponer de información complementaria que permita recomponer la inversión de manera tal que se generen valores comparables y consistentes en el tiempo, puede ser de gran ayuda para una mejor especificación del modelo macroeconómico. A modo de ejemplo, si la información de inversión MOP (incluso total) estuviese disponible como porcentaje del PIB y no como dato duro, se podrían reconstruir las series históricas desde 1960 en adelante.
- *Ampliar los registros comunales*: la base de datos usada en los análisis microeconómicos consideran antecedentes desde 1994 al 2000. Sin embargo, esta base puede ser ampliada hacia atrás y adelante, con un trabajo adicional de sistematización y ordenamiento de registros que posee actualmente el MOP.



Esto puede ser de gran ayuda para ampliar el tamaño de la muestra, lo que obviamente permite mejorar los resultados de las estimaciones.

- Una variable que puede ser de mucho interés para efectos de analizar los impactos de la infraestructura en la calidad de vida de las personas es el *stock de infraestructura*. En lo análisis que se han hecho, en ningún caso se trabajó con variables de stock, sino que más bien con datos de inversión, razón por la cual el modelo no toma en cuenta el efecto del capital ya existente sobre las variables socio – económicas. De hecho, pretender desarrollar un modelo de stock puede ser una tarea compleja, por cuanto se requiere disponer de modelos de depreciación y de tecnología de la producción de infraestructura: claramente un peso invertido en determinado año no implica la misma cantidad (y calidad) de infraestructura que el mismo peso invertido en otro año. Esto hace que deducir stock a partir de los flujos de inversión sea una tarea compleja.
- Desafortunadamente no fue posible desarrollar un modelo macro de efectos regionales más detallado por falta de información complementaria que permitiese especificar en forma más adecuada las ecuaciones para cada región. Sólo con variables de PIB regional no es mucho lo que se puede hacer sobre estas materias. De hecho, la no existencia de variables de stock privado de infraestructura, o inversión privada regional, dificulta cualquier análisis más profundo.



V. Los datos MOP 1975 / 2000: una revisión

V.1 Generalidades

Las inversiones en cada ítem, para todo el período 1975 – 2000 se presentan en millones de pesos de 1986. Para la descripción de los datos, utilizaremos la siguiente definición:

| | |
|-----|--|
| V1 | Subsecretaría |
| V2 | Arquitectura |
| V3 | Obras Hidráulicas |
| V4 | Vialidad |
| V5 | Aeropuerto |
| V6 | Administración Sistemas de Concesiones |
| V7 | D.G.O.P. |
| V8 | Planeamiento |
| V9 | Contabilidad |
| V10 | Dirección General de Aguas |
| V11 | Instituto Nacional de Hidráulica |
| V12 | Superintendencia |
| V13 | Camino Longitudinal Austral |
| V14 | No Ejecutores |
| V15 | Sendos |
| V16 | Emos |
| V17 | Eos V Región |
| V18 | Obras Sanitarias |
| V19 | Pavimentación |
| V20 | Derechos Zonales |
| V21 | D.G.O.P. D. Fluviales |
| V22 | Fiscalía |
| V23 | Unidad de Apoyo |
| V24 | Riego |
| V25 | Metro |
| V26 | Obras Portuarias |

Dado esto, la disponibilidad de datos para el período se resume en la siguiente tabla, donde la lectura es la siguiente:

si para un año dado (fila) hay una X en cierta columna Vij, significa que para ese año el ítem de inversión Vij de la tabla anterior existe.



Disponibilidad de Información por año y por servicio: 1975 – 2000

| Año | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | V7 | V8 | V9 | V10 | V11 | V12 | V13 | V14 | V15 | V16 | V17 | V18 | V19 | V20 | V21 | V22 | V23 | V24 | V25 | V26 | |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 1975 | | X | | X | X | | | X | | X | | | | | | | | X | | X | X | | | X | | X | |
| 1976 | | X | | X | X | | | X | | X | | | | | | | | X | | X | X | X | | | X | | X |
| 1977 | | X | | X | X | | | X | | X | | | | | X | X | | | | X | | X | | | X | | X |
| 1978 | | X | | X | X | | | X | | X | | | | | X | X | | | | X | X | X | | | X | | X |
| 1979 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | X | X | X |
| 1980 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | X | X | X |
| 1981 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1982 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1983 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1984 | | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1985 | X | X | | X | X | | | | | X | | | | | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1986 | X | X | | X | X | | | | | X | | | X | | X | X | X | | | | | | X | | X | X | X |
| 1987 | X | X | | X | X | | | | | X | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1988 | X | X | | X | X | | | | | X | | | X | X | X | X | X | | | | | | | | X | X | X |
| 1989 | X | X | | X | X | | | | | X | | | X | X | X | X | | | | | | | | | X | X | X |
| 1990 | X | X | | X | X | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1991 | X | X | | X | X | | X | | | X | | | X | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1992 | X | X | | X | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1993 | X | X | | X | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1994 | X | X | | X | X | | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1995 | X | X | | X | X | X | X | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1996 | X | X | | X | X | | X | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | | X | | X |
| 1997 | | X | X | X | X | | | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 1998 | | X | X | X | X | | | X | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| 1999 | X | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | X |
| 2000 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | X |



V.2 Inversión en Obras Públicas por Rubro.

