

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas



" ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE EL GASTO PÚBLICO EN
INFRAESTRUCTURA Y EL CRECIMIENTO EN EL ECUADOR "

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

**ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL,
ESPECIALIZACIÓN SECTOR PÚBLICO**

Presentado por

Guillermo Alejandro Romero Patiño

Guayaquil – Ecuador

2004

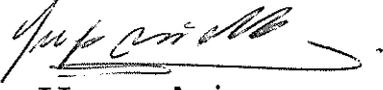
AGRADECIMIENTO

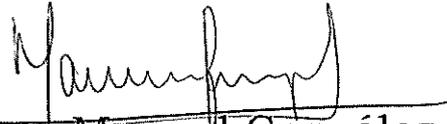
A Dios, a mi familia y a la familia Quevedo

DEDICATORIA

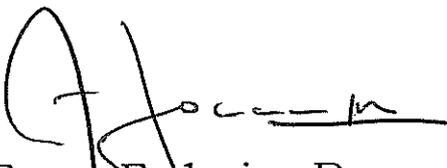
Dedico este trabajo a mis padres.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN


Dr. Hugo Arias
Presidente

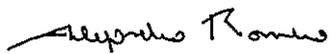

Econ. Manuel González
Director de Tesis


Econ. Iván Rivadeneira
Vocal


Econ. Federico Bocca
Vocal

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".



Guillermo A. Romero P.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

I. BIENES SUMINISTRADOS POR EL ESTADO

- 1.1 Bienes privados suministrados por el estado
- 1.2 Bienes públicos suministrados por el estado
- 1.3 Bienes públicos suministrados por el estado sujetos a congestión

II. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

- 2.1 Modelo Teórico
 - 2.1.1 Modelo de Libre Mercado
 - 2.1.2 Modelo del Planificador Central
- 2.2 Modelo Práctico

III. DESCRIPCIÓN DE DATOS

- 3.1 Fuente de los datos
- 3.2 Análisis descriptivo de los datos
 - 3.2.1 PIB
 - 3.2.2 Empleo

3.2.3 Formación Bruta Capital Fijo de las
Administraciones Públicas

3.2.4 Stock de Capital

3.2.5 Crecimiento de las Variables

3.2.6 Relación entre Formación Bruta Capital Fijo de
las Administraciones Públicas y el PIB

3.2.7 Principales componentes del Presupuesto
General del Estado

IV. METODOLOGÍA

4.1 Análisis de estacionariedad

4.2 Modelo de Cointegración

V. RESULTADOS DEL MODELO

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Una de las formas en las que se cree se puede influenciar el crecimiento económico es mediante buenas políticas de inversión pública. Es por esto que este documento utilizando un modelo sencillo de producción con una función Cobb-Douglas, trata de medir la relación de largo plazo entre el gasto público en infraestructura y el crecimiento.

La gran mayoría de personas pueden pensar que la relación que se trata de encontrar es un tanto obvia. Por esto, se debe considerar los resultados empíricos encontrados por Barro (1989), donde varias regresiones arrojan una relación negativa entre el gasto del gobierno y el producto. La explicación que se da tiene mucha lógica: el gasto del gobierno no tiene mayor efecto en la renta del sector privado, pero los impuestos que se cobran para financiar los planes de gobierno sí tienen un efecto contractivo. Teniendo en cuenta este argumento se quiere aislar el gasto del gobierno solo en infraestructura y realizar un análisis para el Ecuador.

Para tratar de medir esta relación en la economía ecuatoriana se parte de un modelo ya estudiado y aplicado en otros países. Toledo y Rivera (2003), hacen un estudio parecido en la economía chilena donde encuentran una relación positiva entre inversión pública y crecimiento. Para llegar a este resultado realizan pruebas de raíces unitarias de Dickey Fuller Aumentado, análisis de cointegración utilizando el método de Johansen (1995) para luego utilizar un vector de corrección de errores. Al final el vector refleja una elasticidad del 3% entre el gasto público y el producto en el largo plazo.

Varios estudios demuestran que se puede encontrar una relación de largo plazo entre estas variables. Aunque los primeros de ellos como el de Aschauer (1989) encuentran una relación pero con resultados no confiables, ya que se basan en un método de estimación con mínimos cuadrados restringidos, por lo que están expuestos a regresiones espurias. Más adelante se corrige este error con estudios como los de Pereira (2001), Sturm (1995, 2001) y Yoke (2001), donde se utiliza modelos de cointegración, pero este tipo de estudios solo tratan esta relación para economías desarrolladas como la de Estados Unidos o Australia.

En esta tesis se trata de medir como un factor productivo a la inversión del Sector Público y estimar en cuánto contribuye a la producción. Para obtener los resultados primero se encuentra el modelo teórico, luego se desarrolla un modelo práctico, se realizan pruebas de raíz unitaria de Phillips-Perron (1988) donde se encuentra que las series son no estacionarias y por último el test de cointegración de Engle y Granger (1987). Los resultados obtenidos dan una elasticidad del 2,7 % con un nivel de confianza del 85%.

El presente documento se estructura de la siguiente manera: Introducción, Capítulo 1: Bienes suministrados por el Estado, Capítulo 2: Descripción del Modelo, Capítulo 3: Descripción de los Datos, Capítulo 4: Metodología, Capítulo 5: Resultados del Modelo, Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones, Anexos y Bibliografía.

CAPÍTULO I

BIENES SUMINISTRADOS POR EL ESTADO

En este capítulo se revisa que es un bien público y los tipos de bienes suministrados por el estado. De esta forma se puede entender las diferencias entre los modelos de crecimiento que incluyen al gasto público como factor productivo de acuerdo al tipo de bien suministrado: Bienes privados suministrados por el estado, Bienes públicos suministrados por el estado, Bienes públicos suministrados por el estado sujetos a congestión.

No todos los bienes suministrados por el estado son bienes públicos, para que un bien sea público tiene que cumplir 2 condiciones, éstas son:

1. No Rival: Un bien es no rival, cuando el uso de este bien por parte de un individuo no implica que otro individuo tenga que

limitar su uso o dejar de usarlo. Un ejemplo de este sería la tecnología ya que todos pueden usarla al mismo tiempo sin necesidad de que esto limite su uso por parte de otros individuos.

2. No Excluyente: Un bien es no excluyente cuando, todos los individuos tienen libre acceso a él. Un ejemplo sería un parque público ya que todos pueden acceder a él sin ninguna restricción.

Para tener un concepto claro del modelo que se va a usar primero se debe entender que el Sector Público suministra diferentes tipos de bienes y que dependiendo del tipo de bien que se quiera analizar el modelo va a ser diferente.

Existen 3 tipos bienes suministrados por el estado:

1.1 Bienes Privados suministrados por el Estado

En este modelo cada productor puede especificar la cantidad de servicios públicos, los servicios son rivales y no excluyentes por lo que un individuo no puede congestionar los servicios suministrados a otros individuos.

