



# ENSAYOS

sobre política económica

---

## *Inversión, tributación y costo de uso del capital en Colombia: 1950-1987*

Israel Fainboim

Revista ESPE, No. 18, Art. 01, Diciembre de 1990

Páginas 7-50



Los derechos de reproducción de este documento son propiedad de la revista *Ensayos Sobre Política Económica* (ESPE). El documento puede ser reproducido libremente para uso académico, siempre y cuando nadie obtenga lucro por este concepto y además cada copia incluya la referencia bibliográfica de ESPE. El(los) autor(es) del documento puede(n) además colocar en su propio website una versión electrónica del documento, siempre y cuando ésta incluya la referencia bibliográfica de ESPE. La reproducción del documento para cualquier otro fin, o su colocación en cualquier otro website, requerirá autorización previa del Editor de ESPE.

# Inversión, tributación y costo de uso del capital en Colombia: 1950-1987

Israel Fainboim\*

## Resumen

*En el presente artículo se determina la importancia relativa de los diversos factores que pudieron afectar a la inversión (y a sus componentes) en Colombia durante el período 1950-1987. A diferencia de estudios anteriores, en este trabajo se le dedica mayor atención al análisis de los efectos de la tributación sobre la inversión.*

*Como marco analítico se emplea el modelo neoclásico para la inversión privada fija, desarrollado inicialmente por Jorgenson. En este modelo la inversión depende del producto (o de la demanda), del salario real y del costo de uso del capital. El efecto de la tributación sobre la inversión se analiza en el modelo (y en nuestro estudio) a través de su impacto sobre el costo de uso del capital.*

- 
- División de Estudios Especiales. Se agradece muy especialmente la ayuda de María Inés Agudelo en los cómputos. También quiero agradecer los comentarios de Alberto Carrasquilla, Sergio Clavijo y Humberto Mora a versiones anteriores de este artículo.

*En el trabajo se hicieron pruebas de cointegración y de causalidad para verificar tanto la versión más simple del modelo de Jorgenson, el modelo del acelerador (que relaciona la inversión exclusivamente con el producto), como para comprobar el modelo del multiplicador. Las pruebas no verifican en buena parte de los casos estos dos modelos para Colombia.*

*También se realizaron pruebas econométricas tradicionales (usando mínimos cuadrados ordinarios) del modelo completo, es decir, incluyendo como variables independientes no sólo el producto sino también el salario real y el costo de uso del capital. En estas pruebas se encontró que la inversión se ve afectada en casi todos los casos por estas tres variables y que las elasticidades son generalmente inferiores a 1 (uno). Adicionalmente se encontró que algunas variables que reflejan el grado de restricción de recursos para la inversión, variables añadidas al modelo para tener en cuenta las distorsiones existentes en algunos mercados en Colombia, tienen influencia sobre la inversión.*

*Separando los diversos determinantes del costo de uso, se encontró, por su parte, que los precios relativos de los bienes de capital y los impuestos a las utilidades son las variables que afectan mayormente la inversión, mientras que la tasa de interés real (con dos excepciones) no tiene impacto sobre la inversión.*

---

## Introducción

---

El objetivo de este artículo es determinar cuales fueron los factores que tuvieron mayor incidencia sobre el comportamiento de la inversión en Colombia durante el período 1950-1987. El artículo dedica especial atención al análisis de los efectos de los impuestos e incentivos tributarios, efectos que han sido usualmente olvidados en los estudios sobre la inversión en Colombia.

Es artículo de fe entre economistas y quienes diseñan la política económica la creencia que con algunas medidas de política, como por ejemplo una reducción en las tasas de interés y/o en los gravámenes a las utilidades, se estimula la inversión. Esta creencia, aunque se ha traducido en decisiones de política, no está basada en la evidencia empírica existente. Estudios anteriores muestran que el impacto de las decisiones de política económica sobre la inversión en Colombia es reducido <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Ver al respecto al revisión de la literatura para el caso colombiano por Ocampo et. al. (1988), en donde se concluye que la inversión no responde a la tasa de interés y que la elasticidad de la inversión a la tributación es cercana a cero. En estudios para otros países se han obtenido resultados similares. En el de Clark (1979) para USA, por ejemplo, se encontró que el producto es el principal determinante de la inversión fija no residencial, mientras que los efectos de las tasas de interés y de los impuestos son insignificantes. Bosworth (1985) también encontró que los impuestos no ejercen ningún efecto sobre la inversión en USA. La inversión en Australia, por su parte, también es insensitiva a la tasa de interés (ver Kohli y Ryan (1987)), al menos en forma directa.

Aunque el propósito del presente artículo es el de determinar una vez más el efecto de las decisiones de política económica sobre la inversión, se diferencia de anteriores estudios en que analiza en una forma más completa y rigurosa los efectos de las variables tributarias sobre la inversión, y en que utiliza econometría un poco más sofisticada que la empleada en investigaciones previas.

En este trabajo se adopta para el análisis un modelo que tiene la ventaja sobre modelos alternativos de que permite considerar conjuntamente los efectos que sobre la inversión pueden tener las diversas variables que afectan las ganancias de una empresa: el precio de la mano de obra, la demanda, los impuestos e incentivos tributarios, el costo de los recursos financieros, el precio relativo de los bienes de capital y el costo por consumo del capital fijo (depreciación). El modelo presenta además la ventaja adicional de tener claros fundamentos microeconómicos.

El modelo fue desarrollado varias décadas atrás por Jorgenson (1963) y Hall y Jorgenson (1967). En este modelo, que resulta de un ejercicio de maximización de ganancias, los determinantes del acervo de capital deseado por las empresas son el "costo de uso del capital", el salario real y el producto (o la demanda) <sup>2</sup>.

El "costo de uso del capital" es el costo de los servicios de una unidad de capital en un período determinado. También se puede interpretar como el alquiler (en términos reales) que una empresa paga por arrendar una unidad de capital físico. Cuando no existen impuestos o incentivos tributarios a la inversión y los mercados de capitales son perfectos, el "costo de uso" depende tan solo del precio de los bienes de capital y de las tasas de interés y de depreciación.

Pero cuando la tributación afecta a la inversión (vía, por ejemplo, las deducciones tributarias por depreciación y por pagos de intereses, los impuestos a las utilidades y a las ganancias de capital, los créditos tributarios, etc), el "costo de uso" depende también de las variables tributarias. El "costo de uso" es por lo tanto la variable por medio de la cual se pueden analizar los efectos de la tributación sobre la inversión.

En este artículo se le asigna al "costo de uso del capital" un papel central entre los posibles determinantes de la inversión. En esto se diferencia también de estudios previos, que no consideran al costo de uso como variable explicativa, sino tan sólo algunos de los determinantes de este costo, como la tasa de interés.

El modelo de Jorgenson es un modelo de demanda por servicios de un acervo de capital como factor de producción; es decir, es un modelo para el acervo de capital deseado y no para la inversión. No nos dice, por lo tanto, con que rapidez la demanda por

---

<sup>2</sup> Rigurosamente, son los niveles esperados del costo de uso, del salario real y del producto los relevantes en la decisión del acervo deseado de capital. En este artículo, sin embargo, se elude todo tratamiento de expectativas, asumiendo implícitamente que el valor esperado de una variable en un momento determinado es igual a su valor realizado en ese momento.

servicios de capital se traduce en demanda por bienes de inversión; o lo que es lo mismo, no nos dice con que rapidez el capital existente se ajusta al deseado.

Las formas usuales de convertir la demanda del acervo de capital en demanda de inversión han sido de tres tipos: 1) se supone que existen rezagos entre el momento en que se toma la decisión de ajustar el acervo y el momento en que la maquinaria entra en operación; 2) se invoca la existencia de costos de ajuste hacia un nuevo nivel de capital, que vuelven óptimo para las empresas ajustar lentamente el acervo; o 3) se supone que las decisiones de inversión dependen de las expectativas acerca de las variables relevantes, y que estas expectativas son de tipo adaptativo, afectando por lo tanto a la inversión con rezagos.

Estas tres formas de modelar el ajuste del acervo de capital existente al deseado producen resultados similares. Todas generan modelos de inversión que equivalen a sobreponer al modelo de Jorgenson del capital deseado una estructura de rezagos ad-hoc, para convertirlos en modelos de inversión. Lo que se obtiene finalmente con cualquiera de estos métodos es una función en donde la inversión depende del costo de uso, del salario real y de la demanda (o del producto) tanto del período corriente como de períodos anteriores. Con cualquiera de los tres métodos es posible especificar a priori la estructura de rezagos que se desee para las variables independientes.

Dadas estas circunstancias, de ausencia de formas funcionales precisas para la inversión, se optó en el presente artículo por verificar modelos de dos tipos. En primer lugar, mediante pruebas de cointegración y de causalidad se comprobaron empíricamente modelos del tipo acelerador, que toman la forma de una relación lineal entre la inversión y la demanda (o el producto) corriente y de períodos anteriores. Los modelos del tipo acelerador pueden justificarse con el supuesto de que la función de producción de las empresas es una función de coeficientes fijos, lo que da lugar a que los precios relativos de los factores no entren en la especificación de la función de inversión.

En segundo lugar, se estimaron funciones de inversión que incluían el producto, el salario real y el costo de uso del capital como variables explicativas. Estas son las variables que, según el modelo, pueden afectar la inversión. Las estimaciones se hicieron por el método de mínimos cuadrados ordinarios.

Jorgenson supone que los mercados de recursos para la inversión (divisas, créditos) son mercados perfectos y, por lo tanto, la presencia de restricciones en el uso de algunos de estos recursos se reflejar en sus precios. Sin embargo, en países como Colombia estos mercados se han ajustado en algunos períodos vía cantidades y no vía precios (o tanto en cantidades como en precios), lo que convierte también a las disponibilidades de recursos (y no sólo a sus precios) en posibles determinantes de la inversión. Esto obliga a incluir en el modelo algunas variables de restricción de recursos, cosa que se ha hecho en el presente artículo.

La inclusión de las variables de restricción de recursos en el modelo neoclásico ha sido la forma en que tradicionalmente se ha obviado el problema de aplicar un modelo basado en conductas optimizadoras en un marco de competencia perfecta a economías con distorsiones en sus mercados y otras características estructurales.

El presente artículo se compone de seis partes. En la primera parte se define la inversión, se describe su comportamiento (y el de sus componentes), y se compara este comportamiento con el de los demás componentes de la demanda agregada. En la segunda parte se presenta el modelo de inversión que se piensa verificar empíricamente. En la tercera se consideran los problemas de disponibilidad de datos apropiados para estimar el modelo. En la cuarta se compara el modelo con los empleados en estudios anteriores, comentándose además los resultados de estos estudios. En la quinta se presentan los resultados de nuestros ejercicios econométricos y en la última parte se sacan algunas conclusiones.

Los resultados obtenidos se apartan bastante de los encontrados en estudios previos. Las pruebas de cointegración entre la inversión y el producto indican que existe cointegración entre la Inversión Fija Pública y el PIB, la Inversión en Construcción y el PIB y la Inversión Industrial y el PIB de la Industria Manufacturera. En otros casos los resultados no son contundentes.

Ahora bien, si las variables mencionadas están cointegradas, ello indica que debe existir causalidad entre ellas al menos en una dirección. Sin embargo, las pruebas de causalidad muestran que tan sólo en los casos de la Inversión Privada Fija y de la Inversión en la Industria Manufacturera la producción (como proxy de la demanda) "causa" la inversión. Es decir, no en todos los casos en que existe cointegración se prueba la existencia de causalidad. Una posible explicación de esta inconsistencia se presenta más adelante.

En resumen, tanto las pruebas de cointegración como las de causalidad muestran que en buena parte de los casos no se verifica el mecanismo del acelerador.

Adicionalmente, las pruebas de causalidad muestran que, con excepción de la Inversión Privada Fija, no existe "causalidad" de la inversión al producto, no validándose empíricamente el mecanismo del multiplicador.

No obstante estos resultados, el hecho de que los modelos del multiplicador y del acelerador se corroboren en el caso de la Inversión Privada, puede estar señalando la posibilidad de que estos modelos sean también válidos para los componentes de la inversión (maquinaria y equipo, construcción, vivienda y equipo de transporte), si a estos componentes se les deduce la parte correspondiente a inversión pública.

Finalmente, en las pruebas econométricas tradicionales, utilizando mínimos cuadrados ordinarios, se encontró en casi todos los casos que las tres variables básicas del modelo neoclásico, el "costo de uso del capital", el salario real y el producto, afectan la inversión (y sus componentes). Cuando se incluyen rezagos del producto en las regresiones, estos por lo general no resultan significativos. Ello es consistente con los resultados de las pruebas de cointegración y de causalidad entre la inversión y el producto, en el sentido de que la relación entre las dos variables es contemporánea.

Entre las variables incluidas como proxies de restricción de recursos, la relacionada con la restricción a las importaciones de bienes de capital (que refleja hasta cierto punto la escasez de divisas) fue la que produjo mejores resultados.

---

## **I** Definición y comportamiento de la inversión

---

### **1.1. Definición**

La inversión se puede definir como el gasto destinado a mantener e incrementar el acervo de capital. Esta definición separa implícitamente la inversión bruta de la neta. La inversión neta es el incremento en el acervo de capital ( $I_n = K_t - K_{t-1}$ ), mientras que la inversión bruta se obtiene de añadir a la neta la inversión destinada a mantener el acervo, es decir, a cubrir la depreciación ( $I_b = (K_t - K_{t-1}) + \delta K_{t-1}$ ). La inversión bruta alternativamente puede separarse en inversión en capital fijo y variación de existencias.

### **1.2. Comportamiento de la Inversión**

Un examen de su comportamiento durante el período 1950-1987 revela que esta variable no es la más volátil, ni la más dinámica, entre los componentes de la demanda agregada. Tampoco es la mayor responsable de las fluctuaciones del PIB. Esta evidencia de un comportamiento relativamente moderado de la inversión contradice la opinión común que la considera bastante volátil y generadora de inestabilidad. Además, invita a modelar la inversión mediante formas funcionales que reproduzcan ese comportamiento suave.

En relación con los componentes de la inversión por tipo de bien, la evidencia muestra, por su parte, que la inversión en construcción es el componente de mayor importancia relativa, la inversión en maquinaria y equipo el más dinámico, y la inversión en equipo de transporte el más inestable.

En lo que sigue se resume un poco más detalladamente lo que muestra la evidencia empírica sobre la inversión, describiéndose algunas de las propiedades estadísticas de esta variable y de sus componentes.

#### **1.2.1. Tasa media de inversión**

En el Cuadro I se observa que la tasa media de inversión en el período 1950-1987 fue en promedio de 18.7%. Esta tasa presentó un máximo de 22.2% en 1970 y un mínimo de

15.2% en 1951 (ver Figura 1). La diferencia de 7 puntos entre las tasas máxima y mínima indica que en algunos períodos puede existir un margen significativo para afectar las decisiones de inversión mediante la política económica.