La inversión en obras públicas se divide en seis grupos, utilizando el siguiente criterio:

- **Arquitectura:** Arquitectura
- **Obras de riego:** Obras Hidráulicas, riego
- **Saneamiento:** DGOP, Planeamiento, Sendos, Emos, Esva, Obras Sanitarias, ISAR Planeamiento.
- **Vialidad:** Camino Longitudinal, Vialidad, pavimentación, DGOP Fluviales, Vialidad construcción, vialidad conservación, ISAR Vialidad.
- **Aeropuerto:** Aeropuerto
- **Obras Portuarias:** Obras Portuarias.

Dado esto, las siguientes tablas nos entregan los resultados resumen de las inversiones del ministerio por cada uno de los grupos señalados.



ARQUITECTURA

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 362 | 112 | 18 | 210 | 484 | 1788 | 137 | 193 | 122 | 237 | 284 | 81 | 142 |
| 1976 | 381 | 131 | 39 | 149 | 608 | 1670 | 135 | 181 | 83 | 175 | 385 | 214 | 181 |
| 1977 | 273 | 128 | 125 | 126 | 408 | 1548 | 237 | 314 | 184 | 223 | 532 | 164 | 282 |
| 1978 | 138 | 187 | 161 | 455 | 215 | 941 | 227 | 358 | 228 | 162 | 381 | 206 | 316 |
| 1979 | 209 | 98 | 146 | 410 | 399 | 346 | 178 | 262 | 87 | 185 | 545 | 88 | 346 |
| 1980 | 243 | 91 | 88 | 65 | 367 | 101 | 131 | 130 | 63 | 24 | 439 | 71 | 101 |
| 1981 | 235 | 185 | 100 | 75 | 280 | 459 | 377 | 121 | 18 | 9 | 392 | 114 | 243 |
| 1982 | 215 | 186 | 202 | 84 | 449 | 1223 | 460 | 426 | 222 | 72 | 150 | 139 | 118 |
| 1983 | 72 | 114 | 37 | 123 | 183 | 779 | 119 | 169 | 88 | 73 | 200 | 120 | 243 |
| 1984 | 156 | 216 | 139 | 115 | 220 | 968 | 146 | 107 | 608 | 200 | 394 | 25 | 112 |
| 1985 | 273 | 72 | 79 | 39 | 544 | 289 | 100 | 34 | 139 | 203 | 192 | 11 | 107 |
| 1986 | 135 | 190 | 95 | 78 | 423 | 294 | 314 | 22 | 674 | 121 | 307 | 117 | 45 |
| 1987 | 205 | 149 | 50 | 56 | 326 | 311 | 179 | 218 | 3 | 133 | 450 | 6 | 28 |
| 1988 | 360 | 219 | 219 | 167 | 874 | 430 | 513 | 148 | 341 | 287 | 270 | 17 | 129 |
| 1989 | 399 | 290 | 242 | 123 | 4244 | 675 | 127 | 199 | 440 | 308 | 208 | 270 | 78 |
| 1990 | 149.5 | 198 | 158 | 68 | 6895 | 1234 | 60 | 180 | 248 | 185 | 153 | 188 | 176 |
| 1991 | 302 | 348 | 297 | 285 | 1502 | 1929 | 726 | 447 | 461 | 709 | 809 | 446 | 389 |
| 1992 | 294 | 468 | 239 | 499 | 581 | 1544 | 303 | 606 | 1948 | 832 | 592 | 456 | 349 |
| 1993 | 511 | 667 | 776 | 718 | 592 | 4371 | 471 | 665 | 851 | 741 | 1067 | 685 | 569 |
| 1994 | 751 | 497 | 789 | 1093 | 1111 | 2504 | 876 | 684 | 1257 | 1195 | 906 | 913 | 687 |
| 1995 | 1198 | 712 | 615 | 740 | 385 | 3405 | 628 | 389 | 1193 | 559 | 841 | 681 | 732 |
| 1996 | 1399 | 574 | 607 | 1283 | 224 | 4017 | 752 | 823 | 758 | 970 | 1562 | 456 | 176 |
| 1997 | 1901 | 1133 | 696 | 921 | 220 | 2213 | 459 | 750 | 1084 | 592 | 1351 | 638 | 65 |
| 1998 | 1474 | 518 | 1443 | 1628 | 288 | 4552 | 1466 | 852 | 1760 | 681 | 1277 | 329 | 13 |
| 1999 | 873 | 706 | 1185 | 1561 | 718 | 5020 | 1228 | 1408 | 0 | 1401 | 1102 | 501 | 916 |
| 2000 | 563 | 885 | 679 | 1894 | 192 | 2168 | 930 | 764 | 1739 | 1596 | 1584 | 442 | 510 |