La producción está sujeta a retornos decrecientes con respecto al capital pero retornos constantes con respecto al capital y al gasto del gobierno per cápita juntos.

La producción sigue la siguiente función:

A : Parámetro tecnológico

K : Capital per cápita

G : Gasto del gobierno per capita

$$y = Ak^\alpha g^{1-\alpha}$$

1.2 Bienes Públicos suministrados por el Estado

En este modelo los servicios proporcionados por el estado son: no rivales y no excluyentes.

Se reemplaza el gasto gubernamental per cápita por el gasto gubernamental agregado, esto implica que el gasto del gobierno puede ser repartido de una forma no rival sobre todos los individuos.

La producción está sujeta a retornos decrecientes con respecto al capital pero retornos constantes con respecto al capital y al gasto gubernamental agregado juntos.

La producción sigue la siguiente función:

A: Parámetro tecnológico

K: Capital per cápita

G: Gasto Agregado del gobierno

$$y = Ak^\alpha G^{1-\alpha}$$

1.3 Bienes Públicos suministrados por el estado sujetos a congestión

Este tipo de bien es rival pero no excluyente.

Se trata de modelar la congestión que en la realidad tienen los bienes suministrados por el estado, por lo que a los servicios del estado se los relaciona con el stock de capital de la economía. De esta forma, a medida que el capital agregado crece sin que el nivel de gasto gubernamental agregado crezca a la misma tasa va a causar que los servicios del gobierno se congestionen. Si la relación del gasto

gubernamental con el capital crece a la misma tasa el modelo se va a comportar como un modelo AK ocasionando crecimiento endógeno.

La producción sigue la siguiente función:

A: Parámetro tecnológico

k : Capital per cápita

K : Capital agregado

G : Gasto Agregado del gobierno

$$y = Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha$$

En esta tesis se quiere encontrar la relación entre el crecimiento y el Gasto del gobierno en infraestructura, la infraestructura es un bien que se encontrará casi siempre sujeto a congestión como por ejemplo los aeropuertos, las carreteras, los puentes, pasos a desnivel, etc. Por lo que este es el modelo que se va a utilizar.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

En este capítulo se desarrolla el modelo teórico y el modelo práctico. En el modelo teórico se va a encontrar la tasa de crecimiento del consumo utilizando dos tratamientos: el de libre mercado y el del Planificador Central, con esto se quiere ver las diferentes tasas de consumo considerando la información con la que cuentan los productores y considerando la información que tiene un planificador central. En el modelo práctico se encuentra una ecuación de largo plazo para que con los datos del Ecuador se pueda obtener una relación entre las variables.

2. 1 EL MODELO TEÓRICO

2.1.1 MODELO DE FAMILIAS PRODUCTORAS O LIBRE MERCADO

Supuestos del Modelo:

- El modelo de las familias productoras sigue los mismos pasos que el de libre mercado y se llega a la misma tasa de crecimiento.
- Los individuos representan una parte muy pequeña de la economía, para ellos el gasto público esta dado.
- El estado solo puede gastar lo que recaude es decir siempre debe mantener un presupuesto equilibrado.

A : Factor tecnológico

τ : Impuesto a la renta

G : Gasto Agregado del Gobierno

K : Stock de Capital

Se tiene la función de producción sujeta a congestión

$$y = Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha \quad (1)$$

La restricción de los individuos queda expresada de la siguiente forma, como se puede notar se consideran los ingresos después de impuestos.

$$\dot{k} = (1 - \tau)Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \quad (2)$$

Se tiene la restricción y la función de producción por lo que se procede a plantear **el Hamiltoniano**:

$$H = e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{Ct^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) + v \left((1 - \tau)Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \right) \quad (3)$$

Se obtienen las 2 condiciones de Primer Orden:

En la primera condición de primer orden se deriva el hamiltoniano con respecto al consumo y se iguala a 0.

$$H_c = e^{-(\rho-n)t} C^\sigma - v = 0 \quad (4)$$

Para la segunda condición de primer orden se deriva el hamiltoniano

con respecto al capital y se iguala a $-\dot{v}$

$$Hk = -\nu \left((1-\tau)A \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - n - \zeta \right) = \overset{o}{\nu} \quad (5)$$

La tasa de crecimiento del consumo se expresa:

$$\sigma^{-1} \left((1-\tau)A \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - \zeta - \rho \right) = \frac{\overset{o}{c}}{c} = \mathcal{Y}_c \quad (8)$$

Para que la tasa de consumo quede expresada en función de τ la ecuación es la siguiente:

$$\sigma^{-1} \left((1-\tau) \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} - \zeta - \rho \right) = \mathcal{Y}_c \quad (12)$$

(12) es la tasa de crecimiento del consumo para el modelo de Libre Mercado. Para ver todo el desarrollo ver Apéndice A

2.1.2 El Modelo del Planificador Central

Supuestos del Modelo:

- Se supone que los individuos representan una parte muy pequeña de la economía, para ellos el gasto público esta dado.
- El estado solo puede gastar lo que recaude es decir siempre debe mantener un presupuesto equilibrado.
- El modelo del planificador central tiene la idea que un planificador que tenga toda la información disponible va a poder encontrar una tasa de crecimiento de consumo superior a la que encuentran los individuos en los modelos de libre mercado.

A : Factor tecnológico

τ : Impuesto a la renta

G : Gasto Agregado del Gobierno

K : Stock de Capital

Se tiene la función de producción sujeta a congestión

$$y = Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha \quad (1)$$

A diferencia del modelo de libre mercado el planificador Central tiene toda la información, por lo que va a incorporar a su restricción no solo la restricción presupuestaria de los individuos si no también la del gobierno.

$$\dot{K} = (1 - \tau)k\tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} - c - (\zeta + n)k \quad (12)$$

Se tiene la nueva restricción y se procede a plantear **el Hamiltoniano**

$$H = e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{Ct^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) + v \left((1 - \tau)k \left[\tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \right)$$

(13)

Se obtienen las 2 condiciones de Primer Orden

Para obtener la primer condición se deriva el hamiltoniano con respecto al consumo y se iguala a 0.

$$H_c = e^{-(\rho-n)t} C^\sigma - v = 0$$

Para obtener la segunda condición se deriva con respecto al capital y se iguala a $-\dot{v}$

$$Hk = -\dot{v} \left((1 - \tau) A^{\frac{1}{1-\alpha}} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - n - \zeta \right) = \dot{v} \quad (14)$$

Esta es la tasa de crecimiento del consumo para el planificador Central. Para el desarrollo completo ver Apéndice B.

$$\sigma^{-1} \left((1 - \tau) A^{\frac{1}{1-\alpha}} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \rho - \zeta \right) = \frac{\dot{c}}{c} = \mathcal{Y}_c \quad (15)$$

Como se puede observar a diferencia de los otros modelos con Servicios públicos la tasa de crecimiento del planificador central va a ser la misma que la tasa de crecimiento de libre mercado.