CUADRO 1

**Participación promedio en el PIB, tasas de crecimiento y variabilidad de los componentes de la demanda agregada 1950-1986 (1)**

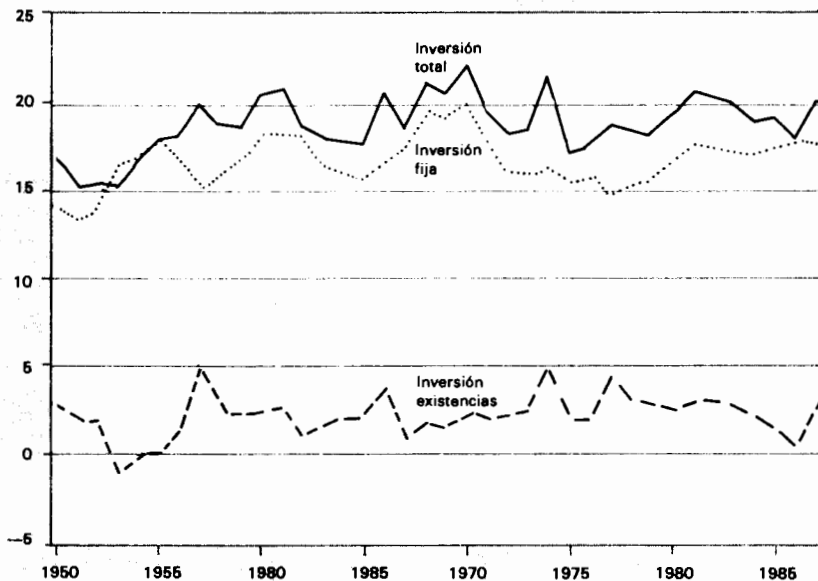
Componente	Participación promedio en el PIB	Tasa de crecimiento real promedio	Coeficiente de Variación	
			1950-1967	1968-1987
<b>Consumo</b>	81.1	4.92	0.25	0.25
— Hogares	73.2	4.83	0.25	0.24
— Administraciones públicas	7.9	5.81	0.27	0.32
<b>Formación interna bruta capital</b>	18.7	4.21	0.17	0.27
— F. B. Capital Fijo	16.7	4.11	0.18	0.26
— Privada	12.0	2.31	0.15	0.16
— Pública	4.7	9.86	0.54	0.44
— Variación existencias	2.0	5.00	0.75	0.50
<b>Exportaciones</b>	13.9	4.46	0.19	0.29
<b>Importaciones</b>	13.7	4.66	0.18	0.30
<b>Producto interno bruto</b>	100.0	4.75	0.24	0.25

(1) Los cálculos se han hecho utilizando cifras a precios constantes de 1975, excepto en el caso de las participaciones promedio en el PIB, que se obtuvieron utilizando cifras a precios corrientes.

Fuente: 1950-1964: Cuentas nacionales, Banco de la República. 1965-1986: Cuentas nacionales, DANE.

FIGURA 1

**Participación de las inversiones en capital fijo y en existencias en el PIB 1950-1987**





La tasa promedio de inversión de 18.7% se distribuye en 16.7% en inversión fija y 2.0% en variación de existencias. La tasa media de inversión fija privada fue, por su parte, de 12.0% durante el período mencionado, mientras que la pública ascendió a 4.7%.

Entre los componentes de la inversión por tipo de bien, el Cuadro 2 muestra que son las otras construcciones las que presentan una mayor tasa media (5.4%), seguidas de la inversión en maquinaria y equipo (4.2%). Del Cuadro también se deduce que más de la mitad de la inversión fija en Colombia se ha dirigido hacia la vivienda y otras construcciones.

CUADRO 2

**Participación promedio en el PIB, tasas de crecimiento y variabilidad de los componentes de la Inversión Bruta Fija 1950-1987 (1)**

Componente	Participación promedio en el PIB	Tasa de crecimiento real promedio	Coeficiente de Variación	
			1950-1967	1968-1987
Vivienda y otros edificios	3.9	2.64	0.20	0.21
Otras construcciones	5.4	4.45	0.22	0.30
Equipo de transporte	2.2	4.20	0.31	0.34
Maquinaria y equipo	4.2	4.52	0.23	0.29

(1) Los cálculos se han hecho utilizando cifras a precios constantes de 1975.

Fuente: 1950-1964: Cuentas nacionales, Banco de la República.  
1965-1987: Cuentas nacionales, DANE.

### 1.2.2. Tasas de crecimiento

En el Cuadro 1 también se observa que la inversión en capital fijo ha sido el componente menos dinámico de la demanda agregada en el período considerado. Este agregado, sin embargo, mostró mucho mayor dinamismo a partir de 1965 (ver Figura 2).

Desagregando las cifras se encuentra, por su parte, que la inversión pública fija fue la variable más dinámica entre los componentes de la demanda y que la inversión privada fija fue la responsable de la reducida tasa de crecimiento promedio de la inversión fija total. La inversión privada presenta la más baja tasa de crecimiento promedio del período entre todos los componentes de la demanda agregada.

Gracias a esa dinámica de la inversión pública, esta fue ganando rápidamente participación dentro de la inversión total, pasando de un 9.6% en 1950 a más del 50% en los años ochenta (ver Figura 3).

**FIGURA 2**  
**Evolución de las inversiones fija y en existencias**  
**1950-1987**

(Millones de \$ de 1975)

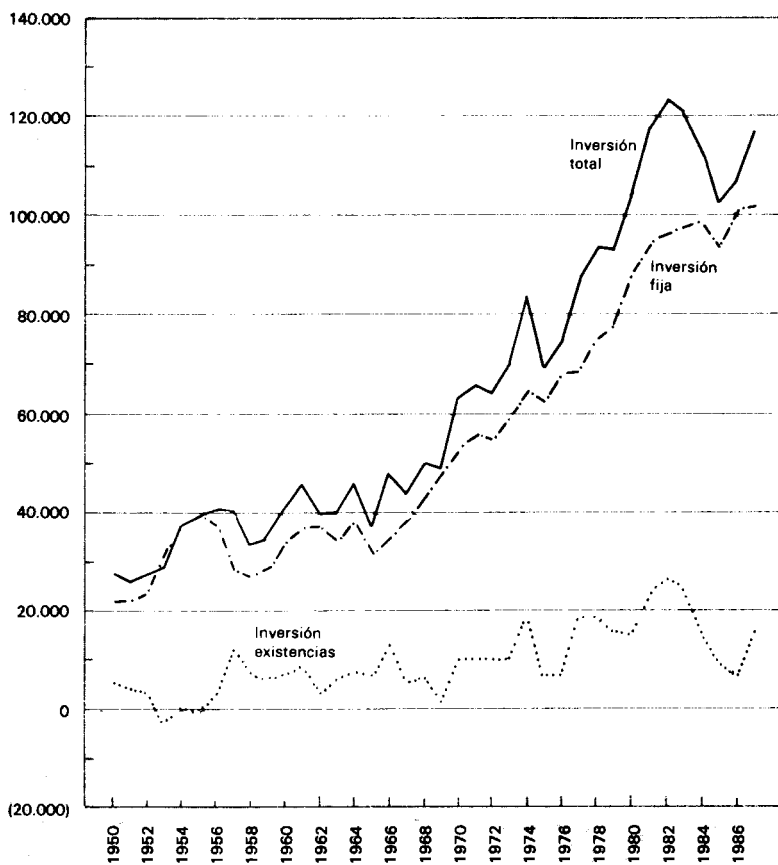
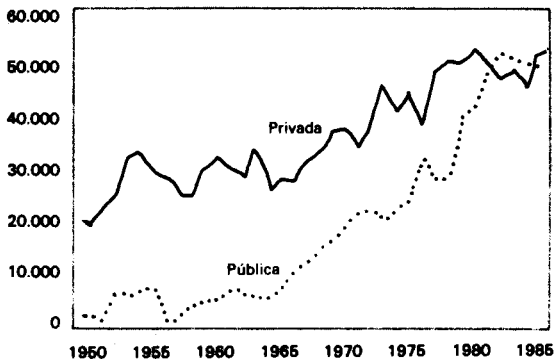


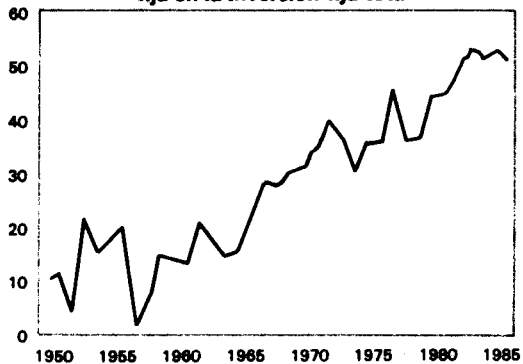
FIGURA 3

**Comportamiento de las inversiones privada y pública en capital fijo 1950-1986**

**Evolución de las inversiones privada y pública en capital fijo**



**Participación de la inversión pública fija en la inversión fija total**



**Tasas de inversión fija privada, pública y total**

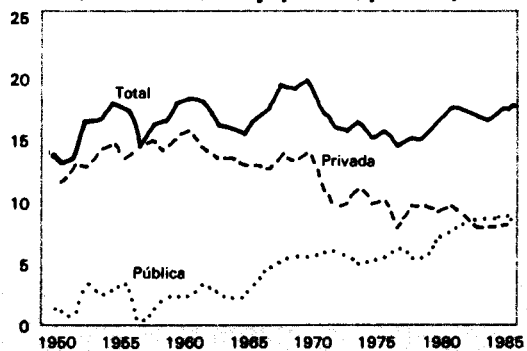
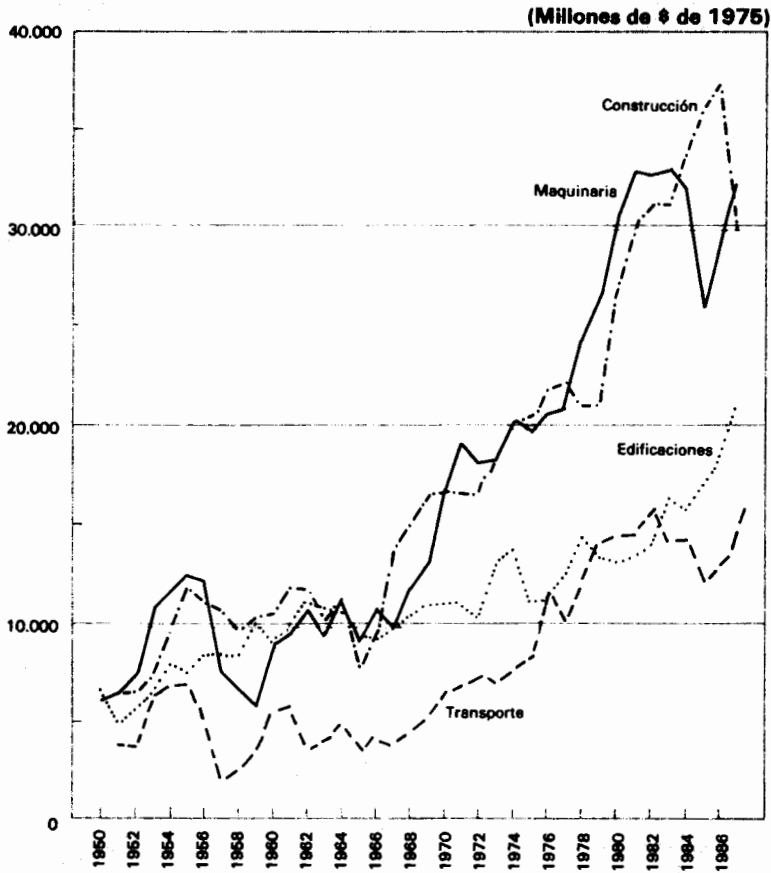


FIGURA 4  
Evolución de los componentes de la inversión  
1950-1987



En relación con los componentes de la inversión fija por tipo de bien, en el Cuadro 2 (y en la Figura 4) se observa que el más dinámico es la inversión en maquinaria y equipo (4.5%), mientras que la inversión en vivienda presenta la más baja tasa de crecimiento promedio (2.6%).

### ***1.2.3. Variabilidad***

A diferencia de lo que ocurre en otros países, la inversión total no es la variable más volátil de la demanda agregada, aunque sí lo son algunos de sus componentes (ver Cuadro 1). Empleando el indicador más simple de volatilidad, el coeficiente de variación, se encuentra que la inversión en existencias es el componente más volátil, siguiéndole en variabilidad la inversión pública fija y el consumo de las administraciones públicas. Es importante destacar que el componente más estable de la demanda agregada es la inversión privada fija.

Debido a su reducida participación en el PIB, la volatilidad de la inversión en existencias no afecta significativamente la variabilidad de la inversión total. Algo similar ocurre con la inversión pública fija, que es bastante volátil en un período en que su participación en la inversión fija total es reducida, afectando muy poco la variabilidad de esta última.

Si se dividen las series en dos sub-períodos, antes y después de 1967, algunos componentes de la demanda agregada (el consumo de las administraciones públicas, la inversión privada, las exportaciones y las importaciones) se vuelven más volátiles en el segundo sub-período (ver Cuadro 1). Ello da lugar a que la economía en su conjunto se vuelva ligeramente más inestable en este sub-período.

Entre los componentes de la inversión fija por tipo de bien, en el Cuadro 2 se observa que el más inestable es la inversión en equipo de transporte. También se observa que todos los componentes de la inversión se vuelven más inestables después de 1967.

### ***1.2.4. Covariación con el PIB***

La inversión no parece ser la mayor responsable de las fluctuaciones del PIB. Un ejercicio simple de correlación entre los componentes de la demanda agregada y el PIB —con variables estacionarias— muestra que las tasas de crecimiento del consumo están más asociadas con las de crecimiento del PIB que las tasas de crecimiento de la inversión (ver Cuadro 3). Este resultado, que era de esperarse dada la mayor participación del consumo en el PIB y su mayor variabilidad en las primeras dos décadas, va en contravía tanto de los supuestos de libro de texto como de la evidencia para otros países, en los que la inversión es la mayor responsable de las fluctuaciones del PIB.

## CUADRO 3

**Correlación entre el PIB real y los componentes de  
la demanda agregada  
1951-1987**

(Variables estacionarias (1))

	Coeficiente de correlación de las tasas de crecimiento
<b>Consumo</b>	0.76
<b>Formación Interna Bruta Capital</b>	0.42
— F. B. K. F.	0.51
— Privada	0.59
— Pública	0.11
— Variación existencias	0.04
<b>Exportaciones</b>	0.29
<b>Importaciones</b>	0.47

(1) Las variables son estacionarias en la primera diferencia de los logaritmos, es decir, en sus tasas de crecimiento.

## II El modelo de inversión

El volumen de inversión observado en un momento determinado es el resultado de la operación conjunta de las demandas y ofertas de bienes de capital y de recursos financieros. Los dos mercados reconcilian las decisiones de oferentes y demandantes ajustando la tasa de interés y el precio de los bienes de capital.

En este trabajo el análisis se centra exclusivamente en la demanda de bienes de capital. Es por lo tanto un análisis de equilibrio parcial. El enfoque adoptado es microeconómico, en el sentido de que la función de inversión que se estima resulta de resolver el problema de optimización dinámica de una empresa. El modelo que resulta del ejercicio de optimización es el conocido modelo neoclásico para el acervo de capital deseado, desarrollado inicialmente por Jorgenson (1963).