VIALIDAD

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|-------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 700 | 312 | 193 | 486 | 1167 | 1404 | 521 | 1447 | 1234 | 1081 | 1294 | 292 | 236 |
| 1976 | 756 | 161 | 269 | 601 | 1453 | 670 | 625 | 1478 | 847 | 1076 | 1114 | 308 | 212 |
| 1977 | 847 | 421 | 278 | 463 | 2093 | 1627 | 645 | 1045 | 1016 | 1117 | 1811 | 1082 | 141 |
| 1978 | 692 | 207 | 305 | 571 | 2005 | 2023 | 708 | 995 | 1787 | 838 | 1667 | 491 | 294 |
| 1979 | 595 | 188 | 114 | 423 | 1900 | 2222 | 1196 | 2104 | 1875 | 884 | 3055 | 2006 | 429 |
| 1980 | 543 | 347 | 295 | 193 | 1494 | 1214 | 1233 | 879 | 1306 | 1462 | 5384 | 0 | 513 |
| 1981 | 479 | 625 | 682 | 1527 | 1618 | 13562 | 785 | 76 | 249 | 918 | 2404 | 1588 | 177 |
| 1982 | 253 | 360 | 255 | 1162 | 991 | 8573 | 738 | 331 | 1735 | 874 | 1134 | 1496 | 1293 |
| 1983 | 308 | 857 | 326 | 1735 | 873 | 1484 | 3809 | 1467 | 3485 | 2565 | 4028 | 692 | 1080 |
| 1984 | 1763 | 3728 | 883 | 3791 | 1693 | 4368 | 672 | 2420 | 4850 | 4014 | 3224 | 1099 | 1171 |
| 1985 | 308 | 1269 | 1445 | 1975 | 4482 | 4561 | 967 | 1457 | 3064 | 2979 | 4873 | 1652 | 756 |
| 1986 | 242 | 1943 | 376 | 2275 | 3189 | 3895 | 1146 | 1385 | 3382 | 1355 | 5596 | 2033 | 1349 |
| 1987 | 255 | 4037 | 665 | 1595 | 1870 | 6364 | 2082 | 1373 | 2621 | 1470 | 3060 | 394 | 872 |
| 1988 | 842 | 3112 | 922 | 1335 | 1709 | 5147 | 2620 | 1868 | 2390 | 1945 | 4186 | 2248 | 1072 |
| 1989 | 718 | 1666 | 1847 | 1370 | 1434 | 4778 | 2140 | 3450 | 3234 | 960 | 2484 | 2401 | 417 |
| 1990 | 1681.4 | 413 | 685 | 1251 | 2215 | 3928 | 3018 | 1811 | 3481 | 1811 | 2836 | 769 | 606 |
| 1991 | 2439 | 675 | 1044 | 1520 | 2673 | 4214 | 3794 | 4513 | 2960 | 2858 | 4250 | 2733 | 1387 |
| 1992 | 1627 | 1256 | 1423 | 1255 | 2813 | 4644 | 2884 | 6149 | 6273 | 2762 | 3206 | 1648 | 1100 |
| 1993 | 1710 | 1509 | 818 | 1595 | 3183 | 3658 | 4462 | 7548 | 6531 | 4272 | 3240 | 877 | 1484 |
| 1994 | 2475 | 2405 | 906 | 2572 | 4837 | 7264 | 3845 | 5362 | 8434 | 5155 | 5682 | 1723 | 2007 |
| 1995 | 2290 | 2838 | 1382 | 2524 | 7992 | 6527 | 7272 | 5236 | 6673 | 6644 | 7015 | 2225 | 2083 |
| 1996 | 2043 | 4798 | 2729 | 5378 | 7827 | 6749 | 5904 | 7843 | 9084 | 11448 | 10821 | 2430 | 3318 |
| 1997 | 2343 | 3894 | 3088 | 7535 | 4293 | 10038 | 6799 | 7875 | 8226 | 12102 | 15372 | 3079 | 3793 |
| 1998 | 2370 | 5329 | 3934 | 4758 | 7171 | 8147 | 7396 | 9170 | 8641 | 12076 | 12302 | 4314 | 4329 |
| 1999 | 3915 | 4049 | 3191 | 4151 | 4314 | 4543 | 6170 | 8044 | 14726 | 8502 | 9955 | 4604 | 4557 |
| 2000 | 3683 | 3845 | 4493 | 3749 | 4218 | 4641 | 5219 | 7871 | 9211 | 6916 | 8391 | 4495 | 4915 |



