

## CAPITULO 4. MODELO ECONOMETRICO.

### 4.1 Planteamiento del modelo.

Desde el principio de esta investigación se ha hecho hincapié en descubrir el peso que tiene la inversión neta en el crecimiento de la economía mexicana y en definir que existen además de la inversión otros factores que contribuyen al crecimiento del país.

El comportamiento del PIB en México, en términos reales, es de forma cíclica y su duración está relacionada con los sexenios presidenciales debido a la gran influencia que ha tenido el Estado en la economía nacional. La inversión juega un papel importante, ya que cuando la economía está en auge, los montos de inversión son altos; cuando la inversión cae es porque no se tienen expectativas de ganancias, la economía cae y la inversión lo hace también, hasta llegar a una crisis, después viene la recuperación y aumenta la inversión y crece la economía. En el caso de México se ha observado este fenómeno, pero en algunos años como los de 1984 y 1985 la economía creció pero no lo hizo la inversión. Se ha observado que el endeudamiento externo ha sido un factor en el corto plazo para el incremento del PIB en México, esto es, la inversión no ha sido el único motor de crecimiento. Por su comportamiento cíclico la economía ha dependido de la estabilidad que presenta en los años anteriores. Se ha visto que cuando la economía está en auge, el incremento del PIB es mayor al observado el año anterior y cuando la economía decae, el crecimiento del PIB es menor al observado en periodos previos.

Se destaca entonces que el crecimiento del PIB en México, depende de la inversión neta, del endeudamiento con el exterior, y del comportamiento de la economía un periodo anterior al periodo corriente. Estas son las variables más significativas, pero no las únicas que determinan el crecimiento de la economía. La ecuación siguiente muestra las variables de la cual depende el PIB.

$$PIB_t = f(IN_t, DEU_t, PIB_{t-1})$$

Donde el PIB, Producto Interno Bruto de México, está en función de los incremento o decrementos de la Inversión Neta (IN), de la Deuda Externa del Sector Público (DEU), y del comportamiento del PIB en el periodo anterior ( $PIB_{t-1}$ ).

Los datos de inversión se obtienen de las Cuentas Nacionales. En este sistema la inversión es igual a la FBKF más la Variación de Existencias (VE), a ésta se le llama inversión bruta, y se expresa en la siguiente ecuación.

$$IB = FBKF + VE$$

La FBKF está compuesta por la FBKF proveniente del sector privado y por la del sector público, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$\text{FBKF} = \text{FBKF}_P + \text{FBKF}_G$$

Donde FBKF es igual a la FBKF privada más la FBKF pública.

La Variación de Existencias (VE) corresponde a la inversión privada, entonces resulta la siguiente ecuación:

$$\text{IBPRI} = \text{FBKF}_P + \text{VE}$$

Donde IBPRI es la inversión bruta privada, que es igual a la FBKF privada más la variación de existencias.

La inversión pública es igual a la  $\text{FBKF}_G$ .

Para obtener la inversión neta se resta a la inversión bruta el consumo de capital fijo, pero como solamente el que deprecia es el sector privado, el consumo de capital fijo se le resta a la inversión privada ( $\text{FBKF}_P$ ). La inversión neta corresponde a los gastos de inversión destinados a incrementar el acervo de capital, por lo que los signos positivos de esta variable significan incrementos, y los signos negativos significan disminuciones en el acervo de capital. Queda la inversión neta privada, expresada en la siguiente ecuación:

$$\text{INPRI} = (\text{FBKF}_P - \text{CCF}) + \text{VE}$$

La última componente de la inversión se refiere a la inversión extranjera directa, que es un complemento de la inversión nacional. Como se mencionó en el capítulo 3, se da por proporciones, esto es, el sector externo invierte en México en proporciones según la Ley de Inversiones Extranjeras, que puede variar por actividad, ya sea el 10, 20, o hasta el 100% en algunas ramas; al restar el total del monto de estas inversiones de la inversión neta privada, queda la inversión hecha por residentes de este país y la inversión hecha por extranjeros, de tal forma en la siguiente ecuación se muestra la inversión neta privada nacional:

$$\text{INPRINA} = \text{INPRI} - \text{IED}$$

Se explicaba que el crecimiento del producto está en función de la inversión neta; con ayuda de las definiciones anteriores se definirá a la inversión neta en la siguiente ecuación.