Por intuición se puede explicar que si un individuo decide expandir su capital esto va a ocasionar que los servicios se congestionen pero a su vez que el producto aumente, dada la cantidad de contribución del capital al producto, esto va a hacer que por la restricción del gobierno, (gasto de gobierno igual a impuesto a la renta por producto ($G=\tau Y$)), también el gasto gubernamental aumente, este aumento tiene que ser

suficiente para que la relación entre el gasto gubernamental y el capital se mantenga constante, la compensación va a ser G/Y veces la adición al producto, debido a τ , el impuesto a la renta, que es igual a G/Y . El incentivo que tiene el individuo a aumentar su capital y por ende pagar más impuestos al aumentar su producción va a ser el preciso para mantener un óptimo social, es por esto que las decisiones que toman los individuos y el Planificador Central llevan a la misma tasa de crecimiento.

2.2 EL MODELO PRÁCTICO

Para el modelo práctico se prefiere utilizar el modelo desarrollado por Glomm y Ravikumar (1994) por lo que se asume una función de producción Cobb – Douglas que sigue la siguiente forma:

$$Y_t = A e^{u_t} K_t^\alpha \left[(1 + X)^t L_t \right]^{1-\alpha} \tilde{G}^\theta \quad (16)$$

donde:

Y: Producción

A: Parámetro Tecnológico

K : Stock de Capital

X : Tasa de progreso tecnológico neutral a la Harrod

\tilde{G} Gasto Público en Infraestructura Sujeto a Congestión

El gasto público en infraestructura sujeto a congestión sigue la siguiente forma donde G es el gasto público total en infraestructura.

$$\tilde{G} = \frac{G_t}{K_t^\phi [(1+X)^t L_t]^{1-\phi}} \quad (17)$$

Se reemplaza el gasto público sujeto a congestión y se deja las variables en términos per. cápita

$$y_t = A e^{u_t} k_t^{\alpha-\phi\theta} g_t^\theta (1+X)^{[(1-\alpha)-(1-\phi)\theta]t} \quad (20)$$

Se toma logaritmos naturales en ambos lados de la ecuación

Esta es la ecuación de largo plazo (21)

$$\ln y = a + (\alpha - \phi\theta) \ln k + \theta \ln g + [(1-\alpha) - (1-\phi)\theta]t \ln(1+X) + U$$

Si se sigue el modelo de crecimiento de Glomm y Ravikumar (1994), Yoke (2001), donde se demuestra que es posible derivar, en un contexto estocástico el espacio de cointegración, que a lo más estará

descrito por dos vectores de cointegración independientes. Si existe un solo vector de cointegración se puede aproximar a $\ln(1+X)$ a X y la ecuación de largo plazo de la siguiente forma (Para el desarrollo completo revisar Apéndice C):

$$\ln y = a + (\alpha - \phi\theta)\ln k + \theta\ln g + [(1 - (\alpha + (1 - \phi)\theta))X]^t + U \quad (22)$$

Para que los resultados sean congruentes con un modelo de crecimiento endógeno el modelo debería cumplir que $\alpha + (1 - \phi)\theta = 1$, es decir que la suma de los exponentes de los factores públicos y privados sea igual a 1, Si $\alpha + (1 - \phi)\theta < 1$ no existirá crecimiento después de que alcance su estado estacionario ya que poco a poco la función va decreciendo y si $\alpha + (1 - \phi)\theta > 1$ la ruta de estado estacionario de la función se vuelve explosiva.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE DATOS

3.1 Fuente de los datos

Los datos de PIB y de la Formación Bruta de Capital Fijo de las administraciones públicas fueron encontrados en la base de datos del Banco Central Del Ecuador. Los Datos de empleo y stock de Capital fijo se encontraron en las estadísticas de ILDIS (Instituto Latinoamericano de Estadísticas Sociales).

Todas las series utilizadas son del periodo de 1970 al 2000 y se encuentran en millones de sucres de 1975 en frecuencia anual.

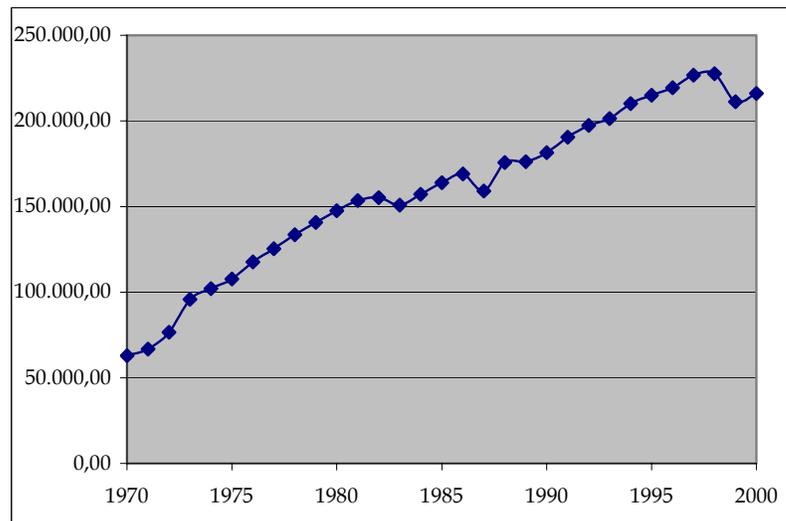
3.2 Análisis Descriptivo de las Variables

3.2.1 El PIB (Producto Interno Bruto);

Es la oferta y utilización final de bienes y servicios. Es la forma en que se mide la producción total de un determinado sector o país. En este caso en el Ecuador sigue una tendencia creciente, gráficamente (Gráfico #1) se puede notar que en ciertos años existen caídas; 1983, 1987, 1999, aunque no tan fuertes como para ocasionar un cambio de nivel en la serie.

Gráfico # 1

EVOLUCIÓN DEL PIB DESDE 1970 AL 2000



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración del autor

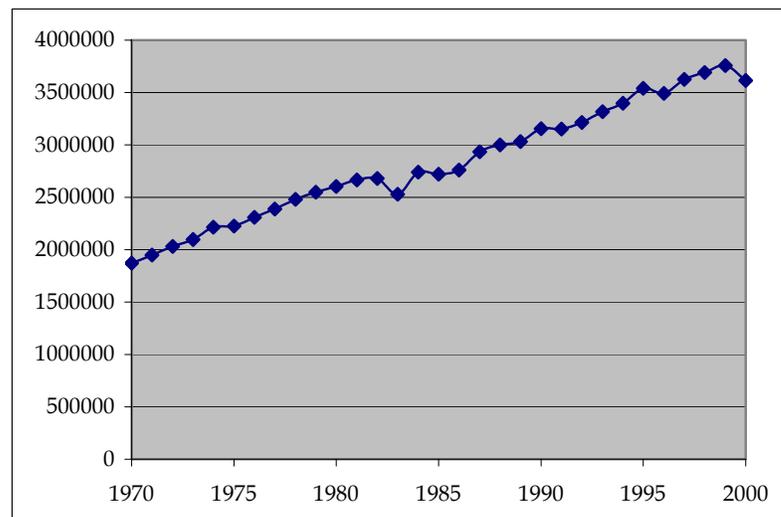
3.2.2 El empleo;

Es la cantidad de personas de la Población Económicamente Activa ocupada en el Ecuador, incluye a los informales, subempleo, etc. Se puede notar que también sigue una tendencia creciente (Gráfico #2),

con caídas similares a las del PIB pero con una pendiente menor, es decir crece a un menor ritmo.

