

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**DINÁMICAS DE LAS IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL EN  
COLOMBIA: 1979 – 2014.**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ECONOMISTA**

**LUIS FELIPE JAIMES MONROY**

**JEL: E12, E13, E22, E23, E62, F31, O4**

**BOGOTÁ D.C.**

**JUNIO 02 DE 2016**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**DINÁMICAS DE LAS IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL EN  
COLOMBIA: 1979 – 2014.**

**TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ECONOMISTA**

**LUIS FELIPE JAIMES MONROY**

**JEL: E12, E13, E22, E23, E62, F31, O4**

**DIRECTOR DE TESIS: ISIDRO HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**

**BOGOTÁ D.C.**

**JUNIO 02 DE 2016**

## ***DEDICATORIA***

*Para ti y por ti, tía Nohora, un día te lo prometí y  
hoy lo cumplo, sé que desde el cielo estás orgullosa  
de mí.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres, Gloria Monroy y Ricardo Jaimes, porque gracias a su esfuerzo, su paciencia, sus consejos, he logrado terminar mi carrera, toda mi gratitud es para ustedes.*

*A mi tía Elizabeth Jaimes, quien más que quererme, apoyarme, escucharme y guiarme cómo un sobrino lo ha hecho como a un hijo propio, a mi hermana María José Jaimes, quién es una motivación para mí. A los demás miembros de mi familia, todos pusieron un granito de arena para que yo llegara hasta éste punto.*

*A mi maestro, tutor y guía en éste trabajo de grado, Isidro Hernández Rodríguez, por haberme enseñado a "vivir la universidad", ser su alumno ha sido todo un honor.*

*A todos mis profesores, pilar fundamental en mi formación, principalmente a la profesora Ada Beatriz Torres (Q.E.P.D) porque a pesar de las discrepancias, su amor, su pasión, su respeto, su sentido de pertenencia con el programa de economía ha sido una inspiración para mí y son dignos de toda mi admiración y mi respeto, hoy puedo decir " lo logré Ada, lo logré".*

*A mis amigos y compañeros, con quienes compartí grandes momentos, a todos simplemente muchas gracias, especialmente a Aura Castro, Ricardo Sánchez, Johanna Hurtado, Karen Cruz, Sleby Bermúdez, y mis demás compañeros del programa de economía, no me cabe duda que sin ellos este camino hubiera sido mucho más difícil.*

*A mis amigos Bryan David Torres y Andrés Felipe Vargas, de quienes quiero hacer una mención especial, mi familia dentro la universidad, compañeros, amigos y hoy colegas, muchas gracias por todo, muchas gracias por estar ahí.*

*A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y especialmente al programa de economía, a dónde vaya siempre iré con la convicción de que la Escuela es lo mejor que me pasó en la vida.*

*Por último, tal vez la persona más importante durante estos años... A ti Tatiana, a ti por supuesto, muchas gracias.*

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo estudiar las dinámicas de las importaciones de bienes de capital para Colombia entre 1979 y 2014, con el fin de identificar y entender los factores que explican la importación de dichos bienes y su importancia en el momento de hacer inferencia sobre el crecimiento de largo plazo del país. A partir de un análisis econométrico mediante el modelo de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios, los resultados de series de tiempo muestran que las importaciones de bienes de capital para el caso colombiano dependen del crecimiento económico, las tarifas arancelarias, y la tasa de cambio, mientras que la disponibilidad de divisas resulta ser una variable no significativa a la hora de tomar la decisión de importar bienes de capital en el país.

Palabras clave: Importación, bienes de capital, crecimiento económico.

## ABSTRACT

This work has as objective to study the dynamics of imports of capital goods for Colombia between 1979 and 2014, in order to identify and understand the factors that explain the import of such goods and their importance at the time of making inference about the long-term growth of the country. From an econometric analysis using the linear regression model by ordinary least squares, the results of time series show that imports of capital goods for the Colombian case depend on economic growth, the tariffs and the exchange rate, while the availability of hard currency is be a variable not significant at the time of taking the decision to import capital goods in the country.