$$\text{IN} = \text{INPRINA} + \text{FBKF}_G + \text{IED}$$

La inversión neta es igual a la inversión neta privada nacional más la FBKF pública más la inversión extranjera directa. Esta definición de la inversión neta servirá para identificar la relación que tiene cada tipo de inversión con el crecimiento económico

La inversión extranjera directa se compone de nuevas inversiones y reinversiones entonces la ecuación es la siguiente:

$$IED = NIED + RI$$

Donde la IED es igual a las nuevas inversiones (NIED) flujos que provienen del exterior más las reinversiones (RI) de las utilidades y de otros conceptos que se reinvierten en México. En el modelo se incluirán las nuevas inversiones porque interesa más saber los verdaderos flujos reales del exterior. La ecuación de la inversión neta es la siguiente:

$$IN = INPRINA + FBKF_G + NIED + RI$$

La FBKF pública se compone de los rubros construcción y maquinaria y equipo, la ecuación de la inversión neta es la siguiente:

$$IN = INPRINA + CON_G + MAQ_G + NIED + RI$$

Donde  $CON_G$  es la parte de la  $FBKF_G$  destinada a la construcción y  $MAQ_G$  es la parte destinada a la maquinaria y equipo. Como se observó en el periodo de 1976 a 1996 la maquinaria dejó de ser significativa por la venta de paraestatales, sólo se toma en cuenta la construcción, debido a que son obras que contribuyen a la infraestructura del país.

Entonces el crecimiento del PIB viene dado por la siguiente función:

$$PIB = f(INPRINA_t, CON_{Gt}, NIED_t, DEU_t, PIB_{t-1})$$

Si se observa por sexenios el comportamiento de la economía, se justifica la inclusión de estas variables como factores de crecimiento. En el periodo de 1976 a 1982 el crecimiento se dio porque existía un boom petrolero, primero se dio sobre la base del gran endeudamiento del sector público, que propició el incremento de la FBKF pública, y que se acompañó de un aumento de la inversión neta del sector privado, y que a medida que crecía el PIB lo hacía a mayor ritmo que en el periodo anterior; la IED lo hacía también, aunque representó sólo el 4% de la inversión total. Al caer en 1982 el PIB, disminuyeron la inversión privada y pública, de la deuda, la IED.

De 1983 a 1988, se observa una disminución del PIB en términos reales; su crecimiento fue negativo, la deuda disminuyó, el endeudamiento neto fue negativo, la inversión cayó, y se aprecia que los acontecimientos del año previo influyeron en el periodo corriente, la única variable que aumentó fue la IED. De 1984 a 1985 creció el PIB, debido principalmente al endeudamiento y, la inversión pública siguió disminuyendo mientras que la inversión neta privada sólo tuvo pequeños incrementos. En 1986 cayeron de nuevo el PIB, la inversión neta y la inversión pública y disminuyó el endeudamiento, debido a la caída de los precios del petróleo; la única variable que aumenta es la IED. En 1987 se ve un crecimiento del PIB, hay un repunte de la inversión neta privada y un aumento de la FBKF pública, disminuyen la IED y el endeudamiento. En 1988 disminuye el endeudamiento y aumentan la inversión privada y la inversión extranjera.

El periodo 1988-1996 se caracteriza por la baja del endeudamiento hasta 1994, a cambio hay un aumento del PIB, de las inversiones privada y pública, y un aumento considerable de la IED, junto con la estabilidad en la economía, hasta 1995, cuando bajan la inversión, la IED, la economía del año anterior. Como el tipo de cambio sobrevaluado hizo caer la economía en 1995, entonces se necesitó recurrir al endeudamiento, ni siquiera se pudo tener crecimiento.

#### **4.2 Hipótesis del modelo.**

##### PRIMERA

El nivel alcanzado por el PIB en el año previo, influye en el crecimiento del PIB corriente debido a la forma cíclica de crecimiento, ya que factores de crecimiento o decrecimiento que afectan a la economía en un periodo anterior, pueden afectar al PIB del periodo presente.