Existe una gran variedad de modelos para el análisis de la inversión. Hemos optado por el modelo neoclásico por varias razones. En primer lugar, porque es una especie de "modelo matriz", a partir del cual puede derivarse cualquier otro modelo, añadiéndole algunos supuestos. Es decir, la versión de Jorgenson es la más general posible. Una versión menos general, como por ejemplo la asociada con el modelo de inversión del

“acelerador”, puede derivarse a partir del modelo de Jorgenson, si se supone adicionalmente que la tecnología de las empresas es de coeficientes fijos.

En segundo lugar, el modelo neoclásico es el modelo existente más completo, puesto que considera en forma conjunta el efecto de todos los factores que pueden afectar la inversión: las condiciones financieras, los impuestos e incentivos tributarios, la evolución de la actividad económica, el precio relativo de los bienes de capital y el de los factores y el costo por consumo del capital fijo (depreciación). No conocemos otros modelos que incluyan toda esta gama amplia de factores como posibles determinantes del comportamiento de la inversión.

Y en tercer lugar, el modelo neoclásico es un modelo con claros fundamentos microeconómicos, propiedad que no poseen los modelos alternativos. A pesar que estos modelos alternativos también tienen bases microeconómicas, estas son imprecisas.

Veamos a continuación cuales son los determinantes de la inversión en el modelo neoclásico.

### **El análisis neo-clásico de la inversión fija**

Desde el punto de vista de la empresa deben distinguirse dos tipos de decisiones: la relacionada con el acervo de capital deseado y la asociada con la rapidez con que se construyen las instalaciones y se demanda, envía e instala la maquinaria; es decir, con el flujo de demanda de inversión. La primera decisión precede lógicamente a la segunda.

Jorgenson solamente abordó el primer problema, considerando la decisión de inversión de la firma como una decisión sobre cuánto capital arrendar o, alternativamente, cuántos servicios de capital demandar. Es decir, consideró la decisión sobre el acervo de capital deseado como una decisión similar a la de emplear los servicios de cualquier otro factor de producción.

El acervo de capital deseado se determina resolviendo el problema de maximización de ganancias de la empresa. En el Anexo 1 se resuelve este problema en un contexto dinámico (con horizonte infinito) y en condiciones de competencia. Se supone adicionalmente que la empresa está sujeta a impuestos sobre las utilidades, dispone de créditos impositivos y deducciones tributarias por depreciación y le es permitido deducir tributariamente sus pagos por intereses <sup>3</sup>.

La solución del problema en un contexto dinámico es la regla (obtenida también en un contexto estático) de que el acervo de capital debe determinarse por la igualación de la relación de productividades marginales con los precios relativos de los

---

<sup>3</sup> En la solución del problema se sigue muy de cerca a Auerbach (1983, p. 910)

factores. La ecuación que se obtiene para el capital deseado, siguiendo esta regla y suponiendo adicionalmente que la producción de la empresa está sujeta a rendimientos constantes a escala ( $Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$ ), corresponde a la ecuación (1) del Apéndice:

$$K_t^d = \left[ \frac{\alpha(w/p)}{(1-\alpha) C_u} \right]^{1-\alpha} \cdot Y \quad (1)$$

En esta ecuación  $C_u$  es el costo de uso del capital,  $Y$  es el producto y  $w/p$  es el salario real. El capital deseado es por lo tanto una función inversa del costo de uso del capital y función directa del salario real y del producto (o la demanda) <sup>4</sup>.

La ecuación para el costo de uso del capital corresponde por su parte a la (9) del Anexo 1. La definición de las variables que hacen parte de la ecuación (9) y la explicación de esta ecuación se proporcionan en el mismo Anexo.

La teoría neo-clásica de la inversión prácticamente culmina con la derivación de la ecuación (1). No describe, por lo tanto, la forma en que la demanda por capital se traduce en demanda por bienes de inversión en el tiempo. Si se supone, por ejemplo, que el acervo de capital puede ajustarse rápidamente y sin costos, el capital actual y el deseado serán iguales y la función de inversión (neta) vendrá dada simplemente por:

$$In_t = K_t^d - K_{t-1}^d \quad (2)$$

Con  $K_t^d$  determinado por la ecuación (1), la inversión depende entonces de los cambios en el producto, en el salario real y en el costo de uso del capital (y, por lo tanto, de los cambios en todas las variables que afectan el costo de uso del capital: tasa de interés, tasa de depreciación, precios relativos de los bienes de capital, impuestos y subsidios).

El problema de la rapidez de ajuste del acervo de capital es de carácter empírico. El hecho es que, en Colombia la inversión privada fija se ha comportado en forma relativamente estable y creciendo a tasas bajas (como se mostró antes), lo que indica que el acervo de capital probablemente cambia en forma lenta; es decir, es menos variable que lo que se supone en (2).

<sup>4</sup> La ecuación (1) se ha derivado para una función de producción Coob-Douglas, lo que implica restringir la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo a un valor igual a uno. Dado que la sustituibilidad entre el capital y el trabajo es un importante determinante de la sensibilidad de la demanda por capital a cambios en el costo de uso, no es apropiado asignarle un valor predeterminado a dicha elasticidad. Si utilizamos otras funciones de producción, como por ejemplo la CES, nos evitamos este problema. En este último caso la ecuación que se obtiene para el acervo de capital deseado tiene forma similar a la ecuación (1), excepto que la elasticidad de sustitución aparece como exponente del precio relativo de los factores.



Para explicar la lenta reacción del capital y de la inversión se acostumbra añadir "flexibilidad" al modelo a través de, por ejemplo, un mecanismo de ajuste parcial del acervo de capital. Supongamos que el acervo de capital se ajusta en una proporción a de la diferencia entre el acervo deseado en  $t$  y el acervo existente en el período anterior:

$$\Delta K_t = \beta (K_t^d - K_{t-1}) \quad (3)$$

o alternativamente:

$$K_t = \beta K_t^d + (1-\beta) K_{t-1} \quad (3a)$$

Como se mencionó en la introducción, la especificación (3) usualmente se ha justificado mediante la existencia ya sea de rezagos en la instalación del capital nuevo, o de costos de ajuste crecientes (a escala), que hacen óptimo el ajuste parcial del stock de capital, o de decisiones de inversión que dependen de expectativas (adaptativas) acerca de las variables relevantes.

Si se reemplaza (3) o (3a) en la ecuación que define la inversión neta ( $In_t = K_t - K_{t-1}$ ) se obtiene una función de inversión en la que esta depende de los cambios en el acervo de capital deseado y en el acervo rezagado un período:

$$In_t = \beta (K_t^d - K_{t-1}^d) + (1-\beta) (K_{t-1} - K_{t-2}) \quad (4)$$

donde, de nuevo,  $K_t^d$  viene dado por (1).

La estimación de (4) presenta varios problemas. En primer lugar, si se deja el cambio en el acervo de capital rezagado en el lado derecho de la ecuación, no es posible obtener fácilmente a partir de los coeficientes estimados las elasticidades correspondientes a cada uno de los determinantes del capital deseado (costo de uso del capital, salario real y producto). Y en segundo lugar, las series existentes del acervo de capital, casi todas ellas producidas recientemente, son todavía objeto de discusión. Por estos dos motivos sería conveniente excluir esta variable del modelo.

Existe un método simple para excluir esta variable. El método es como sigue.

Usando la definición de inversión neta ( $In_t = K_t - K_{t-1}$ ), que puede reescribirse como:

$$In_t = (1-L) K_t \quad (5)$$

Donde  $L$  es el operador de rezagos. Invertiendo (5) se obtiene:

$$K_t = \frac{In_t}{(1-L)} \quad (6)$$

Reemplazando (6) en (3a) y despejando  $In_t$  se obtiene que:

$$In_t = \beta (K_t^d - K_{t-1}^d) + (1-\beta) In_{t-1} \quad (7)$$

Donde, nuevamente,  $K_t^d$  está dado por la ecuación (1).

La ecuación (7) tiene la ventaja de que no requiere para su estimación de estadísticas del acervo de capital. Sin embargo, sigue presentando el problema de que no permite obtener fácilmente a partir de los coeficientes estimados las elasticidades correspondientes a cada uno de los determinantes del acervo de capital deseado.

Una forma de obviar este problema consiste en manipular (7) reemplazando a  $In_{t-1}$  del lado derecho por la misma ecuación (7) rezagada, y procediendo posteriormente a hacer reemplazos sucesivos similares. De esta forma se obtiene una ecuación para la inversión neta en donde esta depende de un polinomio de rezagos distribuidos de los cambios en el capital deseado (y por lo tanto de un polinomio de rezagos distribuidos de los cambios en las variables que determinan al capital deseado), y de la inversión en el período inicial. Si el polinomio es lo suficientemente largo, la inversión en el período inicial se puede suponer aproximadamente igual a cero.

Estimar una función de inversión en la que esta depende de polinomios de rezagos distribuidos de los cambios en las variables que determinan el capital deseado presenta a su vez el problema de que requiere un elevado número de observaciones para garantizar suficientes grados de libertad. Como no se dispone de series largas, se ha optado en este trabajo por comprobar empíricamente dos tipos de funciones de inversión, que son versiones simplificadas de la ecuación que se debería estimar y que garantizan suficientes grados de libertad.

En primer lugar, se hicieron pruebas de cointegración y de causalidad para comprobar las hipótesis del acelerador (el producto "causa" la inversión) y del multiplicador (la inversión "causa" el producto). Estas pruebas son el equivalente de pruebas standard en las que a la inversión se la pone a depender de un polinomio de rezagos del producto.

El motivo por el cual también se hicieron pruebas del multiplicador fue el deseo de determinar si existían además relaciones en sentido inverso y si, por lo tanto, era necesario estimar un modelo multiecuacional para la inversión.

Vale la pena mencionar que los dos tipos de pruebas se hicieron para los cambios en la inversión (o el producto) como variable dependiente, y no para los niveles de estas variables, lo que hace de ellas pruebas de variantes del acelerador y del multiplicador.

En segundo lugar, se estimaron modelos de inversión que incluían como variables independientes el "costo de uso del capital", el salario real y el producto, los tres determinantes básicos de la inversión en el modelo de Jorgenson. En las regresiones se incluyeron tan sólo los valores de estas tres variables en el período corriente, pues la inclusión de mayores rezagos reducía considerablemente los grados de libertad.

Finalmente, como se dijo en la introducción, en el modelo de Jorgenson no se consideran los efectos que las restricciones de recursos (divisas, crédito, fondos internos) pueden ejercer sobre la inversión. Estos efectos pueden ser importantes en una economía como la colombiana, con controles a las tasas de interés y a las importaciones de bienes de capital.

Por este motivo hemos creído conveniente modificar el modelo para incluir adicionalmente algunas variables proxy de estas restricciones de recursos como variables explicativas.

---

### **III Los problemas de disponibilidad de estadísticas**

---

El enfoque neoclásico es un enfoque de conducta optimizadora individual. Los empresarios privados deciden incrementar el stock de capital fijo hasta el punto en que igualan la tasa de rendimiento después de impuestos del aumento en el stock con el costo marginal de ese incremento en el stock.

Como consecuencia, el modelo de Jorgenson es un modelo cuya aplicabilidad está limitada a la inversión privada (y no a la pública) y a las decisiones del empresario, es decir, microeconómicas (y no al comportamiento agregado). Del análisis que sigue debe quedar claro también que la aplicabilidad del modelo está limitada adicionalmente al análisis de la inversión neta (y probablemente no a la inversión de reposición), fija (y no a la variación de existencias) y nacional (y no a la extranjera).

En Colombia no se dispone, sin embargo, de estadísticas de inversión que cumplan con todos estos requisitos, y que permitan estimar el modelo de la forma más apropiada. Por este motivo los resultados de las pruebas econométricas que se presentan más adelante deben tomarse con alguna reserva. En lo que sigue se hace referencia a algunos de estos problemas de disponibilidad de estadísticas apropiadas.

#### **3.1 Inversión privada y pública**

Como ya se dijo, el modelo neoclásico de inversión es aplicable al análisis de la inversión privada fija, es decir, a las decisiones de las empresas privadas, y no a la inversión pública. En el país no se dispone, sin embargo, de cifras desagregadas, entre privada y pública, de los componentes de la inversión (vivienda y edificaciones, otras construcciones, equipo de transporte y maquinaria y equipo). Tan sólo la inversión fija total se puede separar entre pública y privada, haciendo algún supuesto plausible sobre la distribución de la variación de existencias.

Las series agregadas de inversión fija privada y pública que se utilizan en este artículo fueron construidas en esa forma. Para el período 1950-69, para el que se disponía de

cifras de inversión privada y pública totales (es decir, incluyendo la variación de existencias) del Banco de la República, se obtuvieron series de inversión fija (es decir, de Formación Bruta de Capital Fijo) a partir de las series de inversión total suponiendo que la variación de existencias, con excepción de las de café, correspondían al sector privado, y las cafeteras al sector público, y sustrayendo en consecuencia las existencias de las series de inversión total, de acuerdo con esta distribución. Para el período 1970-1986, por su parte, no hubo necesidad de hacer correcciones, puesto que el DANE ha producido las series desagregadas de formación bruta de capital fijo. Las series obtenidas, que se encontraban en términos nominales (el DANE solo las produce a precios corrientes), se deflactaron con el deflactor implícito de la inversión bruta fija.

Con la corrección mencionada se obtuvieron series que muestran que la inversión pública representó en promedio un 28.1% de la inversión total durante el período 1950-1986, y que la participación de esta inversión ha sido creciente, partiendo de 9.6% en 1950, hasta alcanzar un máximo de 52.6% en 1983 (ver Figura 3 de arriba). Dada esta considerable participación de la inversión pública en la inversión total, los resultados de las estimaciones de un modelo de inversión privada (el de Jorgenson) para los componentes de la inversión, que como se dijo, no pueden desagregarse entre públicos y privados, deben tomarse con alguna reserva.

### 3.2 Inversión individual y agregada

El modelo de Jorgenson, (y en general los modelos existentes de inversión), está basado en las decisiones de empresarios individuales, y no es por lo tanto aplicable a la inversión agregada. Los estudios existentes tanto para Colombia como para otros países suponen implícitamente, y equivocadamente, que la función de inversión individual tiene las mismas características que la función agregada. Desde hace mucho tiempo se sabe que estimar un modelo microeconómico con datos macroeconómicos genera problemas econométricos.

Lund (1979, p.23), citando a Theil, ha señalado esto claramente: "Theil ha mostrado que si una relación de nivel micro es agregada a un nivel macro definiendo simplemente cada una de las variables macro como la suma (o el promedio) de las variables micro correspondientes, la estimación de las relaciones agregadas resultantes, utilizando mínimos cuadrados ordinarios, da lugar a estimadores sesgados de los parámetros micro subyacentes... Los parámetros de la relación macro corresponden a los parámetros de la relación micro subyacente sólo si las variables macro se definen como la media geométrica de las correspondientes variables micro. Infortunadamente los datos económicos no se publican en forma de media geométrica, ni se dispone de todas las observaciones micro que permitan el cálculo de tales medias".