OBRAS HIDRÁULICAS

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 59 | 65 | 53 | 85 | 659 | 0 | 396 | 279 | 160 | 198 | 0 | 0 | 0 |
| 1976 | 47 | 0 | 58 | 178 | 486 | 0 | 809 | 297 | 148 | 126 | 0 | 4 | 0 |
| 1977 | 38 | 0 | 8 | 128 | 441 | 0 | 167 | 31 | 24 | 64 | 0 | 0 | 0 |
| 1978 | 27 | 10 | 0 | 76 | 412 | 0 | 170 | 68 | 190 | 89 | 0 | 0 | 0 |
| 1979 | 3 | 3 | 0 | 75 | 411 | 0 | 0 | 614 | 296 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 1980 | 0 | 4 | 0 | 54 | 0 | 0 | 75 | 129 | 86 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1981 | 0 | 0 | 0 | 617 | 3 | 52 | 25 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1982 | 198 | 0 | 0 | 254 | 2 | 42 | 6 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1983 | 190 | 7 | 2 | 156 | 64 | 11 | 52 | 163 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1984 | 109 | 10 | 19 | 989 | 471 | 13 | 47 | 74 | 29 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 1985 | 96 | 7 | 72 | 458 | 364 | 43 | 212 | 226 | 40 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 1986 | 31 | 12 | 48 | 56 | 6 | 11 | 185 | 289 | 16 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| 1987 | 44 | 10 | 9 | 47 | 144 | 15 | 57 | 332 | 12 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| 1988 | 44 | 14 | 102 | 17 | 546 | 12 | 10 | 126 | 48 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 1989 | 37 | 63 | 99 | 13 | 17 | 12 | 8 | 86 | 24 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 1990 | 57.3 | 53 | 12 | 37 | 13 | 11 | 9 | 55 | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1991 | 80 | 41 | 113 | 137 | 12 | 116 | 11 | 405 | 37 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| 1992 | 284 | 68 | 674 | 265 | 134 | 68 | 203 | 1431 | 61 | 80 | 0 | 16 | 3 |
| 1993 | 73 | 58 | 1207 | 205 | 198 | 27 | 1417 | 1144 | 125 | 102 | 0 | 18 | 21 |
| 1994 | 90 | 102 | 2463 | 456 | 253 | 17 | 294 | 845 | 691 | 52 | 0 | 18 | 170 |
| 1995 | 105 | 112 | 1727 | 674 | 285 | 65 | 159 | 1025 | 865 | 42 | 0 | 8 | 113 |
| 1996 | 77 | 66 | 108 | 1939 | 189 | 464 | 88 | 668 | 2237 | 24 | 0 | 30 | 74 |
| 1997 | 137 | 118 | 214 | 3348 | 204 | 691 | 79 | 343 | 3870 | 309 | 0 | 17 | 24 |
| 1998 | 287 | 208 | 348 | 4915 | 73 | 777 | 48 | 304 | 3745 | 692 | 0 | 21 | 22 |
| 1999 | 96 | 134 | 193 | 6555 | 152 | 1148 | 109 | 418 | 1893 | 696 | 0 | 51 | 15 |
| 2000 | 106 | 805 | 360 | 4355 | 64 | 1714 | 85 | 385 | 1321 | 449 | 0 | 59 | 371 |