##### SEGUNDA

El crecimiento del PIB está determinado por la inversión privada neta nacional (INPRINA), ya que ésta al aumentar tiene un efecto multiplicativo sobre el ingreso, y a la inversa sucede si baja la INPRINA.

##### TERCERA

La FBKF del sector público destinado a la construcción (CONG) favorece al crecimiento, ya que esta partida contribuye a crear infraestructura que ayuda al desenvolvimiento de la actividad económica, influyendo así en el crecimiento.

##### CUARTA

La Deuda Externa Pública, influye en el crecimiento del PIB, porque ante una disminución de la inversión y ante problemas de crisis, del tipo de cambio, de la inflación, de excesivo déficit público, etc, el Gobierno tiene que intervenir para regular estas variables, una de sus formas es el endeudamiento externo, el cual ha favorecido el crecimiento del PIB en algunos momentos.

##### QUINTA

Los incrementos de la nueva IED (NIED), como complemento de la inversión privada, influirán en el crecimiento del PIB aumentando la formación de capital del sector privado.

#### **4.3 Estimación del modelo**<sup>1</sup>

Para estimar el crecimiento del PIB en México se utiliza un modelo de regresión lineal múltiple. El modelo de regresión poblacional con una variable dependiente  $Y$  y variables explicativas  $X_2, X_3, \dots, X_k$ , se puede escribir de la siguiente forma:

<sup>1</sup> Gujarati, Damodar. *Econometría*. México, Mac Graw-Hill, 1981.

Intriligator, M. *Modelos econométricos técnicas y aplicaciones*. México, Fondo de Cultura Económica, 1990.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N$$

Donde  $\beta_1$  es la intersección,  $\beta_2$  a  $\beta_k$  son coeficientes parciales de la pendiente,  $u$  es el término de perturbación estocástica,  $i$  es igual a la  $i$ -ésima observación, donde  $N$  es igual al tamaño de la población.

La ecuación es una expresión abreviada de ecuaciones simultáneas, que también se pueden escribir de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \dots & X_{k2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ 1 & X_{2N} & X_{3N} & \dots & X_{kN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_N \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{lclcl} Y & = & X & \beta & + & u \\ N \times 1 & & N \times k & k \times 1 & & N \times 1 \end{array}$$

$Y$  = es un vector columna de dimensión  $N \times 1$  que contiene  $n$  observaciones de la variable dependiente  $Y$ .

$X$  = matriz de  $N \times k$  que muestra las  $N$  observaciones de las  $k-1$  variables explicativas  $X_2$  a  $X_N$ , con la primera columna de unos para representar el término de intersección.

$\beta$  = vector columna de dimensión  $k \times 1$  de los parámetros desconocidos

$u$  = vector columna de dimensión  $N \times 1$  de las perturbaciones.

El vector  $\beta$  es desconocido y se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para conocer cada uno de los parámetros estimados.

Primero se escribe el modelo de regresión muestral

$$y = X \beta + e$$

Donde  $\beta$  es un vector columna de  $k$  elementos de los estimadores de MCO para los coeficientes de regresión y donde  $e$  es un vector columna de  $n \times 1$  para los  $n$  residuos.

Los estimadores MCO se obtienen minimizando los errores al cuadrado, el error es igual a

$$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}}$$

En notación matricial, los errores al cuadrado, se obtienen de multiplicar el vector de los errores transpuesto por el vector de errores.

$$\mathbf{e}'\mathbf{e} = (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})' (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\hat{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \hat{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$$

Para minimizar los errores al cuadrado se deriva, utilizando las reglas de diferenciación matricial, se obtiene

$$\frac{\partial(\mathbf{e}'\mathbf{e})}{\partial\hat{\boldsymbol{\beta}}} = -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$$

Igualando la anterior ecuación a cero y dividiéndola entre dos, se tiene que:

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X}) \hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}'\mathbf{y}$$

Utilizando ahora el álgebra matricial, si existe inversa de  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})$ , es decir  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ , entonces premultiplicando ambos lados de la ecuación por su inversa se obtiene

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}'\mathbf{X}) \hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y}$$