Gráfico # 2

EVOLUCIÓN DEL EMPLEO DE 1970 AL 2000



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración del autor

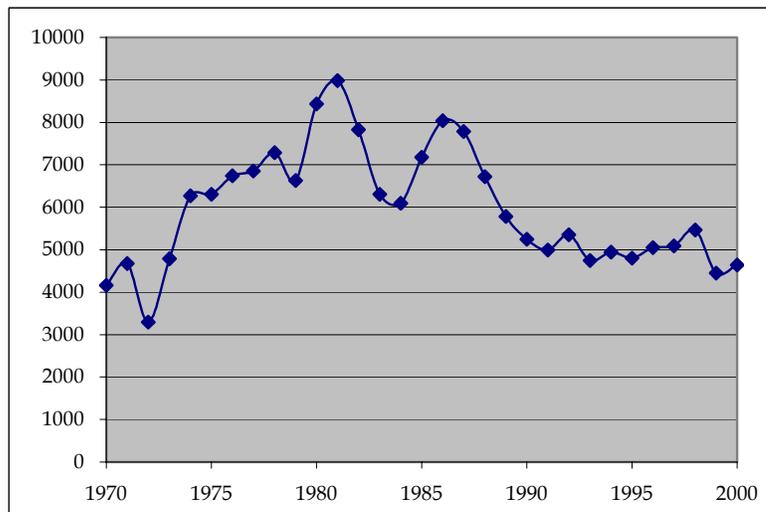
3.2.3 La Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) de las administraciones públicas;

Es lo que las Administraciones Públicas han gastado en formar activos de larga duración del tipo de infraestructura como: aeropuertos, carreteras, edificios, parques, puentes, pasos a desnivel, etc.. En esta variable a simple vista se observa que no sigue una

tendencia apreciable (Gráfico # 3), no se notan ni cambios de tendencia, ni cambios de nivel, lo único que se puede observar es una disminución a partir del año 1987.

Gráfico # 3

EVOLUCIÓN DE LA FBKF ADM PUBLICAS DESDE 1970 AL 2000



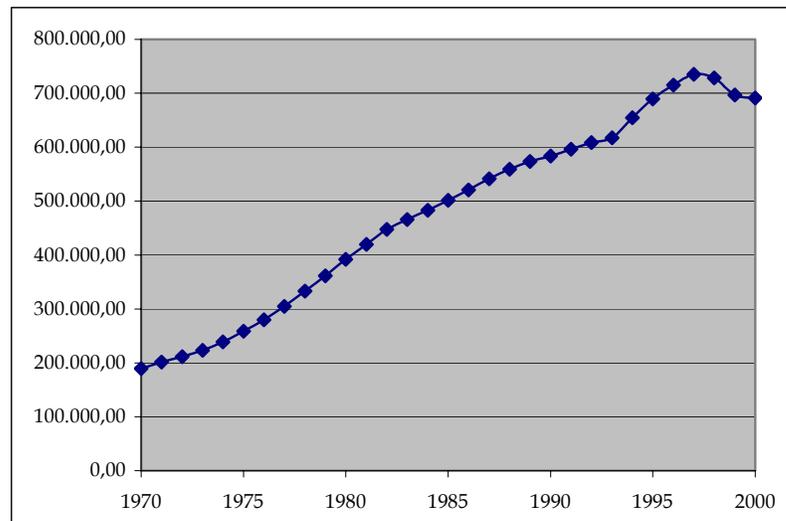
Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaboración del autor

3.2.4 El Stock de Capital;

Es la acumulación de capital fijo de toda la economía, formado anteriormente (Gráfico # 4). Tiene una tendencia creciente, más pronunciada que la del empleo y sin caídas como el PIB exceptuando los años 1998, 1999 y 2000 donde si existen caídas apreciables.

Gráfico # 4

EVOLUCIÓN DEL STOCK DE CAPITAL DESDE 1970 AL 2000



Fuente: ILDIS
Elaboración del autor

3.2.5 Crecimiento de las variables

En el Cuadro # 1 se puede analizar la tasa promedio de crecimiento de las variables cada 5 años, de esta forma se puede verificar qué variable crece más rápido y si pueden existir factores externos durante determinados quinquenios que afecten independientemente a las variables.

En el quinquenio 1970-1975 es cuando todas las variables tienen su mayor crecimiento. De ahí en adelante se nota una disminución

paulatina hasta que en el quinquenio 1995-2000 es observable una disminución considerable en la tasa de crecimiento de todas las variables. El único quinquenio en que las tasas de crecimiento tuvieron un aumento es el 1990-1995 donde se experimenta una recuperación en todas las variables a excepción del empleo.

Cuadro # 1

**TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO DE LAS VARIABLES POR
QUINQUENIOS %**

	PIB	SK	G	EMPLEO
1970-1975	14,25	7,33	10,32	3,77
1975-1980	7,403	10,28	6,73	3,39
1980-1985	2,23	5,58	-2,98	0,91
1985-1990	2,13	3,27	-5,37	3,19
1990-1995	3,70	3,63	-1,71	2,44
1995-2000	0,091	0,06	-0,68	0,42

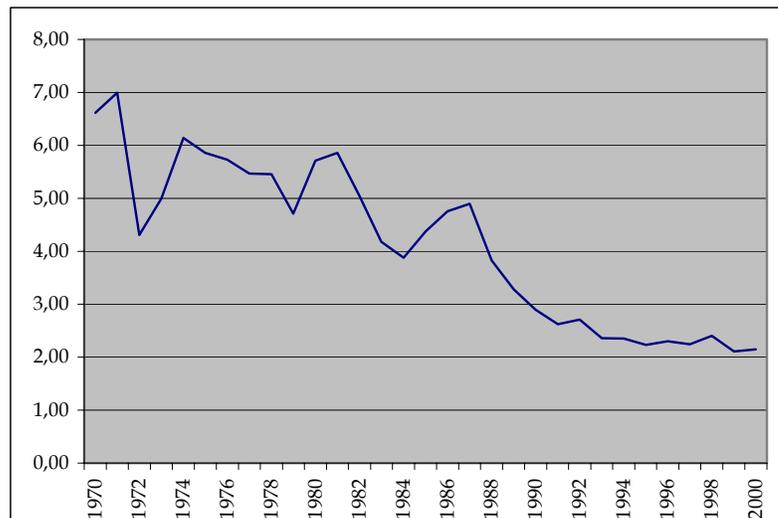
Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por el autor

**3.2.6 Relación entre la Formación Bruta de Capital Fijo de las
administraciones Públicas y el PIB.**

El Gráfico # 5 sirve para comprobar cómo la relación entre el PIB y la Formación Bruta de Capital Fijo de las administraciones públicas tiene una tendencia decreciente con un par de cambios de nivel en la serie en 1981 y 1987, pero con una marcada tendencia decreciente después de 1987.