Por esta última razón, en el presente trabajo se continúan utilizando series de agregados macroeconómicos para verificar un modelo microeconómico, pero se reconoce que, por los motivos mencionados, los resultados deben, de nuevo, tomarse con alguna cautela.

### 3.3 Inversión neta y bruta

Como se puede observar en el Cuadro 4, la inversión de reposición constituye una parte considerable de la inversión total, en un grupo representativo de países. En Colombia esa participación representa casi la mitad de la inversión, y se encuentra incluso por encima de algunos países de similar nivel de desarrollo de América Latina y Asia. En América Latina es superado tan sólo por Chile.

Esta circunstancia hace surgir el interrogante de si se justifica un tratamiento separado de la inversión de reposición. La respuesta a este interrogante tiene dos aspectos, uno de tipo teórico y otro de disponibilidad de estadísticas. En primer lugar, existe muy poca investigación teórica y empírica sobre los determinantes de esta inversión, incluso en países desarrollados —la excepción la constituye el trabajo de Feldstein y Rotchild (1974)—. Es posible que la inversión de reposición esté determinada por las mismas variables que afectan a la inversión neta<sup>5</sup>, pero la ausencia de investigaciones al respecto dificulta la decisión sobre el modelo apropiado a verificar.

Por otro lado, las series existentes de depreciación del Banco de la República presentan algunos problemas, como por ejemplo el de haberse calculado suponiendo tasas de depreciación constantes para algunos componentes del acervo de capital. Por estos dos motivos no se intenta en este trabajo modelar la inversión de reposición en forma independiente.

Subsiste sin embargo el problema de que el modelo de Jorgenson y los modelos existentes de inversión se aplican por lo general a la inversión neta, y se dispone tan sólo de cifras confiables de inversión bruta. Para poder utilizar estos modelos en el análisis de la inversión bruta, se ha adoptado en la literatura el supuesto de que la tasa de depreciación ( $\delta$ ) es constante y se introduce el acervo de capital rezagado ( $K_{t-1}$ ) en el modelo como variable independiente, para convertirlo así en un modelo de inversión bruta. El coeficiente estimado del acervo de capital rezagado reflejaría así indirectamente el valor verdadero de la tasa de depreciación.

Este procedimiento, sin embargo, no es el más apropiado, puesto que la tasa de depreciación difícilmente puede considerarse constante<sup>6</sup>. Además, presenta los

<sup>5</sup> Hendershott y Hu (1982, p. 86), por ejemplo, suponen esto, aunque piensan que la forma funcional de la relación es diferente. Para ellos la inversión neta debe estar influenciada por el *crecimiento* esperado del producto y por el *nivel* del costo de uso del capital, mientras que la inversión de reposición debe depender de la cantidad de capital a ser reemplazada y por lo tanto del *nivel* actual del producto, y del *cambio* en el costo de uso desde que el capital a reemplazar se instaló. En su estudio, sin embargo, no comprueban estas hipótesis.

<sup>6</sup> Véase a Feldstein y Rotschild (1974) en relación con las condiciones necesarias para que la tasa de depreciación sea constante. Estas condiciones son excesivamente restrictivas.

CUADRO 4

**Consumo de capital fijo como proporción de la  
formación bruta de capital  
1970-1983**

Pais	Promedio	Coefficiente de variación
<b>Europa</b>		
Francia	46.9	0.17
Alemania	50.2	0.17
Italia	44.1	0.16
Gran Bretaña	59.5	0.20
<b>Asia</b>		
Japón	39.5	0.09
Corea	26.1	0.12
<b>Norteamérica</b>		
Estados Unidos	63.9	0.15
Canadá	48.4	0.12
<b>Latinoamérica</b>		
México	24.0	0.11
Venezuela	28.1	0.47
Ecuador	38.1	0.18
Perú	41.8	0.22
Uruguay	30.2	0.11
Paraguay	33.6	0.20
Costa Rica	21.8	0.22
Chile	77.2	0.38
Colombia (1)	46.3	0.21

(1) Las cifras de depreciación son de fuente Banco de la República. La tasa calculada corresponde al promedio del periodo 1950-1980.

Fuente. *National Account Statistics. Analysis of Main Aggregates, 1985, United Nations, 1988.*

inconvenientes arriba mencionados de que dificulta el cálculo de las elasticidades de la inversión a sus determinantes y de que no existen cifras definitivas sobre el acervo de capital en Colombia. La discusión en torno a las estadísticas del acervo de capital sigue abierta <sup>7</sup>. Por estas razones se optó por excluir el acervo de capital del modelo, mediante un método de sustitución sencillo, similar al que se explicó arriba.

<sup>7</sup> Musalem (1989), García (1988) y Clavijo (1990) han producido recientemente series históricas del acervo de capital para Colombia, retomando el trabajo pionero de Harberger (1969). Consideradas en niveles, las series producidas por estos tres autores están altamente correlacionadas; sin embargo, la correlación entre sus tasas de crecimiento es baja. Dado que el modelo requiere también introducir las tasas de crecimiento del acervo como variable explicativa (ver ecuación (4), no es por lo tanto indiferente la elección de una de estas series para incluirla en el modelo.

### 3.4 Variación de Existencias

El modelo de Jorgenson es aplicable tan solo a la inversión fija y no a la variación de existencias. Otra clase de modelos, como por ejemplo los de inventarios, son más útiles para el análisis de la inversión en existencias. Sin embargo, los modelos de inventarios son aplicables sobre todo a la industria, y ocurre que buena parte de la variación de existencias en Colombia corresponde al sector agropecuario.

Según datos de la matriz insumo-producto, en el período 1970-1989 la variación de existencias agropecuarias representó en promedio aproximadamente el 60% de la variación total de existencias; y de este porcentaje más del 90% en promedio correspondió a variación de existencias ganaderas, y no de café, como podría pensarse a priori <sup>8</sup>.

Ello se explica por el hecho de que las Cuentas Nacionales del DANE consideran como variación de existencias ganaderas los cambios en el stock ganadero, que como el DANE mismo reconoce, deberían incluirse más bien en la Formación Bruta de Capital Fijo. Por todos estos motivos, en el presente artículo nos abstenemos de modelar adicionalmente la inversión en existencias, trabajando exclusivamente con las series de inversión fija.

### 3.5 Inversión en maquinaria nacional e importada

Buena parte de la inversión en maquinaria en Colombia se importa (el 72.3% en promedio en el período 1970-87) e igualmente un porcentaje no muy bajo de la inversión en equipo de transporte (40.6% en promedio para el mismo período). Distinguir entre la inversión en bienes nacionales e importados tiene relevancia para el presente estudio por dos motivos: en primer lugar, porque uno de los determinantes de la inversión, el precio relativo de los bienes de capital, depende de si esta es nacional o importada; y en segundo lugar, esta distinción justifica incorporar al modelo la disponibilidad de divisas (o restricciones a las importaciones de capital) como otro posible determinante de la inversión, cuando esta tiene un alto componente importado.

Como no es posible distinguir entre las importaciones y las compras de bienes de capital nacionales en el período 1950-1969, las estimaciones que se hicieron suponen implícitamente en algunos casos que las inversiones en maquinaria y en equipo de transporte corresponden en su totalidad a importaciones de bienes de capital, debido a que en esas estimaciones se utilizaron series de precios relativos de la maquinaria importada y de disponibilidad de divisas como variables independientes en el modelo. El que los coeficientes de estas variables no resulten significativos en algunas estimaciones podrá deberse en parte a que este supuesto no es plausible en todos los casos.

---

<sup>8</sup> Las existencias de café sólo tienen un peso significativo en las existencias agropecuarias en los años 1977, 1983, 1986, y 1989.

### 3.6 Inversión nacional e inversión extranjera

La inversión extranjera probablemente se guía no sólo por los criterios incorporados en el modelo de Jorgenson sino también por criterios como los de la existencia o no de control de cambios, el riesgo cambiario, la seguridad, los controles a la remisión de utilidades, etc. Por este motivo no es del todo apropiado aplicar el modelo de Jorgenson al componente extranjero de la inversión.

Sin embargo, las cifras de inversión disponibles incluyen este componente extranjero, que no es posible separarlo del nacional para todo el período debido a que no se dispone de cifras confiables de inversión extranjera para el período 1950-1975. Afortunadamente ello no presenta un problema grave, debido al poco peso de la inversión extranjera en la inversión total. Para el período 1975-1989 la inversión extranjera (excluyendo la inversión en petróleo) representó en promedio el 3.4% de la inversión total.

---

## IV Los resultados de estudios anteriores

---

En los estudios sobre la inversión en Colombia la función estimada nunca ha incluido como variable independiente el costo de uso del capital, sino tan sólo algunos de los componentes de este costo, como son la tasa de interés y los precios relativos de la maquinaria (ver al respecto la revisión de la literatura por Ocampo et. al. (1988)).

El producto (o la demanda) se han incluido con un rezago como máximo, lo que supone implícitamente un ajuste instantáneo y sin costos del stock de capital (ver ecuación (2) de arriba). Excepto en un solo caso conocido (reportado por Ocampo et. al. (1988) se considera (en forma muy simple, por lo demás) el efecto de los impuestos.

Finalmente, los diversos estudios indican que hay divergencias respecto a cuales deben ser los precios relativos relevantes en las decisiones de inversión. Según el modelo de Jorgenson, estos son los correspondientes a la relación entre los precios de los bienes de capital y los precios del producto de la industria que efectúa la inversión.

Basándonos en la revisión de los estudios existentes para Colombia, efectuada por Ocampo, Londoño y Villar (1988) se pueden sacar las siguientes conclusiones acerca de los determinantes de la inversión:

**Variables de demanda:** Se ha corroborado la validez del mecanismo del acelerador simple para la inversión industrial (p. 21 de la revisión mencionada), y la inversión en construcción privada (p. 57). El producto por su parte afecta tanto la inversión total,



como en maquinaria y equipo y en construcción privada (p. 57), mientras que su desviación con respecto a la tendencia (determinística) afecta las tasas medias de inversión (p. 57).

Algunos autores han utilizado otros conceptos de demanda en la función de inversión (o del acervo de capital deseado). Se ha encontrado que el ingreso esperado afecta el acervo deseado de maquinaria y equipo y el de construcción privada (pp. 25-26) y que tanto el Ingreso Transitorio como el Permanente están asociados con las variaciones en la construcción de vivienda (p. 25). Sin embargo, la medición de estas variables no ha correspondido en forma adecuada a su definición.

**Tasas de interés.** Con excepción de una estimación para la inversión industrial (p. 21) y de otra para la construcción de vivienda (p. 25), se ha encontrado que en general la tasa de interés real no afecta la inversión.

**Precios Relativos.** Como se mencionó atrás, las estimaciones han incluido diversas medidas de precios relativos, no todas ellas justificables; y los resultados son ambiguos.

Usando la tasa de cambio real como proxy, se encuentra que esta afecta la inversión en maquinaria y equipo (pp. 25-26); los precios relativos de los productos del sector moderno, por su parte, no afectan la inversión en maquinaria y equipo ni en construcción privada (pp. 25-26). Los precios relativos de la inversión (cociente entre el índice de precios del bien de capital respectivo y el implícito en el PIB) tienen efectos sobre la inversión total y en maquinaria (p. 57), y sobre las propensiones medias a invertir total, en maquinaria y en construcción privada (p. 62). Su efecto es muy reducido sobre la inversión en construcción privada (p. 62). Finalmente, el precio de la vivienda no parece afectar la oferta de vivienda, pero sí lo hacen los costos de la tierra y de la construcción (p. 25).

**Salario Real.** Esta variable produce efectos de sustitución en la inversión industrial (p. 25), en maquinaria y equipo y en construcción privada (pp. 25-26).

**Restricciones de Recursos.** Hay que distinguir entre las restricciones de divisas, liquidez (o crédito) y fondos propios.

**a) Divisas:** Los resultados son ambiguos. Modelada como una variable dicótoma, con valores de cero en los años en que no hay restricción, se encontró que afecta la inversión industrial (p. 21) y en maquinaria y las propensiones media a invertir total y en maquinaria (pp. 57 y 62). Pero modelada como la proporción de registros aprobados por licencia previa, corregidos por su tendencia, su impacto no es significativo.

**b) Liquidez:** En este caso los resultados son también ambiguos. Modelada la restricción como la relación entre el saldo promedio de los medios de pago y el PIB nominal, tan sólo afecta la inversión en construcción privada y no la total y en maquinaria.

Considerada como la desviación del coeficiente de ahorro privado con respecto a la tendencia, solo afecta la construcción de vivienda (pp. 57 y 62). Por su parte el efecto del crédito a la industria es en algunos ejercicios significativo y en otros no (p. 21), y lo mismo ocurre con el crédito hipotecario en relación con la construcción de vivienda (p. 25).

**c) Recursos Propios:** Se ha encontrado que los fondos internos (ingreso bruto retenido + depreciación) y la masa de beneficios del período anterior sí afectan la inversión industrial (p. 21).

En conclusión, la demanda parece ser el principal determinante de la inversión en Colombia, seguida del salario real. La inversión se muestra insensitiva a la tasa de interés real.

Con una sola excepción (p. 21), los estudios previos no analizan los efectos de los impuestos e incentivos tributarios.

---

## V Nuestros ejercicios econométricos

---

En primer lugar, se hicieron pruebas de cointegración entre la inversión y el producto, con el objeto de determinar si existe una relación de equilibrio de largo plazo entre estas dos variables del tipo acelerador o multiplicador. Los resultados de las pruebas se presentan en el Cuadro 5, e indican que existe cointegración entre la Inversión Fija Pública y el PIB, la Inversión en Construcción y el PIB y la Inversión Industrial y el PIB de la Industria Manufacturera.

En segundo lugar se hicieron tres tipos de pruebas de causalidad (Granger, Sims y Geweke) relacionando también la inversión (y sus componentes) y el producto (y sus componentes). Se utilizaron las tres pruebas de causalidad como una forma de contrastar y convalidar (o refutar) los resultados de cada una de ellas.

Las pruebas de causalidad complementan a las de cointegración. Como se sabe, si hay cointegración entre dos variables, debe existir causalidad entre ellas al menos en una dirección.

Como las pruebas de causalidad relacionan procesos autorregresivos infinitos, para llevarlas a la práctica hay que truncar el orden de esos procesos. Para ello se emplea algún criterio de orden de la estimación, como el de Akaike o el de Schwartz. Este último es preferible debido a que castiga fuertemente el exceso de parametrización.

Los resultados de estas pruebas para Colombia en el período 1950-1987 se resumen en el Cuadro 6. Aunque se utilizaron tanto el criterio de Akaike como el de Schwartz, obteniéndose resultados similares, se registran tan sólo los correspondientes a este último criterio.