AEROPUERTO

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 109 | 457 | 0 | 1 | 188 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 25 | 181 |
| 1976 | 412 | 243 | 0 | 2 | 35 | 425 | 0 | 0 | 0 | 0 | 108 | 38 | 81 |
| 1977 | 101 | 43 | 0 | 3 | 200 | 347 | 0 | 0 | 10 | 0 | 285 | 64 | 325 |
| 1978 | 38 | 27 | 0 | 0 | 39 | 423 | 0 | 0 | 31 | 0 | 168 | 26 | 402 |
| 1979 | 356 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 290 | 30 | 208 |
| 1980 | 147 | 40 | 0 | 0 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 438 | 25 | 1142 |
| 1981 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36 | 26 | 153 |
| 1982 | 10 | 7 | 0 | 0 | 0 | 114 | 0 | 0 | 9 | 0 | 10 | 41 | 119 |
| 1983 | 14 | 18 | 0 | 28 | 12 | 59 | 0 | 0 | 23 | 64 | 49 | 13 | 76 |
| 1984 | 16 | 18 | 0 | 0 | 11 | 571 | 0 | 0 | 7 | 5 | 43 | 9 | 12 |
| 1985 | 195 | 42 | 66 | 3 | 22 | 144 | 0 | 0 | 5 | 0 | 60 | 52 | 97 |
| 1986 | 3 | 15 | 23 | 0 | 11 | 38 | 0 | 0 | 16 | 203 | 41 | 40 | 40 |
| 1987 | 85 | 315 | 0 | 0 | 36 | 24 | 0 | 0 | 14 | 0 | 49 | 46 | 98 |
| 1988 | 23 | 4 | 0 | 0 | 23 | 38 | 0 | 0 | 253 | 2 | 51 | 31 | 304 |
| 1989 | 368 | 11 | 3 | 63 | 19 | 50 | 0 | 0 | 370 | 0 | 22 | 23 | 10 |
| 1990 | 29.1 | 17 | 54 | 211 | 31 | 119 | 0 | 13 | 10 | 0 | 40 | 43 | 81 |
| 1991 | 52 | 29 | 13 | 82 | 25 | 99 | 0 | 0 | 43 | 38 | 255 | 64 | 163 |
| 1992 | 46 | 22 | 0 | 0 | 49 | 1335 | 0 | 0 | 117 | 44 | 97 | 60 | 141 |
| 1993 | 18 | 17 | 6 | 1 | 44 | 5631 | 0 | 0 | 79 | 5 | 107 | 51 | 191 |
| 1994 | 183 | 18 | 0 | 3 | 35 | 2134 | 0 | 0 | 26 | 8 | 58 | 30 | 136 |
| 1995 | 169 | 255 | 0 | 0 | 548 | 229 | 0 | 0 | 74 | 0 | 154 | 135 | 205 |
| 1996 | 219 | 45 | 6 | 0 | 455 | 798 | 0 | 0 | 107 | 30 | 96 | 319 | 145 |
| 1997 | 39 | 39 | 50 | 0 | 35 | 229 | 0 | 28 | 138 | 105 | 196 | 394 | 429 |
| 1998 | 70 | 66 | 33 | 0 | 48 | 111 | 0 | 0 | 111 | 20 | 169 | 774 | 262 |
| 1999 | 78 | 111 | 4 | 95 | 71 | 95 | 0 | 0 | 91 | 218 | 237 | 75 | 162 |
| 2000 | 0 | 6 | 0 | 11 | 37 | 62 | 0 | 0 | 238 | 85 | 445 | 99 | 64 |



SANEAMIENTO

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 48 | 75 | 9 | 110 | 309 | 384 | 138 | 57 | 386 | 74 | 165 | 0 | 23 |
| 1976 | 181 | 48 | 121 | 340 | 345 | 342 | 119 | 188 | 512 | 154 | 173 | 35 | 86 |
| 1977 | 246 | 130 | 115 | 471 | 133 | 495 | 309 | 137 | 446 | 354 | 204 | 153 | 163 |
| 1978 | 145 | 301 | 145 | 631 | 649 | 1306 | 230 | 361 | 632 | 276 | 240 | 157 | 322 |
| 1979 | 0 | 138 | 109 | 177 | 15 | 110 | 67 | 225 | 320 | 183 | 172 | 82 | 0 |
| 1980 | 0 | 2299 | 153 | 369 | 4 | 28 | 158 | 186 | 259 | 370 | 228 | 129 | 398 |
| 1981 | 706 | 544 | 464 | 493 | 134 | 2075 | 506 | 119 | 344 | 411 | 211 | 194 | 547 |
| 1982 | 232 | 408 | 178 | 255 | 361 | 3241 | 122 | 141 | 244 | 346 | 171 | 181 | 195 |
| 1983 | 781 | 215 | 150 | 518 | 203 | 4882 | 332 | 452 | 601 | 250 | 411 | 143 | 129 |
| 1984 | 863 | 2056 | 167 | 2102 | 210 | 5696 | 616 | 578 | 1810 | 533 | 686 | 172 | 72 |
| 1985 | 633 | 596 | 498 | 803 | 568 | 2211 | 514 | 558 | 1788 | 624 | 405 | 154 | 287 |
| 1986 | 610 | 2068 | 406 | 526 | 999 | 2432 | 597 | 297 | 826 | 398 | 297 | 72 | 156 |
| 1987 | 204 | 2258 | 129 | 699 | 930 | 1869 | 813 | 373 | 616 | 196 | 488 | 46 | 57 |
| 1988 | 359 | 2288 | 87 | 341 | 1569 | 1917 | 347 | 730 | 549 | 259 | 666 | 145 | 126 |
| 1989 | 120 | 292 | 121 | 174 | 0 | 2241 | 442 | 382 | 442 | 278 | 133 | 58 | 370 |
| 1990 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1991 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.6 | 0 | 0 |
| 1992 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6.09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.01 | 0 | 0 |
| 1993 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 23 | 0 | 0 | 17 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| 1994 | 0 | 3 | 0 | 10 | 0 | 130 | 142 | 54 | 9 | 29 | 98 | 24 | 25 |
| 1995 | 21 | 69 | 69 | 184 | 211 | 367 | 338 | 385 | 222 | 160 | 113 | 253 | 1 |
| 1996 | 37 | 34 | 99 | 307 | 297 | 372 | 417 | 562 | 257 | 224 | 313 | 181 | 6 |
| 1997 | 101 | 61 | 153 | 493 | 763 | 371 | 492 | 466 | 366 | 495 | 281 | 178 | 0 |
| 1998 | 382 | 162 | 84 | 598 | 757 | 0 | 912 | 894 | 378 | 596 | 610 | 204 | 0 |
| 1999 | 182 | 129 | 51 | 605 | 848 | 587 | 1272 | 544 | 303 | 531 | 675 | 302 | 20 |
| 2000 | 184 | 81 | 208 | 696 | 653 | 374 | 1412 | 454 | 149 | 520 | 477 | 175 | 3 |