Gráfico # 5

PORCENTAJE DE LA INVERSIÓN EN FBKF ADM. PUBLICAS EN RELACIÓN AL PIB



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por el autor

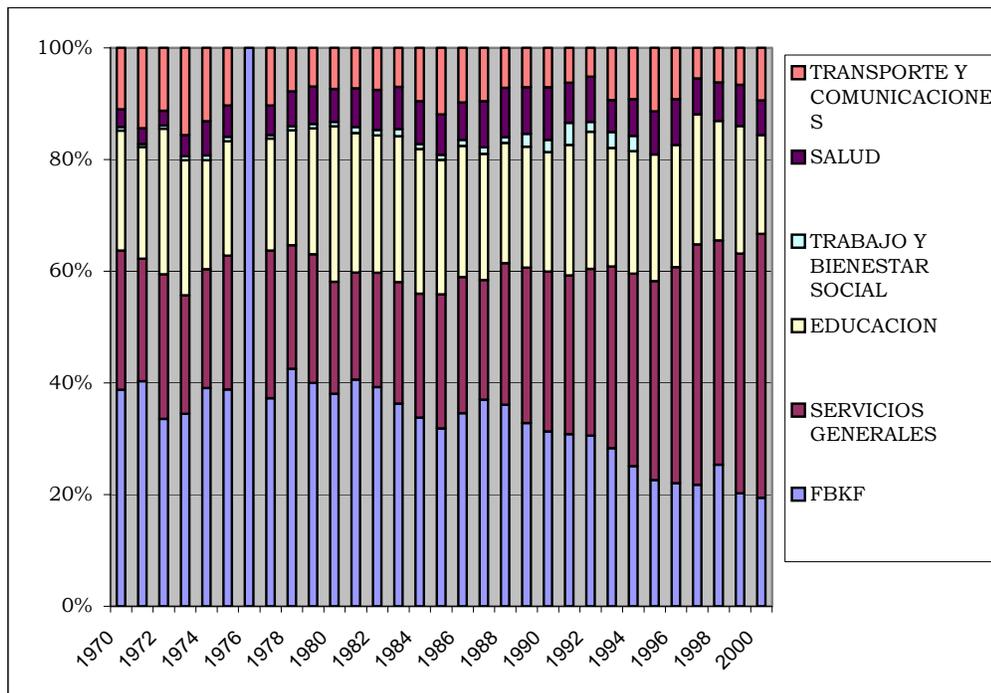
3.2.7 Principales Componentes del Presupuesto General del Estado

En el Gráfico # 6 se pueden observar los principales componentes del presupuesto general del estado. Es notorio cómo el Gasto en Servicios Generales ha mantenido un incremento constante a diferencia de la

formación bruta de capital fijo de las administraciones públicas la cual ha disminuido. Esto demuestra cómo los gastos corrientes como sueldos y salarios y otros gastos no duraderos han aumentado, cuando gastos que pueden producir crecimiento como bienes de capital han disminuido.

Gráfico # 6

COMPOSICIÓN DEL PRESUPUESTO GENERAL DEL ESTADO



Fuente: Banco Central del Ecuador
Elaborado por el autor

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

En este capítulo se explica la metodología para encontrar la relación entre el gasto público en infraestructura y el crecimiento. Se hacen las pruebas con los datos reales del Ecuador para encontrar los resultados de acuerdo al tipo de datos con los que se trabaja. Primero se realiza un análisis de estacionariedad a todas las series por medio del test de raíz unitaria de Phillips-Perron (1988) para luego de comprobar su estacionariedad

4.1 Análisis de Estacionariedad

Lo primero que se debe hacer al trabajar cualquier modelo con series de tiempo es verificar qué tipo de series son con las que se está trabajando: si éstas son estacionarias o no. Un proceso es estacionario si su media y su varianza son constantes en el tiempo.

Para esto el primer paso es observar los gráficos y luego realizar el test de raíz unitaria dependiendo de las características observadas en cada gráfico.

Gráficamente se puede intuir que las series son no estacionarias, como en la mayoría de los casos de las variables económicas. Para estar seguros se prueba con un test de raíz unitaria.

Se realiza el test de Phillips-Perron (1988) dado que tiene mayor poder que el de Dickey-Fuller (1979) o Dickey Fuller aumentado, ya que éstos a diferencia del primero requieren que los residuos sean ruido blanco, por lo que existe mayor probabilidad de fallo a rechazo a series no estacionarias que en verdad son estacionarias.

En este caso donde los gráficos indican tendencia en la serie y en caso que el test de raíz unitaria lo compruebe se sabe que no se puede trabajar con modelos típicos, por riesgo de tener regresiones espurias, por lo que se debe hacer un test de cointegración. Las regresiones espurias son regresiones donde a pesar que las variables en verdad no están relacionadas la regresión indica que sí lo están.

El primer paso es ejecutar el test Phillips-Perron (1988) con la opción "level", es decir, en niveles para los logaritmos naturales de las

variables expresadas en terminos per cápita. Con esto se prueba la hipótesis de raíz unitaria.

Ho: Presencia de Raíz Unitaria

Ha: Estacionarias con tendencia

Cuadro # 2

Variables per. Cápita	TEST ESTADÍSTICO	VALORES	VALORES	VALORES
		CRÍTICOS 1%	CRÍTICOS 5%	CRÍTICOS 10%
PIB	-3.003919	-4.295	-3.567	-3.217
STOCK DE CAPITAL	-0.067313	-4.295	-3.567	-3.217
GASTO PUBLICO	-2.082.669	-4.295	-3.567	-3.217

Fuente: Banco central del Ecuador, ILDIS
Elaborado por el autor

Como se puede observar no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria con ninguna de las variables.

4.2 Modelo de Cointegración

Luego de conocer que las series son no estacionarias el segundo paso para poder cointegrar es constatar si las series están en el mismo nivel de integración.