Pero debido a que  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}'\mathbf{X}) = \mathbf{I}$ , una matriz identidad de orden  $k \times k$ , se obtiene

$$\mathbf{I} \hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y}$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y}$$

La especificación del modelo propuesto en esta investigación es el siguiente:

$$PIB = f(INPRINA_t, CONG_t, NIED_t, DEU_t, PIB_{t-1})$$

Por lo tanto, el modelo de regresión muestral se expresa como la siguiente ecuación:

$$PIB = \beta_1 + \beta_2 PIBW + \beta_3 INPRINA + \beta_4 DEU + \beta_5 CON_G + \beta_6 NIED + \mathbf{e}$$

La W significa un retraso esto es  $W = t-1$ . La variable dependiente y las variables explicativas están medidas en términos reales, con base en el año de 1980.

Debido a que para estimar los parámetros de un modelo es mejor manejar números índices, en este caso se tomó el año de 1980, con base igual a 100. La propiedad que

guardan los números índice es la tasa de crecimiento. A las variables se les adicionará la letra I porque se trata de números índices. Por lo que el modelo queda de la siguiente forma:

$$IPIB = \beta_1 + \beta_2 IPIBW + \beta_3 IINPRINA + \beta_4 IDEU + \beta_5 ICONG + \beta_6 INIED + e$$

En el cuadro 4.1 se muestran las variables, de 1976 a 1996, medidas en unidades monetarias y como números índices.

#### CUADRO 4.1

COMPONENTES DEL MODELO EN UNIDADES MONETARIAS Y NÚMEROS ÍNDICE.

AÑO	PIB		PIBW		INPRINA		IDEU		CONG		NIED	
	\$	i	\$	i	\$	i	\$\$	i	\$	i	\$	i
1976	3401.5	76.1	3263.5	78.5	279.1	91.5	19600.2	58.0	175.8	52.5	10.16740	26.6643
1977	3518.7	78.7	3401.5	81.8	320.3	105.0	22912.1	67.8	167.3	50.0	10.44871	27.4021
1978	3809.2	85.2	3518.7	84.6	303.2	99.4	26264.3	77.7	235.7	70.4	11.38571	29.8594
1979	4158.0	93.0	3809.2	91.6	389.1	127.6	29757.2	88.0	282.5	84.4	21.63432	56.7367
1980	4470.1	100.0	4158.0	100.0	305.0	100.0	33812.8	100.0	334.6	100.0	38.13110	100.0000
1981	4862.1	108.8	4470.1	107.5	296.3	97.2	52960.6	156.6	408.2	122.0	36.22602	95.0039
1982	4835.3	108.2	4862.1	116.9	137.9	45.2	58874.2	174.1	370.0	110.6	12.58295	32.9992
1983	4628.9	103.6	4835.3	116.3	-99.4	-32.6	62556.2	185.0	229.9	68.7	13.29086	34.8557
1984	4796.1	107.3	4628.9	111.3	61.7	20.2	69377.9	205.2	234.2	70.0	26.88476	70.5061
1985	4920.4	110.1	4796.1	115.3	82.2	27.0	72080.1	213.2	236.2	70.6	33.69258	88.3598
1986	4739.3	106.0	4920.4	118.3	-21.2	-7.0	75350.9	222.8	220.3	65.8	42.86165	112.4060
1987	4816.6	107.8	4739.3	114.0	-55.4	-18.2	81406.8	240.8	194.5	58.1	66.07612	173.2867
1988	4580.4	102.5	4816.6	115.8	73.5	24.1	81003.2	239.6	185.9	55.6	51.72396	135.6477
1989	5047.2	112.9	4580.4	110.2	342.7	112.4	76059.0	224.9	154.0	46.0	39.04169	102.3881
1990	5271.5	117.9	5047.2	121.4	304.9	100.0	77770.3	230.0	172.5	51.5	55.22139	144.8198
1991	5462.7	122.2	5271.5	126.8	354.4	116.2	79987.8	236.6	170.0	50.8	50.69899	132.9597
1992	5607.5	125.4	5462.7	131.4	484.6	158.9	75755.2	224.0	170.3	50.9	49.68066	130.2891
1993	5715.0	127.8	5607.5	134.9	410.6	134.6	78747.4	232.9	175.6	52.5	65.72263	172.3596
1994	5965.8	133.5	5715.0	137.4	384.2	126.0	85435.8	252.7	185.1	55.3	137.10589	359.5645
1995	5597.7	125.2	5965.8	143.5	160.7	52.7	100933.7	298.5	149.1	44.6	102.68821	269.3030
1996	5889.8	131.8	5597.7	134.6	392.9	128.8	98284.5	290.7	183.4	54.8	91.38400	239.6574