OBRAS PORTUARIAS

(En MM\$86)

| Año | Región I | Región II | Región III | Región IV | Región V | R.M. | Región VI | Región VII | Región VIII | Región IX | Región X | Región XI | Región XII |
|------|----------|-----------|------------|-----------|----------|------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| 1975 | 167 | 11 | 24 | 18 | 289 | 7 | 0 | 0 | 321 | 0 | 323 | 40 | 85 |
| 1976 | 159 | 44 | 0 | 0 | 159 | 0 | 0 | 0 | 104 | 0 | 27 | 54 | 9 |
| 1977 | 159 | 6 | 0 | 0 | 129 | 0 | 0 | 0 | 108 | 0 | 13 | 14 | 0 |
| 1978 | 0 | 0 | 0 | 0 | 186 | 0 | 0 | 0 | 497 | 0 | 7 | 17 | 0 |
| 1979 | 43 | 22 | 0 | 14 | 571 | 0 | 0 | 0 | 142 | 0 | 456 | 161 | 262 |
| 1980 | 5 | 23 | 0 | 11 | 498 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 410 | 19 | 284 |
| 1981 | 31 | 0 | 20 | 38 | 155 | 0 | 0 | 2 | 43 | 0 | 50 | 10 | 100 |
| 1982 | 94 | 54 | 0 | 5 | 83 | 0 | 0 | 12 | 29 | 0 | 36 | 23 | 82 |
| 1983 | 140 | 61 | 6 | 14 | 292 | 0 | 0 | 0 | 42 | 4 | 228 | 26 | 44 |
| 1984 | 304 | 2 | 5 | 8 | 369 | 0 | 0 | 0 | 32 | 1 | 56 | 11 | 36 |
| 1985 | 83 | 27 | 0 | 24 | 299 | 0 | 0 | 0 | 51 | 1 | 52 | 2 | 21 |
| 1986 | 65 | 0 | 0 | 22 | 290 | 0 | 0 | 0 | 128 | 0 | 43 | 20 | 0 |
| 1987 | 222 | 4 | 1 | 10 | 75 | 0 | 0 | 0 | 177 | 0 | 80 | 13 | 7 |
| 1988 | 18 | 1 | 0 | 22 | 159 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 71 | 8 | 20 |
| 1989 | 5 | 20 | 1 | 1 | 146 | 0 | 0 | 0 | 99 | 0 | 131 | 21 | 27 |
| 1990 | 47.8 | 7 | 7 | 28 | 175 | 0 | 0 | 4 | 24 | 0 | 92 | 89 | 23 |
| 1991 | 38 | 78 | 1 | 0 | 732 | 0 | 0 | 48 | 983 | 16 | 246 | 40 | 7 |
| 1992 | 0 | 81 | 10 | 13 | 1252 | 0 | 7 | 61 | 1110 | 20 | 372 | 16 | 27 |
| 1993 | 17 | 70 | 83 | 30 | 3084 | 0 | 15 | 18 | 669 | 34 | 166 | 95 | 77 |
| 1994 | 22 | 109 | 135 | 56 | 3114 | 0 | 14 | 8 | 1095 | 44 | 89 | 74 | 284 |
| 1995 | 177 | 77 | 11 | 79 | 3199 | 0 | 0 | 43 | 521 | 16 | 384 | 133 | 1346 |
| 1996 | 22 | 152 | 57 | 170 | 2389 | 0 | 41 | 261 | 439 | 31 | 419 | 107 | 486 |
| 1997 | 47 | 125 | 212 | 103 | 3363 | 0 | 11 | 201 | 886 | 102 | 1039 | 183 | 512 |
| 1998 | 87 | 81 | 33 | 52 | 3950 | 0 | 5 | 89 | 647 | 216 | 213 | 136 | 101 |
| 1999 | 92 | 50 | 29 | 222 | 1390 | 0 | 25 | 61 | 249 | 135 | 280 | 177 | 138 |
| 2000 | 411 | 161 | 25 | 186 | 295 | 0 | 85 | 84 | 666 | 193 | 257 | 115 | 270 |