Se ejecuta el test Phillips-Perron (1988) con la opción “1st difference”, es decir, en primeras diferencias

Ho: Presencia de Raíz Unitaria

Ha: Estacionarias con intercepto

Tabla # 3

	TEST ESTADÍSTICO	VALORES CRÍTICOS 1%	VALORES CRÍTICOS 5%	VALORES CRÍTICOS 10%
PIB	-5,1559620	-3,6752	-2,9665	-2,6220
STOCK DE CAPITAL	-4,1643070	-3,6752	-2,9665	-2,6220
GASTO PUBLICO	-5,9600660	-3,6752	-2,9665	-2,6220

Fuente: Banco central del Ecuador, ILDIS
Elaborado por el autor

En todos los casos se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria en primeras diferencias por lo que se comprueba que las series se encuentran en el mismo nivel de integración, I(1).

La cointegración dice que la combinación lineal de ciertas variables no estacionarias puede ser estacionaria. Esto significa que las variables tienen una misma tendencia estocástica, de manera que tienen un

comportamiento similar a lo largo del tiempo. Las variables deben de estar cointegradas en un vector que se llama vector de cointegración. Conociendo que todas las variables están en el mismo nivel de integración se puede proceder a realizar el test de cointegración.

El test de cointegración que se selecciona en este trabajo es el de Engle y Granger (1987), el cual es un estimador de 2 pasos que consiste en probar si los residuos de la regresión son estacionarios. Esto se hace generando los residuos de la regresión que se quiere probar y luego se le aplica el test de Philipps Perron (1988). Otro test muy conocido y con ventajas sobre Engle y Granger (1987) es el Johansen (1991) que consiste en estimar un VAR en primeras diferencias y puede testear la presencia de múltiples vectores de cointegración. Dada la necesidad de solo probar una ecuación en este trabajo, que es la del PIB, no es necesario aplicar el Test de Johansen (1991) por lo que se prefiere Engle y Granger (1987).

Se agrega una variable de tendencia al modelo, la cual está explicada en el modelo práctico, y se ejecuta la regresión.

CAPÍTULO V

RESULTADOS DEL MODELO

Los resultados de la cointegración:

Después de generar los residuos del vector que se quiere probar se realiza el test de Phillips – Perron (1988) sobre estos con los siguientes resultados:

Ho: Presencia de Raíz Unitaria

Ha: Existe cointegración

Tabla # 4

Test Estadístico			
Phillips-Perron	-3.34	1% Valor Crítico	-4,36
		5% Valor Crítico	-3,8
		10% Valor Crítico	-3,45
		15% Valor Crítico	-3,33

Fuente: Banco central del Ecuador, ILDIS
Elaborado por el autor

Se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria con un nivel de confianza del 85%.

Los residuos con los que se ejecuta el test son los residuos estimados, no los reales, por lo que suele ser frecuente el error de dar como estacionarias series de residuos no estacionarias. Por esto se utilizan los valores de Phillips y Ouliaris (1990), ya que estos son más altos en valor absoluto que los valores usados por el test de Phillips – Perron.

Los resultados de la regresión:

Después de comprobar con el procedimiento de Engle y Granger (1987) que el vector sí cointegra se realiza la regresión con los siguientes resultados:

$$\text{LnPIB} = \beta_1 + \beta_2 \text{LnK} + \beta_3 \text{LnG} + \beta_4 T$$

$$\text{LnPIB} = 5.497810 + 0.322735 \text{LnK} + 0.271307 \text{LnG} + 0.014043T$$

(1.091352) (0.149181) (0.073161) (0.005123)

$$R^2 = 0.869230$$

$$DW = 0.725363$$

T Variable de tendencia

Desviaciones estándar en paréntesis

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se trató de medir la participación del Gasto Público en infraestructura al crecimiento económico utilizando un modelo neoclásico a lo Barro donde se incluye el gasto público como factor productivo y considerando la congestión que tienen este tipo de bienes de acuerdo a su utilización. Los resultados muestran lo siguiente:

1. Si se encontró una relación de largo plazo entre el gasto público en infraestructura y el crecimiento.
2. La relación entre el gasto público en infraestructura y el crecimiento es positiva.
3. Las variables independientes explican en un 86,92 por ciento a la variable dependiente.

4. El modelo asume retornos constante a escala por lo que el gasto público en inversión contribuye en un 27.13% al producto.
5. Las pruebas realizadas a los coeficientes indican que $\beta_2 + \beta_3 \neq 1$ y $\beta_4 \neq 0$ por lo que se rechaza la hipótesis de crecimiento endógeno y se falla a rechazar la hipótesis de crecimiento exógeno. Es decir el gasto público en infraestructura genera una externalidad positiva sobre el producto, puede alterar su nivel de largo plazo pero no su tasa de crecimiento.
6. Estos resultados demuestran el poder que puede tener el estado mediante políticas de inversión en infraestructura. Es por esto que el presupuesto General del estado tiene que estar bien distribuido en gasto y inversión, ya que esta variable influye en el crecimiento en el largo plazo y, aunque bien usada puede ser un factor de crecimiento, si se la descuida puede ser un factor de desaceleración económica.
7. En el gráfico de la formación bruta de capital fijo de las administraciones públicas, se nota a simple vista que no existe

ningún tipo de planificación en gasto en inversión del gobierno. Si existiera planificación por parte del gobierno se podría utilizar a la inversión pública como una forma de incentivar el crecimiento cuando se está en recesión. Pero dada la falta de buenas políticas públicas el gasto del gobierno se hace por razones políticas y no pensando en un desarrollo económico sostenido. Como ejemplo, en la época del Boom petrolero cuando los famosos petrodólares inundaron el Ecuador, se formó una cultura de gasto y endeudamiento y que, luego de la caída de los precios del petróleo, ha sido uno de los grandes factores de las siguientes crisis y de la gran deuda externa del Ecuador. Este problema de no saber qué hacer con tanto dinero (se llegó hasta a pagar la deuda de la revolución cuando ningún otro país la ha pagado) y dedicarse a gastarlo, podría haber tenido el efecto contrario si se hubiera invertido en infraestructura. Esto hubiese contribuido al crecimiento.

8. Se tiene que estar muy atento al gasto del gobierno en inversión, ya que de tener malas decisiones esto puede costar muy caro en el futuro, cuando esa falta de inversión dé resultado negativos en el crecimiento.

APÉNDICE A

El modelo de las familias productoras sigue los mismos pasos que el de libre mercado y se llega a la misma tasa de crecimiento.

A : Factor tecnológico

τ : Impuesto a la renta

G : Gasto Agregado del Gobierno

K : Stock de Capital

Se tiene la función de producción sujeta a congestión

$$y = Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha \quad (1)$$

La producción es igual a; consumo de los hogares, más la variación de capital, más el capital existente depreciado, más el gasto del gobierno.

$$Y = C + \overset{\circ}{K} + \zeta K + G$$

Se despeja la ecuación de forma que $\overset{\circ}{K}$ quede

$$Y - C - \zeta K - G = \overset{\circ}{K}$$

Se dividen las variables para L para dejarlas expresadas en términos per cápita y se reemplaza G por τY .

$$\frac{Y}{L} - \frac{C}{L} - \frac{\zeta K}{L} - \frac{\tau Y}{L} = \frac{\dot{K}}{L}$$

A las variables per cápita se las expresa en minúsculas

$$y - c - \zeta k - \tau y = \dot{k} + nk$$

Se despeja \dot{k} y se saca factor común

$$\dot{k} = (1 - \tau)y - c - (\zeta + n)k$$

Se supone que los individuos representan una parte muy pequeña de la economía, para ellos el gasto público está dado.