Fuente: Id, cuadros 1,5 y 8 del anexo estadístico.

Al correr el modelo en el paquete Eviews 3.1, se obtienen los siguientes resultados:

Dependent Variable: IPIB				
Method: Least Squares				
Date: 03/12/00 Time: 10:15				
Sample: 1976 1996				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	17.55734	7.709539	2.277353	0.0378
IPIBW	0.568293	0.130234	4.363623	0.0006
INPRINA	0.079906	0.015128	5.282118	0.0001
ICONG	0.107111	0.037776	2.835425	0.0125
IDEU	0.090204	0.032497	2.775807	0.0141
INIED	0.004419	0.013393	0.329950	0.7460
R-squared	0.974695	Mean dependent var		108.7584
Adjusted R-squared	0.966259	S.D. dependent var		16.22195
S.E. of regression	2.979745	Akaike info criterion		5.256509
Sum squared resid	133.1832	Schwarz criterion		5.554944
Log likelihood	-49.19335	F-statistic		115.5517
Durbin-Watson stat	2.521995	Prob(F-statistic)		0.000000

#### MODELO

$$IPIB = 17.5573 + 0.5683IPIBW + 0.0799INPRINA + 0.0902IDEU + 0.1079ICONG - 0.0044INIED$$

#### INIED

La NIED es la Nueva Inversión Extranjera Directa, se ha visto una clara relación a partir de 1983 en la que la inversión extranjera directa va tomando mayor participación en la inversión bruta y que aumenta cuando el PIB disminuye y baja cuando el PIB aumenta.

Los aumentos en la variable significan decrementos en el PIB en el periodo corriente.

#### Estadístico t-Student

$$H_0: \beta_6 = 0$$

$$H_a: \beta_6 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 0.3299 \quad t\text{-tablas} = 2.131$$

$$t\text{-estadística} < t\text{-tablas}$$

Se acepta  $H_0$ , la variable NIED no es significativa estadísticamente, es decir no explica al PIB corriente.

Se elimina la variable y se corre un nuevo modelo:

La probabilidad de  $\beta_6 > 0.5 \Rightarrow$  NIED no es significativa.

$$IPIB = \beta_1 + \beta_2 IPIBW + \beta_3 INPRINA + \beta_4 IDEU + \beta_5 ICONG + e$$

Se obtienen los siguientes resultados:

Dependent Variable: IPIB				
Method: Least Squares				
Date: 03/12/00 Time: 10:39				
Sample: 1976 1996				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.73789	7.092392	2.359978	0.0313
IPIBW	0.577665	0.123509	4.677128	0.0003
INPRINA	0.081557	0.013873	5.878835	0.0000
IDEU	0.092037	0.031114	2.958086	0.0093
ICONG	0.105330	0.036332	2.899079	0.0105
R-squared	0.974511	Mean dependent var		108.7584
Adjusted R-squared	0.968139	S.D. dependent var		16.22195
S.E. of regression	2.895577	Akaike info criterion		5.168503
Sum squared resid	134.1499	Schwarz criterion		5.417198
Log likelihood	-49.26928	F-statistic		152.9300
Durbin-Watson stat	2.619934	Prob(F-statistic)		0.000000

## MODELO

$$IPIB = 16.7379 + 0.5777IPIBW + 0.0816INPRINA + 0.0920IDEU + 0.1053ICONG$$

### 4.4 Análisis y pruebas del modelo

#### Prueba F

El modelo propone que se deben mantener tasas crecientes de las variables para que haya crecimiento en el PIB nacional; es decir, el sector privado al ir creciendo la economía debe ir incrementando su acervo de capital, a su vez el sector público debe ayudar al sector privado en infraestructura para acompañar la inversión privada, y aunque el endeudamiento ayuda a crecer en el corto plazo al PIB, se debe depender menos de la deuda y aumentar en mayor medida la inversión y más la nacional, porque en el caso de la

inversión extranjera directa los flujos de capital de origen no han sido factor de crecimiento, más no se desecha la posibilidad de que lo puedan ser.