Anexo I: PIB Regional, base año 1986

| Año | Reg. I | Reg. II | Reg. III | Reg. IV | Reg. V | RM | Reg. VI | Reg. VII | Reg. VIII | Reg. IX | Reg. X | Reg. XI | Reg. XII | NAC |
|------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|----------|-----------|
| 1975 | 63.288 | 127.395 | 32.189 | 57.650 | 250.036 | 873.830 | 122.890 | 86.047 | 235.578 | 55.082 | 88.133 | 11.485 | 61.496 | 2.065.099 |
| 1976 | 63.785 | 157.872 | 32.752 | 58.839 | 259.867 | 888.803 | 121.470 | 89.437 | 260.945 | 55.804 | 90.328 | 11.643 | 62.786 | 2.154.331 |
| 1977 | 68.023 | 170.630 | 32.127 | 58.333 | 275.526 | 979.668 | 129.767 | 96.706 | 274.419 | 59.801 | 93.731 | 12.624 | 65.283 | 2.316.638 |
| 1978 | 82.159 | 187.092 | 37.612 | 59.189 | 282.880 | 1.093.208 | 132.631 | 97.082 | 276.468 | 59.041 | 94.904 | 13.108 | 73.053 | 2.488.427 |
| 1979 | 87.876 | 190.057 | 41.740 | 65.429 | 297.229 | 1.199.298 | 146.536 | 104.466 | 294.135 | 62.162 | 97.163 | 14.078 | 74.936 | 2.675.105 |
| 1980 | 101.768 | 199.026 | 43.577 | 69.589 | 304.485 | 1.280.538 | 150.857 | 102.217 | 317.709 | 67.866 | 105.804 | 14.269 | 94.145 | 2.851.850 |
| 1981 | 102.141 | 195.137 | 44.549 | 67.292 | 310.501 | 1.338.503 | 159.457 | 106.908 | 322.808 | 67.930 | 108.864 | 13.853 | 103.604 | 2.941.547 |
| 1982 | 94.533 | 209.093 | 41.345 | 63.435 | 266.380 | 1.124.202 | 166.541 | 107.718 | 277.398 | 62.393 | 100.010 | 14.453 | 98.089 | 2.625.590 |
| 1983 | 93.169 | 206.702 | 42.510 | 67.532 | 271.381 | 1.116.640 | 152.325 | 109.375 | 299.515 | 64.506 | 101.960 | 14.821 | 99.502 | 2.639.938 |
| 1984 | 99.161 | 211.184 | 45.665 | 71.055 | 288.045 | 1.176.734 | 157.447 | 114.532 | 323.571 | 68.571 | 106.982 | 14.586 | 102.940 | 2.780.473 |
| 1985 | 107.082 | 208.681 | 49.560 | 74.610 | 295.097 | 1.206.464 | 169.210 | 121.992 | 335.024 | 71.635 | 114.469 | 15.268 | 99.314 | 2.868.406 |
| 1986 | 112.383 | 212.375 | 50.079 | 79.172 | 300.820 | 1.298.379 | 184.698 | 131.449 | 344.164 | 71.735 | 122.891 | 16.392 | 100.767 | 3.025.304 |
| 1987 | 114.583 | 212.081 | 54.810 | 80.288 | 310.877 | 1.403.977 | 191.295 | 136.446 | 358.895 | 80.930 | 134.589 | 17.788 | 106.638 | 3.203.197 |
| 1988 | 117.417 | 229.528 | 58.236 | 96.511 | 342.951 | 1.500.177 | 193.950 | 148.535 | 386.029 | 90.181 | 139.695 | 18.314 | 105.455 | 3.426.979 |
| 1989 | 128.993 | 269.374 | 64.809 | 102.770 | 372.038 | 1.673.117 | 199.826 | 153.789 | 400.757 | 96.409 | 147.668 | 18.595 | 117.122 | 3.745.267 |
| 1990 | 129.475 | 274.953 | 69.146 | 106.716 | 382.164 | 1.736.608 | 201.481 | 160.862 | 414.716 | 97.655 | 162.368 | 19.521 | 117.551 | 3.873.216 |
| 1991 | 137.199 | 311.288 | 81.853 | 114.003 | 396.184 | 1.904.349 | 208.428 | 178.408 | 429.616 | 100.906 | 164.276 | 19.735 | 122.315 | 4.168.560 |
| 1992 | 155.991 | 316.527 | 92.902 | 128.413 | 426.711 | 2.174.295 | 231.712 | 206.944 | 460.894 | 115.176 | 180.081 | 20.961 | 122.652 | 4.633.259 |
| 1993 | 155.667 | 328.599 | 102.720 | 126.567 | 458.806 | 2.352.444 | 243.652 | 212.791 | 476.670 | 126.346 | 190.693 | 22.519 | 123.661 | 4.921.135 |
| 1994 | 181.269 | 360.110 | 117.375 | 138.713 | 489.960 | 2.422.839 | 266.211 | 238.899 | 485.207 | 128.690 | 203.155 | 25.228 | 119.073 | 5.176.729 |
| 1995 | 205.325 | 381.255 | 134.000 | 149.185 | 531.397 | 2.685.215 | 273.769 | 260.624 | 518.864 | 142.729 | 224.316 | 25.629 | 122.847 | 5.655.155 |
| 1996 | 220.710 | 468.282 | 152.758 | 155.593 | 546.402 | 2.866.987 | 285.561 | 262.018 | 535.451 | 147.594 | 242.844 | 28.845 | 125.956 | 6.039.001 |
| 1997 | 249.503 | 526.031 | 160.465 | 160.262 | 543.275 | 3.099.931 | 286.865 | 270.387 | 557.114 | 157.561 | 269.710 | 32.946 | 132.651 | 6.446.701 |
| 1998 | 242.090 | 590.248 | 172.207 | 177.798 | 561.437 | 3.200.334 | 304.445 | 270.583 | 565.753 | 160.920 | 284.920 | 34.825 | 135.035 | 6.700.595 |