CUADRO 5

**Resultados de las pruebas de cointegración entre la inversión y el producto (1)**

VARIABLES	DW	$\beta$	t(2)	Q(3)	n
Formación Bruta Capital Fijo — PIB	0.680	-0.397	-1.64	69	7
F. B. K. F. Privada — PIB	1.025	-0.647	-2.34	90	4
F. B. K. F. Pública — PIB	1.866	-1.193	-3.90	98	2
<b>Componentes de la inversión</b>					
1. Maquinaria y equipo — PIB	0.650	-0.570	-1.16	97	12
Maquinaria y equipo — PIB Manuf.	0.550	-0.415	-0.86	94	12
2. Equipo de transporte — PIB Transp.	0.878	-0.567	-2.79	68	3
3. Construcción — PIB	0.650	-0.492	-3.83	99	1
4. Vivienda y otras Edif. — PIB	0.868	-0.507	-2.22	95	7
Vivienda y otras Edif. — PIB Viv.	0.865	-0.477	-1.88	99	7
5. Manufactura — PIB	1.061	-0.418	-0.79	98	4
Manufactura — PIB Manuf.	1.323	-1.278	-3.89	92	2

(1) Resultados de la regresión:

$$\Delta \epsilon_t = \alpha + \beta \epsilon_{t-1} + \sum_{i=1}^n \Delta \epsilon_{t-i} + U_t \tag{1}$$

Donde  $\epsilon_t$  es el error de la regresión:

$$PIB = a + b \cdot Inversión + \epsilon_t \tag{2}$$

y donde: DW: estadístico Durbin-Watson de la regresión (2).

t: estadístico t correspondiente al  $\beta$  de la regresión (1)

n: número de rezagos de la variable dependiente  $\Delta \epsilon_t$  incluidos en el lado derecho de la ecuación (1).

(2) Valores críticos de t para el  $\beta$  de la prueba Dickey-Fuller:

	<b>0.900</b>	<b>0.950</b>	<b>0.975</b>	<b>0.990</b>
n=25	2.20	2.61	2.97	3.41
n=50	2.18	2.56	2.89	3.28

(3) Nivel de significancia del Q (Box-Ljung).

En el Cuadro 6 se observa que en muy pocos casos se verifica el mecanismo del acelerador. El Cuadro muestra que tan sólo en los casos de la Inversión Fija Privada y de la Inversión Industrial la producción "causa" la inversión.

CUADRO 6

## Relaciones de causalidad entre la inversión y el producto

Variables		Granger		Sims		Geweke	
		F	Q	F	Q	F	Q
Formación Bruta Capital Fijo	→ PIB	NO	33	NO	0	NO	65
Formación Bruta Capital Fijo	← PIB	NO	62	NO	72	NO	62
F. B. K. F. Privada	→ PIB	NO*	66	SI	0	SI	0
F. B. K. F. Privada	← PIB	SI	12	SI	12	SI	13
F. B. K. F. Pública	→ PIB	NO*	43	NO	78	SI	63
F. B. K. F. Pública	← PIB	NO	84	NO	17	NO	37
<b>Componentes de la inversión</b>							
1. Maquinaria y equipo	→ PIB	NO	37	SI	79	NO	94
Maquinaria y equipo	← PIB	NO	87	NO*	85	NO*	63
Maquinaria y equipo	→ PIB Manuf.	NO	90	NO	62	NO	98
Maquinaria y equipo	← PIB Manuf.	NO	15	NO	62	NO	43
2. Equipo de transporte	→ PIB Transp.	SI	60	NO	24	NO	36
Equipo de transporte	← PIB Transp.	NO	39	NO	73	NO	88
3. Construcción	→ PIB	NO	20	NO	0	NO*	0
Construcción	← PIB	NO	38	NO	51	NO*	89
4. Vivienda y otras Edif.	→ PIB Viv.	NO	99	NO	81	NO	90
Vivienda y otras Edif.	← PIB Viv.	SI	90	NO	99	NO	47
Vivienda y otras Edif.	→ PIB	NO	26	NO	69	NO*	87
Vivienda y otras Edif.	← PIB	NO	66	NO	0	NO	74
5. Manufactura	→ PIB	NO	0	NO	0	No se hizo la prueba por pocos grados de libertad	
Manufactura	← PIB	NO*	19	NO	34	No se hizo la prueba por pocos grados de libertad	
Manufactura	→ PIB Manuf.	NO	0	NO	52	No se hizo la prueba por pocos grados de libertad	
Manufactura	← PIB Manuf.	SI	50	NO*	0	No se hizo la prueba por pocos grados de libertad	

Nota: 1. Un "NO" quiere decir que el estadístico F es significativo a niveles por debajo del 90%, mientras que un "NO\*" implica un nivel de significancia entre 90% y 95% y un "SI" un nivel mayor o igual al 95%.

2. Las cifras corresponden a los niveles de significancia del estadístico Q (Box-Ljung).

En el Cuadro también se observa que, con excepción de la Inversión Privada Fija, no existe "causalidad" de la Inversión al Producto. Es decir, en la mayoría de los casos tampoco se corrobora el mecanismo del multiplicador <sup>9</sup>.

Vale la pena mencionar además que los resultados muestran que no en todos los casos en que se encuentra cointegración se prueba la existencia de causalidad en al menos una dirección. Ello puede deberse a que, como lo ha sugerido Granger recientemente, las pruebas de causalidad deberían incluir también en el lado derecho el término del error de la regresión cointegrante, cosa que no se hizo en nuestros ejercicios.

<sup>9</sup> Se han obtenido resultados similares para USA. Clark (1979) encontró que la inversión no "causa" el producto (en el sentido de Granger-Sims) mientras que Ciccolo (1978) presenta evidencia que tiende a rechazar la "causalidad" del producto a la inversión.

Dados los resultados negativos de ambos tipos de pruebas, se podría arguir, no obstante, que estas se han hecho con series anuales y que existe la posibilidad de que los efectos acelerador y multiplicador duren menos de un año, no pudiéndose captar con las series utilizadas. El argumento, sin embargo, no es muy plausible. Pruebas para otros países muestran que los efectos pueden durar hasta cinco años (ver por ejemplo Clark (1979) p. 89).

Fuera de las pruebas de causalidad y de cointegración se hicieron estimaciones standard de funciones de inversión (utilizando mínimos cuadrados ordinarios) que incluían el costo de uso del capital, el producto y el salario real como variables independientes. Se incluyeron además algunas variables que recogen los efectos de las restricciones de recursos.

La restricción de divisas se midió indirectamente mediante dos indicadores de restricción de importaciones: como la relación entre el número de posiciones en libre importación y el de posiciones totales, y con una variable dicótoma que busca reflejar el grado de control existente sobre las importaciones bajo licencia previa.

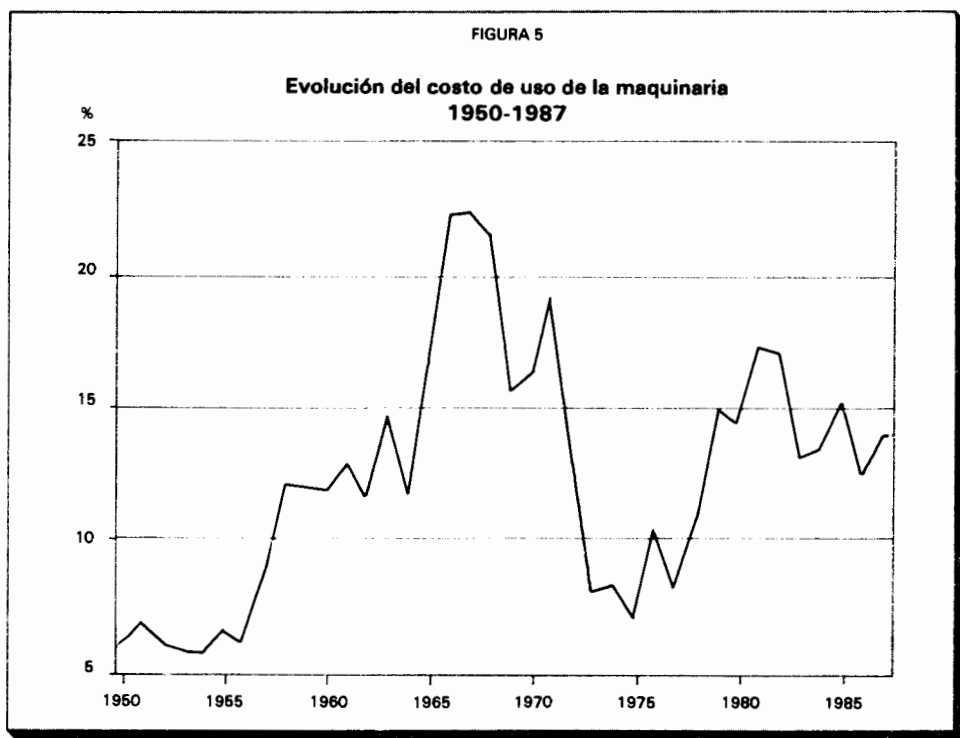
La restricción de liquidez a su vez se midió de dos formas: como la relación entre M1 y el PIB nominal, y como M3 real. Se escogieron estas dos formas alternativas de medir la liquidez debido a la alta correlación entre M1 y M3 en términos reales. Finalmente, para la disponibilidad de fondos internos se utilizó como proxy el excedente bruto de explotación urbano y minero.

Dado que el costo de uso del capital es uno de los principales determinantes de la inversión, y que es la variable relevante para analizar los efectos de la tributación y de los incentivos tributarios sobre la inversión, vale la pena hacer un paréntesis antes de presentar los resultados, para examinar su evolución en Colombia.

La Figura 5 muestra, como ilustración, la evolución del costo de uso de la maquinaria (y equipo) en Colombia (en términos reales) para el período 1950-1987. Sus valores se han obtenido empleando la ecuación (9) del Anexo 1, excluyendo de la ecuación los efectos de los créditos tributarios y de la deducibilidad tributaria de las provisiones por depreciación. Debe recordarse además que la ecuación (9) no incluye el efecto de las ganancias de capital por valorización de los activos y del impuesto sobre estas ganancias. Por otra parte, debido a que las cifras de depreciación existentes presentan algunos problemas, para el cálculo se ha supuesto una tasa de depreciación uniforme de 10% a lo largo del período.

La Figura 5 muestra un comportamiento muy volátil de este costo, volatilidad asociada básicamente con devaluaciones bruscas que cambian los precios relativos de los bienes importados y con cambios en la tributación y en las tasas de interés nominal.

Cálculos adicionales del costo de uso del capital por tipo de inversión (maquinaria, equipo de transporte, construcción y vivienda) para el período 1950-87 muestran que este osciló entre 12.3% y 15.0% en promedio, dependiendo del tipo de bien. Si se considera tan sólo el período 1968-1987, estos costos fueron ligeramente superiores, oscilando en promedio entre 13.8% y 16.4%.



Estos valores son similares a los encontrados por Dailami (1989), que para el período 1981-1985 obtiene un costo de uso promedio de 14.6%. Carrizosa (1986, pp. 71-72) obtiene por su parte valores más bajos que los obtenidos aquí para el período 1950-1967, pero similares para el período posterior. De todas formas las cifras obtenidas en este trabajo son más altas de lo que se habría esperado a priori, dado el sesgo de la política económica en favor del factor capital.

Pasemos ahora a examinar los resultados de las regresiones usando mínimos cuadrados ordinarios. Estos se presentan en el Cuadro 7. Allí se observa que en casi todos los casos las tres variables básicas del modelo neoclásico, el costo de uso del capital, el salario real y el producto, afectan la inversión (y sus componentes).

Las únicas excepciones las constituyen la inversión en equipo de transporte, que no depende del salario real, y la inversión pública. Sin embargo, en ejercicios de regresión para la inversión pública no reportados en el Cuadro 7, se encontró que el salario real y el costo de uso del capital también la afectan, pero que una regresión con tan sólo el producto como variable independiente tiene un mayor poder explicativo.

Las elasticidades de la inversión con respecto a cambios en las tres variables mencionadas son en casi todos los casos inferiores a 1 (uno).

**CUADRO 7**  
**Determinantes de la inversión en Colombia**  
**1950-1987**

Variable dependiente	Variables independientes											R2	F	DW	Q
	Constante	Costo de Uso del capital		Salario real	Producto	Restricciones									
		(1)	(2)			Importaciones		Recursos propios	Crédito						
						Libre	Control		M1	M3					
<b>Formación Bruta Capital Fijo</b>	—	-0.422 (-6.6)	—	0.813 (5.2)	0.417 (6.7)	0.073 (2.9)	—	—	—	0.135 (3.3)	0.980	365	2.00	6.56	
	2.423 (7.8)	—	-0.587 (-7.3)	0.930 (7.3)	—	0.054 (2.1)	—	—	—	0.321 (7.8)	0.980	376	2.01	9.50	
	4.340 (8.8)	—	-0.607 (-6.4)	1.010 (8.1)	—	0.054 (1.9)	—	—	0.121 (5.7)	—	0.974	271	1.97	5.01	
<b>F. B. K. F. Privada</b>	4.078 (6.5)	-0.258 (-3.7)	—	0.702 (4.2)	0.236 (2.8)	0.103 (3.9)	—	—	—	—	0.932	99	1.98	5.74	
	4.380 (8.9)	—	-0.303 (-3.1)	0.855 (3.6)	0.225 (2.4)	0.098 (3.5)	—	—	—	—	0.923	87	2.06	7.70	
<b>F. B. K. F. Pública</b>	-17.232 (-6.4)	—	—	—	—	2.11 (9.9)	—	—	—	—	—	0.737	98	1.87	5.89
<b>Componentes de la inversión</b>															
<b>1. Maquinaria y equipo</b>	-3.978 (-3.0)	-0.563 (-3.7)	—	1.008 (2.4)	0.670 (3.2)	0.119 (2.9)	—	—	—	—	0.951	140	1.94	5.87	
	-4.183 (-3.1)	—	-0.596 (-3.9)	0.952 (2.3)	0.695 (3.3)	0.112 (2.8)	—	—	—	—	0.952	144	1.93	4.58	
<b>2. Equipo de transporte</b>	-6.821 (-5.1)	-0.495 (-2.9)	—	—	1.202 (12.9)	0.137 (1.8)	—	—	—	—	0.852	56	2.01	8.28	
	—	-0.506 (-6.1)	—	—	0.834 (72.1)	—	—	—	—	—	0.852	108	2.00	10.66	
	-6.160 (-5.3)	—	-0.735 (-5.3)	—	1.037 (14.7)	—	—	—	—	—	0.856	74	2.00	7.74	
	—	—	0.744 (-6.7)	—	0.378 (14.7)	—	—	—	—	—	0.864	80	2.00	9.44	
<b>3. Construcción</b>	0.907 (1.6)	—	-0.541 (-4.3)	—	—	—	—	—	0.446	0.955 (7.7)	198	1.92	6.13		
	4.202 (4.6)	—	-0.486 (-3.5)	0.674 (3.0)	—	—	—	—	0.182 (6.8)	—	0.948	167	1.83	6.43	
	3.528 (4.3)	—	-0.546 (-4.3)	0.818 (4.7)	—	—	—	0.160 (7.4)	—	—	0.954	193	1.84	6.87	
	-2.163 (-2.9)	—	-0.301 (-2.1)	0.648 (2.6)	0.682 (5.5)	0.078 (2.0)	—	—	—	—	0.955	157	1.93	3.38	
<b>4. Vivienda y otras edificaciones</b>	5.337 (9.5)	—	-0.286 (-2.5)	0.688 (4.6)	—	—	—	0.049 (2.4)	—	—	0.902	86	1.89	6.31	
	4.634 (12.6)	—	-0.289 (-2.6)	0.639 (4.3)	—	—	—	—	0.143 (2.7)	—	0.906	90	1.88	6.25	
	5.132 (7.6)	—	-0.291 (-2.7)	0.742 (4.2)	—	—	—	—	0.047 (1.9)	—	0.910	82	1.86	8.32	
<b>5. Manufacturas</b>	-5.226 (-5.2)	-0.340 (-1.8)	—	—	1.086 (14.8)	—	—	—	—	—	0.881	73	1.94	5.73	
	-1.864 (-2.4)	-0.421 (-2.0)	—	-0.674 (1.7)	0.654 (4.3)	—	—	—	—	—	0.807	58	1.92	3.65	

Notas: a) Las cifras en paréntesis corresponden a los valores del estadístico t. Las cifras de Q corresponden por su parte a los valores del estadístico de Box-Pierce

b) Todas las regresiones requirieron términos MA y/o AR para eliminar la autocorrelación de los residuos. Los coeficientes correspondientes a estos términos no se reportan en el cuadro.

c) El costo de uso del capital (1) se ha calculado utilizando el precio de la maquinaria en USA como proxy del precio de los bienes de capital, mientras que el (2) se ha obtenido empleando alternativamente el deflactor implícito de la inversión correspondiente. La única excepción la constituye la segunda regresión para la inversión privada, en donde se utiliza el costo de uso del capital fijo privado como variable independiente.

d) En la segunda y cuarta regresión para la inversión en equipo de transporte se utilizó el PIB del transporte como variable independiente; y en la segunda regresión para la inversión industrial se utilizó el PIB de la industria manufacturera.