Para determinar si en su conjunto las variables explican al modelo se aplicará la prueba F.

La hipótesis es

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_a: \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq 0$$

$$F\text{-estadística} = \frac{R^2 / (k - 1)}{(1 - R^2) / (N - k)} = \frac{0.974511 / (5 - 1)}{(1 - 0.974511) / (21 - 5)} = 152.93$$

donde N = número de observaciones = 21

$R^2$  = coeficiente de determinación = 0.974511

K = número de variables explicativas = 5

f- tablas = 5.29 con una probabilidad del 1%.

gl numerador = k-1= 4

gl denominador = N-k = 16

F-estadístico > F –tablas

Por lo cual se rechaza  $H_0$ , el modelo da una buena bondad de ajuste.

### Prueba “t”

$\beta_1$  que es la parte constante del PIB y se presenta en todos los años. Se analiza con un nivel de significancia del 5%, si la t estadística es mayor que la t de tablas se rechazará  $H_0$ , la hipótesis nula, y a la inversa se rechazará la  $H_a$ .

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_a: \beta_1 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 2.35$$

$\alpha=5\%$

gl = N-k = 21-5=16

t-tablas = 2.120

t-estadística > t-tablas se rechaza  $H_0$

La constante es significativamente estadística.

### IPIBW

La variable IPIBW se refiere al PIB medido en miles de millones de pesos de 1980 en términos constantes convertido a índice retrasado un periodo, el retraso es porque el crecimiento del PIB tiene un crecimiento cíclico, influye la situación del periodo anterior, la variable resulta estadísticamente significativa con una probabilidad de 5%.

$$H_0: \beta_2 = 0$$

$$H_a: \beta_2 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 4.67 \quad t\text{-tablas} = 2.120$$

$t\text{-estadística} > t\text{-tablas}$  se rechaza  $H_0$

Se rechaza la hipótesis nula, la variable es estadísticamente significativa.

Lo que implica que el cambio de una unidad del índice del PIB del periodo anterior aumentará en 0.58 unidades el PIB en el periodo corriente.

$$\beta_2 = \frac{\partial IPIB}{\partial IPIBW} = 0.5776$$

### IINPRINA

La inversión privada nacional neta se expresa como índice y explica a la formación de capital que lleva a cabo el sector privado por lo que al aumentar, también lo hará el ingreso como se vio en el multiplicador. Además si aumenta la INPRINA significa que existen condiciones para una baja tasa de interés y expectativas de que mejore la economía. La variable resulta significativa

$$H_0: \beta_3 = 0$$

$$H_a: \beta_3 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 5.87 \quad t\text{-tablas} = 2.120$$

$t\text{-estadística} > t\text{-tablas}$

Se rechaza  $H_0$ , la variable es estadísticamente significativa. Lo que implica que un aumento de la inversión neta privada nacional en una unidad, en el periodo  $t$ , hará aumentar en 0.081557 el índice del PIB en el periodo corriente.

$$\beta_3 = \frac{\partial IPIB}{\partial IINPRINA} = 0.081557$$

### IDEU

La IDEU es el índice de la deuda externa bruta del Sector Público, se observó que cuando no eran capaces los sectores Privado y Público de ser el factor de crecimiento se tenía que recurrir a deuda para reactivar la economía, por lo que la deuda en el corto plazo ha significado un factor de crecimiento.