Fuente: Banco Central



Anexo II. Tipos de Fondos utilizados y existentes por cada año.

La inversión efectuada por el MOP a través de las diversas direcciones que lo conforman, se ha materializado a través de diversos fondos, los cuales a su vez, provienen de distintas unidades.

Para efectos de este estudio se ha considerado que el Fondo Sectorial corresponde a la suma de N. Central más N. Regional, a excepción de los años 1987, 1989, en que sí aparece tal distinción en las memorias MOP de las cuales se obtuvo esta información.

A raíz de la creación de los gobiernos regionales en 1993, la unidad ISAR Vialidad e ISAR Planeamiento se incorporan a los rubros de inversión de Vialidad y Planeamiento respectivamente.

El detalle por año es el siguiente

| AÑO | TIPO DE FONDOS |
|------|--|
| 1975 | No está especificado |
| 1976 | No está especificado |
| 1977 | No está especificado |
| 1978 | No está especificado |
| 1979 | Sectoriales+ Mixtos+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1980 | Sectoriales+ Mixtos+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1981 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1982 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1983 | Sectoriales(N.Central+ N. Regional)+ F.N.D.R.+ |



| | |
|------|--|
| | Aportes+ Sociales |
| 1984 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1985 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1986 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes |
| 1987 | Sectoriales(N.Central+ N. Regional)+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1988 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes |
| 1989 | Sectoriales(N.Central+ N. Regional)+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1990 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1991 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1992 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1993 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1994 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes+ Sociales |
| 1995 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes |
| 1996 | Sectoriales+ F.N.D.R.+Aportes |
| 1997 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes |
| 1998 | Sectoriales+ F.N.D.R.+Aportes |
| 1999 | Sectoriales+ F.N.D.R.+ Aportes |
| 2000 | Sectoriales+ F.N.D.R.+Aportes |



Referencias

- Arellano, Manuel y Bond, Stephen. “Some test of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations”. *Review of Economic Studies* 58: 277-297. 1991.
- Baltagi, Badi. “Econometric Analysis of Panel Data”. John Wiley & Sons, Inc. 1995.
- Chumacero, R. y Fuentes, R. “On the determinants of the Chilean Economic Growth”, Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile, 134, (enero 2002)
- Cortazar, R y J. Marshall. “Índice de precios al consumidor en Chile 1970 – 1978”. Colección Estudios CIEPLAN N 4. 1980
- Cullison, William. “Public Investment and Economic Growth”. Federal Reserve Bank of Richmond *Economic Quarterly* Volume 79/4. Fall 1993
- Hsiao, C. “Analysis of panel data”. Cambridge University Press. 1986.
- Kam, Timothy, “Public Infrastructure Spillovers and Growth: Theory and Time Series Evidence for Australia”. Department of Economics, University of Melbourne, Working Paper, 2002.
- Lucas, Robert Jr. “On the Mechanics of Economic Development”. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1988): 3-42
- Novales, Alfonso. “Econometría”. Mc Graw Hill. 1993.
- Pedroni, P. "Panel Cointegration; Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis". *Indiana University Working Papers in Economics*, No. 95–013. 1995.
- Romer, Paul. “Increasing Returns and Long –Run Growth”. *Journal of Political Economy*, 95, 5, (Octubre 1986):1002-37
- Sala-I-Martin, Xavier.”Apuntes de crecimiento económico”. Antoni Bosch Editor. 1994.
- Yañez, J. *Una corrección del IPC durante el período 1971-1973*. Departamento de Economía, U. de Chile. 1978.