Vale la pena mencionar que los valores del costo de uso del capital que se utilizaron en las regresiones se obtuvieron empleando la tasa de inflación esperada y no la tasa de inflación ex-post en el cálculo de la tasa de interés real (recuérdese que el costo de uso depende, entre otras variables, de la tasa de interés real). Cuando el costo de uso se calcula utilizando la inflación ex-post, los coeficientes estimados correspondientes a esta variable resultan de signo contrario al esperado.

Para la construcción de la serie de inflación esperada se ensayó con modelos ARIMA univariados, pero resultaron de poco poder explicativo. Por ello terminamos por adoptar la serie supuesta por Carrizosa (1986, p. 54).

Que el producto afecte en todos los casos a la inversión no contradice los resultados de las pruebas de cointegración y de causalidad. Cuando se incluyen rezagos del producto en las regresiones, estos por lo general no resultan significativos. Ello es consistente con los resultados de las pruebas de cointegración y de causalidad, en el sentido de que la relación entre la inversión y el producto es exclusivamente contemporánea.

Entre las variables incluidas como proxies de restricción de recursos, la relacionada con la restricción a las importaciones (que refleja hasta cierto punto la escasez de divisas) fue la que produjo mejores resultados, seguida de una de las variables representativa de restricciones de crédito (M3).

Vale la pena mencionar que en estimaciones que se hicieron para una primera versión de este artículo, utilizando como variables explicatorias los componentes del costo de uso y no el costo de uso mismo, se encontró que el precio relativo de los bienes de capital, el impuesto a la renta de las sociedades y la deducibilidad tributaria de los pagos por intereses son los componentes de este costo que más afectan la inversión.

También se encontró que la tasa de interés real no afecta la inversión (excepto en los casos de la inversión en vivienda y en otras construcciones), resultado que coincide con el de estudios anteriores.

La circunstancia de que la inversión no dependa de la tasa de interés pero sí del costo de uso puede tener una explicación sencilla. Un cambio porcentual determinado en la tasa de interés puede dar lugar a un cambio porcentual menor en el costo de uso, debido por ejemplo a la deducibilidad tributaria de los pagos por intereses. Y como los empresarios se guían es por el costo de uso en sus decisiones de inversión, la inversión puede mostrarse insensitiva a grandes cambios en la tasa de interés que cambien muy poco el costo de uso.



---

## **VI** Algunas conclusiones

---

A diferencia de estudios anteriores, en este trabajo se encuentra que el producto (o la demanda) no afecta el comportamiento de la inversión en el largo plazo. Pruebas de causalidad y de cointegración muestran que en la mayor parte de los casos no se verifican los mecanismos del acelerador (ni tampoco los del multiplicador).

En regresiones estimadas mediante mínimos cuadrados ordinarios, se encontró por su parte que el producto corriente sí es significativo. Sin embargo, mayores rezagos de esta variable no son significativos, resultado consistente con el de las pruebas de cointegración y de causalidad, en el sentido de que la relación entre las dos variables es contemporánea.

Los otros dos determinantes de la inversión en el modelo de Jorgenson, el costo de uso del capital y el salario real (es decir, los precios de los factores), afectan a la inversión en la mayoría de los casos. Las elasticidades de la inversión a cambios en sus tres determinantes básicos son en casi todos los casos inferiores a 1 (uno).

Entre los componentes del costo de uso, los que mayor incidencia tienen sobre la inversión son, por su parte, el precio relativo de la maquinaria, los impuestos a la renta de las sociedades y la deducibilidad tributaria de los pagos por intereses. La tasa de interés real no afecta a la inversión, resultado que coincide con el de estudios previos.

Finalmente, variables que representan el grado de restricción de recursos existente en la economía ejercen también influencia sobre la inversión.

Los resultados llevan entonces a concluir que la inversión responde en el corto plazo tanto a políticas de oferta (crédito, restricción de importaciones de bienes de capital, impuestos e incentivos tributarios, etc), como a estímulos de demanda. En el largo plazo, por su parte, parece responder poco a políticas de demanda.

## ANEXO 1

## Los efectos de los impuestos e incentivos tributarios sobre el costo de uso del capital

El modelo tradicionalmente usado para analizar los efectos de la tributación sobre la inversión es el modelo neoclásico de Jorgenson. El principal componente de este modelo es el “costo de uso del capital”, una variable que resume el valor implícito para las empresas de usar bienes de capital en un período de tiempo.

La fórmula del “costo de uso del capital” se obtiene resolviendo el problema dinámico de maximización de ganancias de la empresa. Manipulando las condiciones de primer orden de este problema, se obtiene la conocida regla de que la inversión debe llevarse hasta el punto en que su producto marginal sea igual al costo de uso del capital. Cuando las empresas operan en condiciones de competencia perfecta y no están sujetas a tributación, este costo es el producto del precio relativo de los bienes de capital por la suma de la tasa de interés de mercado y la tasa de depreciación.

El valor del costo de uso puede modificarse significativamente cuando existen impuestos e incentivos tributarios a la inversión. En este caso la fórmula va a incluir ya no sólo las tasas de interés y de depreciación sino también las variables tributarias. En la primera parte de este apéndice se deriva la fórmula bajo los supuestos de que las utilidades de las empresas están gravadas, y que además gozan de créditos impositivos a la inversión y deducciones tributarias por depreciación. En la derivación se sigue muy de cerca a Auerbach (1983, pp. 913-915).

En la segunda parte del apéndice se considera adicionalmente el efecto de la deducibilidad tributaria del componente inflacionario de los pagos de intereses (y de la tendencia a financiar la inversión con deuda, estimulada por este incentivo) sobre el costo de uso del capital.

El resultado final del ejercicio va a ser una fórmula del costo de uso del capital que va a depender del costo de adquisición de la maquinaria, de los impuestos e incentivos y del costo financiero de los fondos.

### 1. Impuestos, incentivos tributarios y costo de uso

En la derivación de la fórmula se supone que las empresas operan en competencia, la tecnología está sujeta a rendimientos constantes a escala y no hay costos de ajuste asociados con la inversión. Además, se supone que los bienes de capital se deprecian exponencialmente, lo que hace a la tasa de depreciación invariante respecto a la tasa de interés, y por lo tanto un mero parámetro tecnológico (ver Auerbach, 1983, p. 910).

Bajo estas condiciones el problema de maximización de ganancias de la empresa es el siguiente:

$$\text{Max } V_S = \int_0^{\infty} e^{-r(s-t)} \{ (1-\tau)(p_s F(K_s, L_s) - w_s L_s) - (1-k-\tau Z)q_s I_s \} ds + T_s \quad (1)$$

La maximización está sujeta a la ecuación de transición:

$$K_s = I_s - \delta K_s \quad (2)$$

donde:  $V_s$  = valor de la empresa;  
 $\tau$  = impuesto a las utilidades;  
 $p_s$  = precio del producto;  
 $q_s$  = precio del bien de capital nuevo;  
 $F$  = función de producción;  
 $I_s$  = inversión en el momento  $s$ ;  
 $k$  = crédito tributario por peso invertido;  
 $r$  = tasa de retorno requerida después de impuestos ;  
 $Z$  = valor presente de las deducciones por depreciación por peso invertido;  
 $\delta$  = tasa de depreciación económica;  
 $T_s$  = valor presente de los créditos tributarios por pasadas inversiones;  
 $w$  = salario nominal;

El Hamiltoniano correspondiente a este problema es el siguiente:

$$H_t = e^{-rt} \{ (1-\tau)(p_t F(K_t, L_t) - w_t L_t) - (1-k-\tau Z)q_t I_t + \beta_t (I_t - \delta K_t) \} \quad (3)$$

Las condiciones de primer orden son:

$$(a) \frac{\partial H_t}{\partial I_t} = 0 = e^{-rt} \{ -(1-k-\tau Z)q_t + \beta_t \}$$

De donde se obtiene que:

$$\beta_t = (1-k-\tau Z)q_t \quad (4)$$

$$(b) -\partial H_t / \partial K_t = d(e^{-rt} \beta_t) / dt$$

Desarrollando los dos lados de la ecuación se obtiene:

$$-\{ e^{-rt} [ -(1-\tau) p_t F'_k(\dots) - \delta \beta_t ] \} = -r e^{-rt} \beta_t + e^{-rt} \dot{\beta}_t$$

Cancelando términos y reorganizando la ecuación se obtiene la siguiente expresión:

$$\dot{\beta}_t = (r+\delta) \beta_t - (1-\tau) p_t F'_k(\dots) \quad (5)$$

$$(c) \partial H_t / \partial L_t = 0 = e^{-rt} \{ (1-\tau) [ p_t F'_L(\dots) - w_t ] \}$$

que lleva a la conocida regla marginal:

$$F'_L = w_t/p_t \quad (6)$$

Las otras dos condiciones de primer orden corresponden a las condiciones de transversalidad, que no se presentan en este apéndice.

Si se supone que las empresas consideran los cambios en tributación como permanentes (no hay cambios futuros de impuestos o no son anticipados), se obtiene de (4) que:

$$\dot{\beta}_t = (1-k-\tau Z) \cdot \dot{q}_t \quad (4a)$$

Reemplazando  $\beta_t$  de (4) en (5), e igualando el resultado con (4a) se obtiene:

$$(r+\delta)(1-k-\tau Z)q_t - (1-\tau) \cdot p_t \cdot F'_k(\cdot, \cdot) = (1-k-\tau Z) \dot{q}_t$$

Reordenando términos, se encuentra una expresión que indica que la inversión debe llevarse hasta el punto en que el producto marginal del capital sea igual a su costo de uso:

$$F'_k = Cu = \frac{q_t}{p_t} [r+\delta - \dot{q}_t/q_t] \frac{(1-k-\tau Z)}{(1-\tau)} \quad (7)$$

Como se puede observar, la ecuación para el costo de uso incorpora los impuestos e incentivos a la inversión, el costo de oportunidad de los fondos, el costo de deterioro de los bienes de capital y los beneficios de la deducibilidad tributaria de las provisiones por depreciación.

Para aclarar el significado de la ecuación (7) es conveniente descomponer el término entre corchetes en la forma siguiente (ver Auerbach (1983), p. 914):

$$[r+\delta - \dot{q}_t/q_t] = [r - (\dot{p}_t/p_t)] + [\delta - \frac{\dot{q}_t/p_t}{q_t/p_t}]$$

El primer término de la derecha corresponde a la tasa de interés real y el segundo al cambio en el valor real del bien de capital, o tasa de depreciación económica. Esta tasa tiene en cuenta el cambio en el precio relativo del bien de capital (en relación con el del producto). Si se espera un aumento en este precio, el inversionista obtiene una ganancia de capital que va en sentido opuesto al efecto de la depreciación, que reduce el valor de los activos.

Finalmente, los términos  $k+\tau Z$  y  $\tau$  representan la extensión en que el costo de uso del capital se reduce con los créditos impositivos y deducciones por depreciación, y aumenta con el impuesto a las utilidades.

## 2. Deducibilidad tributaria de los intereses, financiación de la inversión y costo de uso

La ecuación (7) supone implícitamente que la inversión se ha financiado con acciones y/o fondos internos, porque si se financiara con deuda,  $r$  dependería de la tasa  $\tau$  por la deducibilidad tributaria de intereses. Se debe entonces modificar el problema para incluir la posibilidad de financiar la inversión con deuda.

Para que se entienda mejor el papel que juega la financiación mediante deuda es útil analizar la decisión de inversión desde la perspectiva del accionista. Este es el enfoque de Hulten, que se sigue aquí (ver Bosworth, pp. 28-29).

Un accionista tiene un ingreso después de impuestos igual a la rentabilidad después de impuestos del proyecto más las provisiones por depreciación, y unos gastos por pagos de principal e intereses sobre la porción del activo financiada con deuda. Supóngase por otra parte que la relación entre deuda y pasivos totales es  $\Phi$ , y que los pagos por intereses son deducibles tributariamente. El activo adquirido debe entonces generar un flujo neto de ingresos que es igual en valor presente a la participación del accionista en el precio de adquisición:

$$(1-\phi-k-\tau Z)qt = \int_0^{\infty} e^{-(r+\delta)s} [(1-\tau)Cu.p_t - [(1-\tau)i + (\delta-\pi)\Phi \cdot q_t]]ds \quad (8)$$

La diferencia básica del problema (8) en relación con el formulado en la ecuación (3) radica en el término que incorpora el costo adicional para los inversionistas después de impuestos de los pagos de intereses  $(1-\tau)i$  y principal  $(\delta-\pi)$  de la deuda. Se supone que los pagos de principal aumentan con la depreciación y se reducen con la inflación. Como compensación de estos costos el valor presente del ingreso neto debe cubrir tan sólo la participación accionaria  $(1-\Phi)$  del precio de compra del activo.

Vale la pena anotar que  $r$  tiene en este ejercicio una interpretación diferente. Puede verse como el costo de oportunidad después de impuestos de la inversión en activos alternativos de riesgo comparable.