El estado solo puede gastar lo que recaude es decir siempre debe mantener un presupuesto equilibrado.

La restricción de los individuos queda expresada de la siguiente forma, como se puede notar se consideran los ingresos después de impuestos.

$$\dot{k} = (1 - \tau)Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \quad (2)$$

Se tiene la restricción y la función de producción por lo que se procede a plantear **el Hamiltoniano**:

$$H = e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{Ct^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) + v \left((1 - \tau)Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \right) \quad (3)$$

Se obtienen las 2 condiciones de Primer Orden

En la primera condición de primer orden se deriva el hamiltoniano con respecto al consumo y se iguala a 0.

$$H_c = e^{-(\rho-n)t} C^\sigma - v = 0$$

Se despeja v y se obtiene

$$v = e^{-(\rho-n)t} C^{-\sigma} \quad (4)$$

Para la segunda condición de primer orden se deriva el hamiltoniano

con respecto al capital y se iguala a $-\dot{v}$

$$Hk = -v \left((1-\tau)A \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - n - \zeta \right) = \overset{o}{v} \quad (5)$$

Se saca logaritmo natural en ambos lados de (4)

$$\ln v = -(\rho - n)t - \sigma \ln c \quad (6)$$

Se deriva (6) con respecto al tiempo

$$\frac{\overset{o}{v}}{v} = -(\rho - n) - \sigma \frac{\overset{o}{c}}{c}$$

Se despeja de forma de dejar $\frac{\overset{o}{c}}{c}$

$$\frac{1}{\sigma} \left(-\frac{\overset{o}{v}}{v} - (\rho - n) \right) = \frac{\overset{o}{c}}{c} \quad (7)$$

Se reemplaza (5) en (7) para obtener la tasa de crecimiento del consumo

$$\sigma^{-1} \left((1-\tau)A \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - \zeta - \rho \right) = \frac{\overset{o}{c}}{c} = \mathcal{Y}_c \quad (8)$$

Se asume que el gobierno solo puede gastar sus ingresos, es decir no puede hacer préstamos. Por lo tanto el gasto del gobierno es igual a la producción por la tasa de impuesto a la renta que cobra el gobierno, a esto se lo conoce como la restricción presupuestaria.

$$G = \tau Y \quad (9)$$

La producción agregada es igual a la producción per capita multiplicada por el empleo.

$$Y = yL$$

Se reemplaza (1) en (9)

$$G = \tau A k \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha L \quad (10)$$

Se multiplica k por L y se agrupa las G

$$G = \tau A K \frac{G^\alpha}{K^\alpha}$$

$$G^{1-\alpha} = \tau A K^{1-\alpha}$$

Se despeja de forma que quede en función de $\frac{G}{K}$

$$\frac{G}{K} = \tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (11)$$

Se reemplaza (11) en (8) para que quede expresado en función de τ

$$\sigma^{-1} \left((1-\tau)A \left[\tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]^{\alpha} - \zeta - \rho \right)$$

Se abre el paréntesis y se multiplica las A

$$\sigma^{-1} \left((1-\tau)\tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} - \zeta - \rho \right) = \gamma_c \quad (12)$$

(12) es la tasa de crecimiento del consumo cuando existe equilibrio competitivo.

APÉNDICE B

El Modelo del Planificador Central

Supuestos del Modelo:

- Se supone que los individuos representan una parte muy pequeña de la economía, para ellos el gasto público está dado.
- El estado solo puede gastar lo que recaude es decir siempre debe mantener un presupuesto equilibrado.
- El modelo del planificador central tiene la idea que un planificador que tenga toda la información disponible va a poder encontrar una tasa de crecimiento de consumo superior a la que encuentran los individuos en los modelos de libre mercado.

A: Factor tecnológico

τ : Impuesto a la renta

G: Gasto Agregado del Gobierno

K: Stock de Capital

Se tiene la función de producción sujeta a congestión

$$y = Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha \quad (1)$$

Se tiene la restricción (2) del modelo de Libre Mercado

$$\dot{k} = (1 - \tau)Ak \left[\frac{G}{K} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k \quad (2)$$

Se incluye la ecuación (11) de la restricción presupuestaria

$$\frac{G}{K} = \tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (11)$$

A diferencia del modelo de libre mercado el planificador Central tiene toda la información, por lo que va a incorporar a su restricción no solo la restricción presupuestaria de los individuos si no también la del gobierno.

Se reemplaza (11) en (2)

$$\dot{K} = (1 - \tau)Ak \left[\tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]^\alpha - c - (\zeta + n)k$$

$$\overset{o}{\dot{K}} = (1 - \tau)k\tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} - c - (\zeta + n)k \quad (12)$$

Se tiene la nueva restricción y se procede a plantear **el Hamiltoniano**

$$H = e^{-(\rho-n)t} \left(\frac{Ct^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) + v \left((1 - \tau)k \left[\tau^{\frac{1}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]^{\alpha} - c - (\zeta + n)k \right)$$

(13)

Se obtienen las 2 condiciones de Primer Orden

Para obtener la primer condición se deriva el hamiltoniano con respecto al consumo y se iguala a 0.

$$H_c = e^{-(\rho-n)t} C^{-\sigma} - v = 0$$

Se tiene la misma condición de primer orden que en el modelo de libre mercado

$$v = e^{-(\rho-n)t} C^{-\sigma} \quad (4)$$

Para obtener la segunda condición se deriva con respecto al capital y

se iguala a $-\overset{o}{\dot{v}}$

$$Hk = -v \left((1 - \tau) A^{\frac{1}{1-\alpha}} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - n - \zeta \right) = \overset{o}{v} \quad (14)$$

Se sigue el mismo procedimiento que en el modelo de libre mercado y se obtiene (7)

$$\frac{1}{\sigma} \left(-\frac{\overset{o}{v}}{v} - (\rho - n) \right) = \frac{\overset{o}{c}}{c} \quad (7)$$

Se reemplaza (14) en (7)

$$\sigma^{-1} \left((1 - \tau) A^{\frac{1}{1-\alpha}} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \rho - \zeta \right) = \frac{\overset{o}{c}}{c} = \mathcal{Y}_c \quad (15)$$

Como se puede observar a diferencia de los otros modelos con Servicios públicos la tasa de crecimiento del planificador central va a ser la misma que la tasa de crecimiento de libre mercado.