La variable es significativa ya que a una significancia del 5% la prueba t da:

$$H_0: \beta_4 = 0$$

$$H_a: \beta_4 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 2.95 \quad t\text{-tablas} = 2.120$$

t-estadística > t-tablas

Es significativa la prueba, porque un aumento del índice de la deuda hará aumentar 0.092037 puntos el índice del PIB.

$$\beta_3 = \frac{\partial PIB}{\partial IDEU} = 0.092037$$

### ICON<sub>G</sub>

EL ICON<sub>G</sub> es el índice del gasto en construcción que hace el gobierno, su expansión significa un aliciente para el crecimiento de la economía. Interviene directamente como todas las formas de la inversión; además interviene en infraestructura cosa que el sector privado no hace, y brinda servicios que fortalecen a la comunidad como nuevas escuelas y hospitales.

Es significativa la variable

$$H_0: \hat{\beta}_5 = 0$$

$$H_1: \hat{\beta}_5 \neq 0$$

$$t\text{-estadística} = 2.89 \quad t\text{-tablas} = 2.120$$

t-estadística > t-tablas

Es significativa a un nivel de significancia del 5%,

Un aumento de una unidad en el índice del periodo presente del ICON<sub>G</sub> hará aumentar en 0.102467 puntos el índice del PIB.

$$\beta_3 = \frac{\partial PIB}{\partial ICONG} = 0.102467$$

### Prueba Durbin h para ausencia de correlación serial.

La incorporación de una variable rezagada en el modelo hace necesaria la utilización de la prueba Durbin h con el fin de constatar la existencia de correlación serial.

Ho: No existe correlación negativa de primer orden

Ha: Si existe correlación negativa de primer orden

Matriz de varianza-covarianza

	C	IPIBW	INPRINA	IDEU	ICONG
C	50.30203	-0.736814	0.020293	0.146050	-0.020244
IPIBW	-0.736814	0.015254	-0.000856	-0.003642	-0.001772
INPRINA	0.020293	-0.000856	0.000192	0.000230	0.000177
IDEU	0.146050	-0.003642	0.000230	0.000968	0.000561
ICONG	-0.020244	-0.001772	0.000177	0.000561	0.001320

$$h \cong \left(1 - \frac{1}{2}d\right) \sqrt{\frac{N}{1 - N(\text{var})(\hat{\beta}_2)}} \cong \left(1 - \frac{1}{2}2.619934\right) \sqrt{\frac{21}{1 - (21)(0.015254)}}$$

$$\cong (1 - 1.30997) \sqrt{\frac{21}{1 - (0.320334)}} \cong -1.723$$

$$d = 2.619934$$

$$N = 21$$

$$\text{Var}(\hat{\beta}_2) = 0.015254$$

$-1.96 \leq -1.723 \leq 1.96$ , a través de la prueba se concluye que en la regresión estimada no hay presencia de autocorrelación serial negativa de primer orden

### Prueba de heterocedasticidad de Glejser

la forma funcional utilizada para hacer la prueba de Glejser es la siguiente:

$$|e| = \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 \frac{1}{X_i} - Vi$$

Ho: si  $\hat{\beta}_2 = 0$ , no es estadísticamente significativa, los errores son homocedásticos

Ho: si  $\hat{\beta}_2 \neq 0$ , es estadísticamente significativa, los errores son heterocedásticos

Se corrió la regresión para cada variable independientemente con la forma funcional representada arriba con el fin de probar la homocedasticidad, los resultados se presentan en el siguiente cuadro

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RIPBW	-74.27638	336.3592	-0.220825	0.8276
RINPRINA	-7.592601	14.77041	-0.514041	0.6131
RIDEU	-68.60270	145.0842	-0.472848	0.6417
RICONG	-66.75314	144.6421	-0.461505	0.6497

Como se muestra en el cuadro se acepta la hipótesis nula para todas las variables, es decir, los errores son homocedásticos. Por esto la regresión está libre del problema de la heterocedasticidad

### Prueba de normalidad de los errores Jarque Bera.

Ho: la distribución proviene de una normal

Ha: la distribución no proviene de una normal.

El valor de la prueba estadística de normalidad de Jarque-Bera para la serie de residuales de la regresión del modelo arrojó el siguiente resultado = 2.52 cuyo valor es inferior al valor en tablas de una ji-cuadrada con 2 grados de libertad (5.99), por lo que se acepta la hipótesis nula. Los residuales provienen de una distribución normal.

### GRAFICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RESIDUOS