Resolviendo este segundo problema obtenemos una expresión similar a la (7):

$$F_k^i = Cu = \frac{q_t}{p_t} \left[ (r+\delta) \frac{(1-k-\tau Z)}{(1-\tau)} - \frac{r-(1-\tau)i+\pi}{(1-\tau)} \Phi \right] \quad (9)$$

La ecuación (9) se diferencia de la (7) básicamente en el término que recoge el efecto de la financiación con deuda (excluyendo el término  $\dot{q}_t/q_t$ ). Si el activo se financia completamente via emisión de acciones ( $\Phi=0$ ), el costo de uso o precio de arriendo es el mismo que el obtenido en (7). También será el mismo, y no habrá por lo tanto ventajas de financiarse con deuda, cuando el rendimiento después de impuestos de las acciones ( $r$ ) y el costo real del préstamo,  $(1-\tau)i-\pi$ , son iguales.

Si además tenemos en cuenta la posibilidad de que tan solo una proporción "a" de la inflación pueda deducirse tributariamente de los pagos por intereses, la ecuación (9) se convierte en (ver Dailami, 1989):

$$F_k^i = C_u = \frac{q_t}{p_t} \left[ (r+\delta) \frac{(1-k-\tau Z)}{(1-\tau)} - \frac{r-(1-\tau)i+\pi(1-\tau(1-a))}{(1-\tau)} \Phi \right] \quad (9a)$$

Cuando  $a=1$ , situación que corresponde a la deducibilidad total de los pagos por intereses, la ecuación (9a) toma de nuevo la forma (9).  $a=0$  por su parte corresponde a la situación en que solo la parte real de los pagos por intereses es deducible tributariamente (el numerador del segundo término del lado derecho se convierte en  $r-(i-\pi)(1-\tau)$ ).

Si se divide (9) o (9a) entre (6) se obtiene la conocida regla de que la relación de productividades marginales debe ser igual a la relación de precios de los factores. Si además se supone que la producción está sujeta a rendimientos constantes a escala, y se reemplazan en consecuencia las expresiones correspondientes a las productividades marginales, se obtiene finalmente una ecuación para el stock de capital deseado, que depende directamente del salario real ( $w/p$ ) y del producto planeado ( $Y$ ) e inversamente del costo de uso del capital:

$$K_t^d = \left[ \frac{\alpha w_t/p_t}{(1-\alpha) C_u} \right]^{1-\alpha} \cdot Y_t \quad (10)$$

Donde  $C_u$  está dado por las ecuaciones (9) o (9a).

A partir de la ecuación (10) se puede obtener una función de inversión, introduciendo algún supuesto adicional sobre la forma en que el capital deseado se ajusta al existente.

ANEXO 2

Estadísticas de inversión 1950-1987

(millones de pesos de 1975)

AÑO	FIBK	FBKF	FBKFPRI	FBKFPUB	VAREX	INVED	INCONS	INVTRA	INMAQ	INVMANR
1950	26124.50	22329.40	20180.00	2148.00	5795.100	6777.063	6206.661	3199.241	6228.757	—
1951	26323.40	22173.90	19712.00	2481.000	4148.500	4998.082	6511.321	3963.030	6507.190	—
1952	27610.00	23889.00	22803.00	985.0000	3721.000	5811.925	6618.867	3748.242	7420.918	—
1953	28394.80	32317.90	26256.00	7061.000	-2923.400	6721.101	7549.068	6228.029	10628.78	—
1954	37375.10	37621.10	31983.00	5637.000	-246.0000	6144.964	10023.59	6922.726	11803.27	—
1955	39610.00	39761.50	32937.00	6624.000	-151.5000	7440.367	11822.64	7112.678	12562.09	—
1956	40864.20	37731.40	30041.00	7689.000	3122.800	8483.578	11102.83	5343.181	12259.46	—
1957	40577.10	28289.10	28149.00	139.0000	12288.00	6561.468	10713.21	2034.091	7675.164	—
1958	33678.70	26897.10	25100.00	1796.000	6781.600	9602.752	9667.926	2700.756	6736.601	3100.582
1959	36164.10	28902.20	24723.00	4178.000	6261.900	10184.40	10374.53	3703.787	5810.488	3073.356
1960	41117.80	34041.00	29396.00	4644.000	7078.80	9177.065	10621.70	5586.637	8899.999	4188.888
1961	45856.20	36933.90	32043.00	4690.000	8924.300	9938.535	11865.09	5964.393	9516.965	4289.468
1962	39933.30	37073.30	29556.00	7514.000	2860.000	11196.34	11803.77	3656.818	10769.29	5737.096
1963	40428.10	34108.70	28483.00	5825.000	6319.400	10738.70	10208.43	4158.080	9365.359	3800.304
1964	46016.00	38379.90	32967.00	5392.000	7636.100	10619.28	11529.24	5048.998	11228.78	6708.013
1965	37068.00	30766.00	28036.00	4729.000	6292.000	9655.000	7707.000	3788.000	9085.000	6270.803
1966	48077.00	35025.00	27814.00	7410.000	13062.00	9282.000	9868.000	4425.000	10887.000	6674.596
1967	43625.00	36102.00	27413.00	10688.000	5823.000	9731.000	13625.000	3922.000	9796.000	6917.377
1968	49961.00	43363.00	31403.00	11949.000	6608.000	10568.000	15104.000	4562.000	11968.000	4814.331
1969	48854.00	47457.00	33197.00	14259.000	1397.000	10987.000	16510.000	5341.000	13118.000	5887.659
1970	63146.00	53201.00	36733.00	16468.000	9947.000	11165.000	16793.000	6636.000	17039.000	8096.556
1971	65844.00	55786.00	36802.00	18964.000	10068.000	11203.000	16752.000	6834.000	19280.000	6653.062
1972	64238.00	54687.00	33179.00	21508.000	9651.000	10375.000	16652.000	7600.000	18293.000	10618.39
1973	70073.00	59443.00	37975.00	21468.000	10630.000	13148.000	18664.000	7161.000	18461.000	11829.72
1974	83967.00	64604.00	45212.00	19362.000	19363.000	14008.000	20291.000	7768.000	20620.000	10124.89
1975	68838.00	61219.00	40196.00	21933.000	6708.000	11119.000	20585.000	8391.000	19609.000	10689.000
1976	76245.00	68039.00	44038.00	24001.000	7206.000	11385.000	21986.000	11716.000	20663.000	11285.60
1977	87468.00	68518.00	37371.00	31147.000	18960.000	12706.000	22281.000	10136.000	21082.000	12878.79
1978	93518.00	74923.00	48222.00	26701.000	18593.000	14821.000	21111.000	12342.000	24400.000	12728.64
1979	93220.00	77775.00	48737.00	28038.000	15445.000	13666.000	21238.000	14206.000	26314.000	12521.000
1980	103358.00	88021.00	49271.00	38750.000	15337.000	13202.000	27023.000	14630.000	30693.000	11733.80
1981	117037.00	93539.00	52133.00	41406.000	23496.000	13550.000	29950.000	14636.000	32881.000	12963.92
1982	123279.00	96307.00	49186.00	47121.000	26972.000	14228.000	31203.000	15790.000	32692.000	15964.87
1983	120626.00	97444.00	48099.00	51345.000	23164.000	16536.000	31202.000	14428.000	33004.000	16990.53
1984	113521.00	98656.00	48269.00	50387.000	14866.000	15959.000	34070.000	14461.000	31946.000	11680.000
1985	102574.00	93505.00	44534.00	48971.000	9069.000	17061.000	35964.000	12271.000	25969.000	10658.74
1986	107038.00	100650.00	51025.00	49625.000	6388.000	18654.000	37396.000	12963.000	29361.000	11387.44
1987	118901.00	101471.00	—	—	15430.000	21174.000	29928.000	14835.000	32360.000	12257.63

FIBK: Formación Interna Bruta de Capital

FBKF: Formación Bruta de Capital Fijo

FBKFPRI: Inversión Bruta Fija Privada

FBKFPUB: Inversión Bruta Fija Pública

VAREX: Variación de existencias

INVED: Inversión en Vivienda y otras edificaciones

INCONS: Inversión en otras construcciones

INVTRA: Inversión en equipo de transporte

INMAQ: Inversión en maquinaria y equipo

INVMANR: Inversión en la industria manufacturera

Fuentes: Para el período 1950-1969 las cifras se tomaron de las cuentas nacionales del Banco de la República y para el período 1970-1987 se tomaron de las cuentas nacionales del DANE.

## ANEXO 3

## Estadísticas de producción 1950-1987

AÑO	PIBR	PIBED	PIBTR	PIBMAN
1950	119253.9	8039.000	5078.148	17162.41
1951	122970.7	7950.000	5598.077	17690.92
1952	130727.3	8238.000	6392.028	18929.90
1953	138675.5	8582.000	6890.119	20669.29
1954	148266.1	8958.000	7625.125	22602.99
1955	154061.2	9422.000	8462.753	24100.27
1956	160309.4	9932.000	8618.721	25892.65
1957	163885.6	10485.00	8336.815	27059.49
1958	167914.9	11072.00	7745.890	28269.29
1959	180047.5	11858.00	8303.486	30612.08
1960	187731.9	12744.00	9223.319	32519.16
1961	197286.0	13640.00	9921.603	34465.28
1962	207962.9	14513.00	10601.94	36833.26
1963	214798.0	15508.00	11149.58	38581.40
1964	228044.5	16858.00	11718.31	40855.81
1965	235051.0	18063.00	12251.56	42770.60
1966	247360.0	19248.00	13047.02	45603.83
1967	257588.0	20487.00	13070.39	47249.23
1968	272871.0	21704.00	13815.19	50159.34
1969	289523.0	23019.00	14990.03	53819.97
1970	307496.0	24345.00	21656.65	65786.57
1971	325825.0	25265.00	23172.08	71375.28
1972	350813.0	26073.00	25228.87	78988.31
1973	374398.0	27132.00	28164.97	85799.69
1974	395910.0	28169.00	30387.93	92961.44
1975	405108.0	29038.00	30430.00	94086.00
1976	424263.0	30012.00	32406.45	98227.48
1977	441906.0	31075.00	35085.30	99653.24
1978	479335.0	33133.00	38864.40	109567.1
1979	505119.0	34410.00	41244.45	116281.7
1980	525765.0	35552.00	42069.67	117662.5
1981	537736.0	36841.00	43257.95	114560.9
1982	542836.0	38012.00	45022.70	112917.5
1983	551380.0	39518.00	44384.29	114203.2
1984	569855.0	40889.00	44710.76	121038.5
1985	587561.0	42345.00	44974.83	124609.3
1986	621781.0	43834.00	45394.01	132016.4
1987	655164.0	45772.00	47420.23	138660.0

PIBR: Producto Interno Bruto

PIBED: Alquileres de Vivienda

PIBTR: Servicios de Transporte y Almacenamiento

PIBMAN: Producto de la Industria Manufacturera

Fuentes: Para el período 1950-1969 las cifras se tomaron de las Cuentas Nacionales del Banco de la República y para 1970-1987 de las cuentas del DANE. Las series nominales se deflataron por el deflactor implícito del producto respectivo, después de cambiar de base estos deflatores a 1975=100. Tan sólo la serie nominal correspondiente al PIB de la vivienda (alquileres) presentó problemas de empalme, debido a que las cifras del Banco de la República son inferiores a las del DANE en todos los años en que hay cifras de las dos fuentes. En este caso se optó por extrapolarse hacia atrás las cifras del DANE, utilizando las tasas de crecimiento de las cifras del Banco de la República.



## ANEXO 4

 Estadísticas para el cálculo del costo de uso  
del capital en Colombia

AÑO	$i$	$\pi$	$W$	$\phi$	$\tau$	$U$	DEFPB	TC	PMAQUA
1950	0.115000	0.240000	44.20866	0.240000	21.00000	0.000000	0.067114	1.960000	0.399000
1951	0.115000	0.001000	45.57913	0.270000	21.00000	0.000000	0.074025	2.390000	0.422000
1952	0.098000	0.022500	45.40230	0.270000	21.00000	0.000000	0.075167	2.510000	0.448000
1953	0.097000	0.097500	51.90097	0.320000	21.00000	0.000000	0.078816	2.510000	0.453000
1954	0.097000	0.032000	60.87533	0.310000	30.50000	0.000000	0.087621	2.510000	0.458000
1955	0.105000	0.021000	67.63926	0.290000	30.50000	0.000000	0.087571	2.510000	0.472000
1956	0.098000	0.083500	64.32361	0.320000	30.50000	0.000000	0.094407	2.510000	0.507000
1957	0.096000	0.202500	63.17418	0.320000	30.50000	0.000000	0.110662	3.800000	0.539000
1958	0.099000	0.068000	64.80991	0.340000	30.50000	0.000000	0.125424	6.400000	0.552000
1959	0.100000	0.073500	69.89391	0.350000	30.50000	0.000000	0.133702	8.400000	0.563000
1960	0.105000	0.068500	73.91689	0.370000	31.75000	0.000000	0.145065	6.640000	0.584000
1961	0.116000	0.058000	76.21574	0.370000	36.00000	0.000000	0.157006	6.700000	0.568000
1962	0.111000	0.067000	82.84704	0.400000	36.00000	0.000000	0.167454	6.960000	0.567000
1963	0.132000	0.336500	89.21309	0.400000	36.00000	0.000000	0.206335	9.000000	0.569000
1964	0.123000	0.065000	89.43413	0.430000	36.00000	0.000000	0.240049	9.000000	0.574000
1965	0.157000	0.145000	91.06985	0.430000	36.00000	0.000000	0.262036	10.48000	0.582000
1966	0.192000	0.133500	91.90981	0.450000	36.00000	0.000000	0.301143	13.50000	0.596000
1967	0.189000	0.072500	99.29266	0.440000	36.00000	0.000000	0.326178	14.51000	0.615000
1968	0.165000	0.065000	98.45270	0.440000	36.00000	0.000000	0.356718	16.29000	0.637000
1969	0.127000	0.087500	102.51199	0.460000	36.00000	0.000000	0.385911	17.32000	0.658000
1970	0.125000	0.068000	106.5261	0.439000	36.00000	0.000000	0.431700	18.44000	0.689000
1971	0.152000	0.137000	108.1786	0.474000	36.00000	0.000000	0.478400	19.93000	0.718000
1972	0.173000	0.138000	109.2396	0.498000	36.00000	0.000000	0.540400	21.87000	0.736000
1973	0.189000	0.238000	101.8126	0.537000	36.00000	0.000000	0.649400	23.84000	0.760000
1974	0.254000	0.265000	99.46950	0.570000	36.00000	20.00000	0.814200	26.05000	0.868000
1975	0.252000	0.177500	100.0000	0.605000	40.00000	20.00000	1.000000	30.93000	1.000000
1976	0.281000	0.257000	100.7073	0.621000	40.00000	20.00000	1.254500	34.70000	1.066000
1977	0.267000	0.284000	98.02741	0.618000	40.00000	20.00000	1.620300	36.78000	1.135000
1978	0.288000	0.188500	112.6879	0.611000	40.00000	20.00000	1.897400	39.09000	1.227000
1979	0.334000	0.289000	116.0920	0.651000	40.00000	0.000000	2.353500	42.55000	1.334000
1980	0.346000	0.258000	117.8603	0.730000	40.00000	0.000000	3.003900	47.28000	1.474000
1981	0.374000	0.263000	126.3042	0.712000	40.00000	0.000000	3.687200	54.49000	1.624000
1982	0.380000	0.240000	135.3669	0.717000	40.00000	0.000000	4.600000	64.09000	1.712000
1983	0.338000	0.166000	142.3077	0.712000	40.00000	0.000000	5.539001	78.86000	1.766000
1984	0.348000	0.183000	143.8992	0.737000	40.00000	0.000000	6.767000	100.82000	1.807000
1985	0.353000	0.225000	139.3457	0.760000	40.00000	0.000000	8.451596	142.3100	1.848000
1986	0.312000	0.210000	134.4386	0.750000	33.00000	0.000000	10.91600	194.2600	1.885000
1987	0.311000	0.240000	132.6702	0.710000	32.00000	0.000000	13.40700	242.6100	1.916000

Fuentes:  $i$ : Tasa de interés nominal. Para el período 1950-1984 la fuente es Carrizosa (1986, p.54) y para los tres años restantes la fuente son el Banco de la República.