APÉNDICE C

3.2 EL MODELO PRÁCTICO

Para el modelo practico se prefiere utilizar el modelo desarrollado por Glomm y Ravikumar (1994) por lo que se asume una función de producción Cobb – Douglas que sigue la siguiente forma:

$$Y_t = A e^{u_t} K_t^\alpha \left[(1 + X)^t L_t \right]^{1-\alpha} \tilde{G}^\theta \quad (16)$$

donde:

Y: Producción

A: Parámetro Tecnológico

K: Stock de Capital

X: Tasa de progreso tecnológico neutral a la Harrod

\tilde{G} Gasto Publico en Infraestructura Sujeto a Congestión

El gasto público en infraestructura sujeto a congestión sigue la siguiente forma donde G es el gasto publico total en infraestructura.

$$\tilde{G} = \frac{G_t}{K_t^\phi \left[(1 + X)^t L_t \right]^{1-\phi}} \quad (17)$$

(17) se puede describir de la siguiente forma:

$$\tilde{G} = \frac{G_t}{K_t^\phi [(1+X)^t L_t] [(1+X)^t L_t]^{-\phi}}$$

$$\tilde{G} = \frac{\frac{G_t}{[(1+X)^t L_t]}}{\left[\frac{K_t}{[(1+X)^t L_t]} \right]^\phi}$$

Las variables expresadas en unidades efectivas por trabajador se las expresa con “^” y en minúscula.

$$\tilde{G} = \frac{\hat{g}_t}{\hat{k}_t^\phi} \tag{18}$$

Se reemplaza (18) en (16) y se ejecutan operaciones internas para dejar a las variables expresadas en unidades efectivas por trabajador

$$Y_t = Ae^{u_t} K_t^\alpha [(1+X)^t L_t]^{1-\alpha} \left[\frac{\hat{g}_t}{\hat{k}_t^\phi} \right]^\theta$$

$$Y_t = Ae^{u_t} \frac{K_t^\alpha}{[(1+X)^t L_t]^\alpha} [(1+X)^t L_t] \left[\frac{\hat{g}_t}{\hat{k}_t^\phi} \right]^\theta$$

$$Y_t = Ae^{u_t} \hat{k}_t^\alpha \left[(1+X)^t L_t \right] \frac{\hat{g}_t^\theta}{\hat{k}_t^{\phi\theta}}$$

La función queda expresada en unidades efectivas por trabajador de la siguiente forma:

$$\hat{y}_t = Ae^{u_t} \hat{k}_t^{\alpha-\phi\theta} g_t^\theta \quad (19)$$

Para encontrar la ecuación de largo plazo se sigue el procedimiento descrito a continuación:

Se tiene la función sujeta a congestión

$$Y_t = Ae^{u_t} K_t^\alpha \left[(1+X)^t L_t \right]^{1-\alpha} \tilde{G}^\theta \quad (16)$$

Se reemplaza (17) en (16)

$$Y_t = Ae^{u_t} K_t^\alpha \left[(1+X)^t \right]^{1-\alpha} L_t^{1-\alpha} \left[\frac{G_t}{K_t^\phi \left[(1+X)^t L_t \right]^{1-\phi}} \right]^\theta$$

$$Y_t = Ae^{u_t} \frac{K_t^\alpha}{L_t^\alpha} \left[(1+X)^t \right]^{1-\alpha} L_t \left[\frac{G_t}{K_t^\phi \left[(1+X)^t \right]^{1-\phi} L_t^{1-\phi}} \right]^\theta$$

Se deja las variables en términos per. cápita expresadas en minúsculas

$$y_t = Ae^{u_t} k_t^\alpha [(1+X)^t]^{1-\alpha} \left[\frac{g_t}{k_t^\phi [(1+X)^t]^{1-\phi}} \right]^\theta$$

$$y_t = Ae^{u_t} k_t^\alpha [(1+X)^t]^{1-\alpha} \frac{g_t^\theta}{k_t^{\phi\theta} [(1+X)^t]^{\theta-\phi\theta}}$$

Luego de dejar las variables en términos per. cápita la función de producción sigue esta forma:

$$y_t = Ae^{u_t} k_t^{\alpha-\phi\theta} g_t^\theta (1+X)^{[(1-\alpha)-(1-\phi)\theta]t} \quad (20)$$

Se toma logaritmos naturales en ambos lados de la ecuación (20)

Esta es la ecuación de largo plazo (21)

$$\text{Lny} = a + (\alpha - \phi\theta)\text{Lnk} + [(1-\alpha) - (1-\phi)\theta]t\text{Ln}(1+X) + \theta\text{Lng} + U$$

Si se sigue el modelo de crecimiento de Glomm y Ravikumar (1994), Yoke (2001), donde se demuestra que es posible derivar, en un contexto estocástico el espacio de cointegración, que a lo más estará descrito por dos vectores de cointegración independientes. Si existe

un solo vector de cointegración se puede aproximar el $\ln(1+X)$ a X y expresar la ecuación de largo plazo de la siguiente forma.

$$Lny = a + (\alpha - \phi\theta)Lnk + [(1 - (\alpha + (1 - \phi)\theta))X]t + \theta Lng + U \quad (22)$$

APÉNDICE D

Al ejecutar el test de wald para probar si los coeficiente $B_2 + B_3 = 1$, se encuentran los siguientes resultados:

Wald Test:			
Equation: Untitled			
Null Hypothesis: $C(2)+C(3)=1$			
F-statistic	9.736549	Probability	0.004269
Chi-square	9.736549	Probability	0.001806

Al realizar el test de wald para probar si el coeficiente $B_4=0$, se encuentran los siguientes resultados:

Wald Test:			
Equation: Untitled			
Null Hypothesis: $C(4)=0$			
F-statistic	5.635099	Probability	0.024977
Chi-square	5.635099	Probability	0.017604

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Central del Ecuador, Información Estadística

- Barro Robert J. “Economic Growth in a Cross Section of countries” (NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH Cambridge, Septiembre 1989).

- Barro Robert J., “Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth”, (Journal of Political Economy, Mayo 1988).

- Barro R. y Sala i Martin, X. (1990), “Public Finance in Models of Economic Growth” (NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH Cambridge, Mayo 1990)

- Barro R. y Sala i Martin X, Economic Growth (McGraw-Hill, 1995) pp. 14-49, 152-161

- González Manuel, Apuntes de Clase Econometría II, macroeconomía dinámica (2003).

- ILDIS Instituto Latinoamericano de Estadísticas Sociales, Información Estadística

- Sala-I-Martin, X. Apuntes de Crecimiento Económico (Antoni Bosch 2000) pp 87-90

- Stiglitz, Joseph (1988), La Economía del Sector Público

- Toledo, Patricia y Rivera, Jorge, The Effect of Public Investment on Growth: Evidence for the Chilean Economy (Departamento de Economía Universidad de Chile 2003)

- Yoke, Timothy, Public Infrastructure Spillovers and Growth: Theory and Time Series Evidence for Australia (Departamento de Economía Universidad de Melbourne 2001)