$\pi$ : Tasa de inflación. Las fuentes en el Banco de la República y el DANE.

$W$ : Índice del salario medio real (incluyendo prestaciones sociales). Tomado de Clavijo (ESPE No. 17, 1990, p. 95).

$\phi$ : Coeficiente de endeudamiento de las sociedades anónimas. La fuente es Carrizosa (1986, p. 32), para el período 1950-1983 y la Superintendencia de Sociedades para 1984-1987.

$\tau$ : Tasa impositiva sobre al renta de las sociedades anónimas (para una renta gravable de \$ 500 millones de 1985). La fuente es Carrizosa (1986, p. 70) para el período 1950-1985 y para los dos años restantes las cifras se obtuvieron de los decretos.

$U$ : Tributación a las ganancias de capital. La fuente es la misma que la de los impuestos a la renta de las sociedades.

DEFPB: Deflactor implícito del producto interno bruto. Tomado de las cuentas nacionales del Banco de la República y del DANE.

TC: Tasa de cambio nominal (\$ por dólar). Cifras del Banco de la República.

PMAQUA: Índice de precios de la maquinaria en Estados Unidos. Tomado de "Estadísticas financieras internacionales" del FMI.

## ANEXO 4 (continuación)

## Estadísticas para el cálculo del costo de uso del capital en Colombia

AÑO	Precios relativos de los bienes de inversión						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1950	0.376733	0.440850	0.759897	0.417198	0.849296	0.640697	0.988496
1951	0.440605	0.560680	0.729481	0.486321	0.810634	0.702463	0.932114
1952	0.481500	0.575020	0.745012	0.506544	0.824834	0.758315	0.917961
1953	0.468418	0.564410	0.672449	0.494821	0.812013	0.710612	0.900827
1954	0.424180	0.518440	0.650528	0.445098	0.753242	0.627702	0.855957
1955	0.437397	0.541320	0.673739	0.468191	0.787932	0.850900	0.913544
1956	0.435812	0.527640	0.720288	0.478661	0.805028	0.656733	0.910953
1957	0.598406	0.698180	0.878546	0.677742	0.786180	0.939802	0.885583
1958	0.910685	1.077040	0.980674	0.940809	0.829188	1.259727	0.900944
1959	0.871306	1.032240	0.994750	0.934915	0.875080	1.159295	0.927436
1960	0.834648	0.983060	0.978869	0.868574	0.909934	1.020230	0.965082
1961	0.790900	0.909200	0.942640	0.808887	0.923533	0.955379	1.273838
1962	0.761935	0.880110	0.973404	0.770363	0.961460	0.991319	0.965346
1963	0.802420	0.912190	0.988684	0.823903	0.988684	0.964451	1.027455
1964	0.695784	0.784150	0.918480	0.712354	0.953972	0.920645	0.999796
1965	0.752564	0.871700	0.965517	0.767071	0.988415	0.957884	1.015128
1966	0.883828	1.060280	0.982922	0.886822	0.979601	0.996205	0.996205
1967	0.884521	1.026490	1.063837	0.901349	0.990258	1.122088	0.998389
1968	0.940492	1.075920	1.065266	0.963970	1.040036	1.149366	1.009200
1969	0.954788	1.096010	1.075378	0.938041	1.072787	1.256767	1.002822
1970	0.951521	1.103760	1.040074	0.982164	1.042391	1.125782	0.998562
1971	0.967076	1.101500	1.022157	0.965719	1.040970	0.971990	1.059061
1972	0.963011	1.104573	1.030718	0.845596	1.071429	1.017765	1.052143
1973	0.894476	1.034910	0.994765	0.967047	1.013243	0.939329	0.985483
1974	0.898221	1.012300	1.004667	1.009580	0.991157	0.960103	1.007482
1975	1.000000	1.147000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
1976	0.953314	1.095360	0.990833	1.009964	0.997210	0.966122	0.990864
1977	0.832975	0.962920	0.936863	0.948590	0.967106	0.825773	0.983779
1978	0.817281	0.948060	0.963978	0.937599	1.045114	0.842205	1.112145
1979	0.779780	0.920120	1.001487	0.913108	1.086892	0.862120	1.022284
1980	0.760308	0.883860	1.001998	0.898435	1.126873	0.888445	1.131046
1981	0.775936	0.918380	1.014862	0.878173	1.190334	0.897971	1.100286
1982	0.771181	0.913080	0.984348	0.839783	1.166087	0.852391	1.079178
1983	0.812896	0.962470	0.972377	0.850875	1.154901	0.797075	1.038073
1984	0.870420	1.023610	0.980346	0.836855	1.159450	0.849564	1.024728
1985	1.006048	1.218320	1.101449	0.948933	1.353709	0.894032	0.990631
1986	1.084555	1.363290	1.095914	0.970227	1.295163	1.031330	0.982866
1987	1.122137	1.425110	1.130007	1.044753	1.272992	1.170956	1.088411

(1): Precios relativos de la maquinaria adquirida en USA.

(2): Precios relativos de (1) ajustados por el arancel promedio.

(3): Precios relativos de la inversión fija total.

(4): Precios relativos de la maquinaria y equipo.

(5): Precios relativos de la inversión en construcción.

(6): Precios relativos de la inversión en equipo de transporte.

(7): Precios relativos de la inversión en vivienda y otras edificaciones.

Fuentes: Para el cálculo de cada una de las series de precios relativos se dividió el índice de precios respectivo por el deflactor implícito del PIB. La primera serie utiliza este mismo índice aumentado por el arancel promedio. Para las otras series el numerador corresponde al deflactor implícito de la inversión respectiva. Todos los deflatores se han tomado de las cuentas nacionales del Banco de la República y el DANE.

ANEXO 5

Algunos indicadores de restricción de recursos

AÑO	LIBRE	CONTROL	EXBR	M1	M3
1950	0.650000	0.000000	3296.000	—	14791.00
1951	0.750000	0.000000	3674.000	987.0000	15621.00
1952	0.800000	1.000000	3940.000	1218.000	17068.00
1953	0.850000	1.000000	4363.000	1372.000	19115.00
1954	0.900000	1.000000	4978.000	1866.000	20424.00
1955	0.850000	1.000000	5272.000	1811.000	21200.00
1956	0.778400	0.000000	5924.000	2134.000	24505.00
1957	0.709100	0.000000	7018.000	2597.000	24045.00
1958	0.577600	0.000000	8284.000	3028.000	26647.00
1959	0.610200	0.000000	9705.000	3540.000	27553.00
1960	0.599100	0.000000	11149.00	3790.000	27866.00
1961	0.606100	0.000000	12958.00	4433.000	32063.00
1962	0.528500	0.000000	14347.00	5283.000	36008.00
1963	0.376200	0.000000	18488.00	6240.000	33106.00
1964	0.373000	0.000000	21769.00	7737.000	35037.00
1965	0.151200	0.000000	25529.00	8788.000	37412.00
1966	0.563600	1.000000	29747.00	10160.00	38038.00
1967	0.037800	0.000000	34578.00	11891.00	42780.00
1968	0.170000	0.000000	40147.00	14230.00	45492.00
1969	0.172000	0.000000	45711.00	16584.00	51613.00
1970	0.190000	0.000000	47619.00	19699.00	51879.00
1971	0.283000	0.000000	56920.00	22324.00	52379.00
1972	0.282000	0.000000	69484.00	26088.00	58927.00
1973	0.312000	0.000000	92854.00	32961.00	64129.00
1974	0.438000	0.000000	123687.0	40819.00	60261.00
1975	0.428000	0.000000	151571.0	49920.00	58920.00
1976	0.399000	0.000000	196550.0	64780.00	87363.00
1977	0.412000	0.000000	252501.0	88509.00	96074.00
1978	0.428000	1.000000	318666.0	114255.0	126175.0
1979	0.444000	1.000000	426119.0	142307.0	125576.0
1980	0.440000	1.000000	671831.0	176886.0	146226.0
1981	0.522000	1.000000	870105.0	221369.0	170055.0
1982	0.547000	1.000000	1099801.0	271794.0	172921.0
1983	0.414000	0.000000	1336412.0	328798.0	192117.0
1984	0.203000	0.000000	1663315.0	397446.0	191973.0
1985	0.210000	0.000000	2166650.0	490725.0	206276.0
1986	0.439000	0.000000	2644992.0	651572.0	220532.0
1987	0.460000	0.000000	3448812.0	839886.0	233302.0

Fuentes: LIBRE: Número de posiciones arancelarias bajo libre importación como proporción del total. Tomado del Banco Mundial.

CONTROL: Variable dicótoma que refleja el grado de restricción a las importaciones bajo licencia previa. Serie elaborada por Santiago Herrera.

EXBR: Excedente bruto de explotación. Tomado de Clavijo y Fernández (ESPE No. 16 p. 38).

M1: Oferta Monetaria (efectivo = depósitos en cuenta corriente) en millones de pesos. Serie producida por el Banco de la República.

M3: Oferta monetaria ampliada, en millones de \$ de 1975. Tomada de Clavijo y Fernández (ESPE No. 16 p. 38).

## Bibliografía

- Auerbach, Alan (1983), "Welfare Aspects of Current U.S. Corporate Taxation", *AEA Papers and Proceedings*, Vol. 73, No. 2, Mayo.
- Auerbach, Alan (1983), "Corporate Taxation in the United States", *Brookings Papers on Economic Activity*, 2.
- Auerbach, Alan (1983), "Taxation, Corporate Financial Policy and the Cost of Capital", *Journal of Economic Literature*, Septiembre.
- Auerbach, Alan (1984), "Taxes, Firm Financial Policy and the Cost of Capital: an Empirical Analysis", *Journal of Public Economics*, 23.
- Barona, Bernardo (1989), "La Reforma Tributaria de 1986 y la Estrategia Financiera de las Empresas en Colombia", *Coyuntura Económica*, Marzo.
- Bernanke, Ben (1983), "The Determinants of Investment: Another Look", *AEA Papers and Proceedings*, Vol. 73, No. 2, Mayo.
- Blejer, Mario y Mohsin Khan (1984), "Government Policy and Private Investment in Developing Countries", *IMF Staff Papers*, Junio.
- Bosworth, Barry (1985), "Taxes and the Investment Recovery", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1.
- Bovenberg, Lans (1989), "Tax Policy and National Saving in the United States: a Survey", *National Tax Journal*, Vol. XLII, No. 2, Junio.
- Carrizosa, Mauricio (1986), "Hacia la Recuperación del Mercado de Capitales en Colombia", *Bolsa de Bogotá*, Caps. 1-3.
- Chirinko, Robert (1988), "Business Tax Policy, the Lucas Critique, and Lessons from the 1980s", *AER Papers and Proceedings*, Vol. 78, Mayo.
- Clark, Peter (1979), "Investment in the 1970's: Theory, Performance and Prediction", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1.
- Clavijo, Sergio (1990), "Productividad Laboral, Multifactorial y la Tasa de Cambio Real en Colombia", *Ensayos sobre Política Económica*, No. 17, junio.
- Coen, Robert (1969), "Tax Policy and Investment Behavior: Comment", *American Economic Review*, junio.
- Corker, Robert et. al. (1989), "Tax Policy and Business Investment in the United States. Evidence from the 1980's", *IMF Staff Papers*, marzo.
- Dailami, Mansoor (1989), "Colombia: el Impacto de la Reforma Tributaria de 1986 en el costo de Capital de las Empresas", *Banca y Finanzas*, agosto.
- Eisner, Robert (1969), "Tax Policy and Investment Behavior: Comment", *American Economic Review*, junio.
- Fazzari, Steven (1987), "Tax Reform and Investment: How Big an Impact", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, enero.
- Fazzari, Steven (1987), "Tax Reform and Investment: Blessing or Curse", *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, junio/julio.
- Feldstein, Martin y Michael Rotschild (1974), "Towards an Economic Theory of Replacement Investment", *Econometrica*, Vol. 42, No. 3.
- García, Jorge (1988), "Macro-Economic Crises, Macro-Economic Policies and Long-Run Growth (Part III): The Colombian Experience, 1950-1986", *World Bank*, Consultant Report, julio.

- Hall, R. E. y D. Jorgenson (1967), "Tax Policy and Investment Behavior", *American Economic Review*, Vol. 57, junio.
- Hall, R. E. y D. Jorgenson (1969), "Tax Policy and Investment Behavior: Reply and Further Results", *American Economic Review*, junio.
- Harberger, Arnold (1969), "La Tasa de Rendimiento del Capital en Colombia", *Revista de Planeación y Desarrollo*, Vol. I, No. 3, octubre.
- Hendershott, Patric y Sheng-Cheng Hu (1981), "Investment in Producers Equipment", en Aaron y Pechman, Editores, *How Taxes Affect Economic Behavior*, The Brookings Institution.
- Jorgenson, D. (1963), "Capital Theory and Investment Behavior", *American Economic Review*, 53, mayo.
- Khan, Mohsin y Carmen Reinhart (1990), "Private Investment and Economic Growth in Developing Countries", *World Development*, Vol. 18, No. 1.
- Kohli, Ulrich y Christopher Ryan (1987), "Investment and Interest Rates: an Econometric Dissection", *Journal of Macroeconomics*, Vol. 9, No. 3, Summer.
- Lyon, Andrew (1989), "The Effect of the Investment Tax Credit on the Value of the Firm", *Journal of Public Economics*, 38.
- Lund, Philip (1979), "Investment. The Study of an Economic Aggregate", *North-Holland*.
- Musalem R. (1989), "An Econometric Model for Colombia", *World Bank, Summary of the Trade Policy Model*, mayo.
- Nerlove, Marc (1972), "Lags in Economic Behavior", *Econometría*, Vol. 40, No. 2, marzo.
- Ocampo, A., Londoño, y L. Villar (1988), "Comportamiento del Ahorro y la Inversión: Evolución Histórica y Determinantes", en E. Lora, Editor, *Lecturas de Macroeconomía Colombiana*, Tercer Mundo-Fedesarrollo, pp. 13-90.