Key words: Import, capital goods, economic growth.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. REVISIÓN TEÓRICA .....	10
3. REVISIÓN DE ESTUDIOS EMPÍRICOS .....	14
3.1 ASPECTOS INTERNACIONALES .....	14
3.2 ASPECTOS NACIONALES .....	16
4. ESTIMACIÓN PARA COLOMBIA .....	18
4.1 VARIABLES .....	18
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES .....	18
4.3 ANÁLISIS DE LOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS .....	25
4.4 PRUEBAS DE CAMBIO ESTRUCTURAL .....	27
4.5 MODELOS ARIMA .....	28
4.6 TEST DE ESTACIONARIEDAD .....	30
4.7 ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS M.C.O. ....	31
5. CONCLUSIONES .....	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
7. ANEXOS .....	43
ANEXO 1. CRITERIOS DE PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS ERRORES. ....	43
ANEXO 1.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD .....	43
ANEXO 2. CRITERIOS PARA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA.	
.....	44
NIVELES .....	44
PRIMERA DIFERENCIA .....	44
SEGUNDA DIFERENCIA .....	44
LOGARITMOS .....	44
DIFERENCIA DE LOGARITMOS .....	45
TASAS DE CRECIMIENTO .....	45
ANEXO 3 PRUEBAS CUSUM, CUSUM – Q .....	45
GRÁFICA 6. NIVELES: .....	45

GRÁFICA 7. 1° DIFERENCIA:.....	45
GRÁFICA 8. 2° DIFERENCIA:.....	46
GRÁFICA 9. LOGARITMOS:.....	46
GRÁFICA 10. DIFERENCIA DE LOGARITMOS:.....	46
GRÁFICA 11. TASAS DE CRECIMIENTO:.....	46
ANEXO 4. TEST DE CHOW .....	47
CUADRO 3. NIVELES .....	47
CUADRO 4. PRIMERA DIFERENCIA .....	47
CUADRO 5. SEGUNDA DIFERENCIA .....	48
CUADRO 6. LOGARITMOS.....	48
CUADRO 7. DIFERENCIA DE LOGARITMOS.....	49
CUADRO 8. TASAS DE CRECIMIENTO.....	49
ANEXO 5. CORRELOGRAMAS.....	50
GRÁFICA 12. NIVELES.....	50
GRÁFICA 13. PRIMERA DIFERENCIA.....	51
GRÁFICA 14. SEGUNDA DIFERENCIA .....	52
GRÁFICA 15. LOGARITMOS .....	53
GRÁFICA 16. DIFERENCIA DE LOGARITMOS.....	54
GRÁFICA 17. TASAS DE CRECIMIENTO.....	55
ANEXO 6. TEST DE ESTACIONARIEDAD.....	56
CUADRO 10. NIVELES .....	56
CUADRO 11. PRIMERA DIFERENCIA .....	56
CUADRO 12. SEGUNDA DIFERENCIA .....	56
CUADRO 13. LOGARITMOS.....	56
CUADRO 14. DIFERENCIA DE LOGARITMOS.....	57
CUADRO 15. TASAS DE CRECIMIENTO.....	57
ANEXO 7 PRUEBAS DE SUPUESTOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL	57
7.1 ESTIMACIÓN SERIE EN PRIMERA DIFERENCIA DE LOGARITMOS CON EViews .....	57
7.2 PRUEBAS DEL SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD .....	58
7.3 PRUEBA DE NO AUTOCORRELACIÓN .....	59

7.3.1 GRÁFICA 20. TÉRMINOS DE PERTURBACIÓN DE LA REGRESIÓN EN PRIMERAS DIFERENCIAS DE LOGARITMOS:.....	59
Regresión de los residuos con tres procesos autorregresivos.....	60
Regresión de los residuos con dos procesos autorregresivos.....	61
Test de Breusch – Godfrey.....	62
7.4 PRUEBA DE NO MULTICOLINEALIDAD.....	63
7.4.1 PRUEBA VIF.....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad producir bienes de capital, es decir, bienes con alto valor agregado que incorporen tecnología de punta es sinónimo de desarrollo económico, caso contrario, cuando una economía se concentra en las manufacturas de poco valor agregado suele relacionarse con países menos desarrollados, los cuales se quedaron rezagados y comprometen la productividad y el crecimiento futuro de su economía. En una situación en la que no se tiene la capacidad para producir los bienes de capital la única alternativa es importarlos. En el caso colombiano la importación de bienes de capital es importante para mantener la dinámica de crecimiento, pero ese tipo de compras externas depende de las condiciones macroeconómicas y sectoriales específicas, por ejemplo, las políticas cambiarias y arancelarias.

En este documento se plantea como hipótesis de trabajo que las importaciones de bienes de capital en Colombia para el período comprendido entre 1979 y 2014 dependen del crecimiento económico, las tarifas arancelarias, la disponibilidad de divisas y la tasa de cambio real. El crecimiento económico porque su tendencia de largo plazo induce a los empresarios a invertir para responder a las demandas derivadas de esa dinámica macroeconómica. Los aranceles porque los Estados de los países subdesarrollados los utilizan como instrumento para incentivar la inversión y para ello reducen o suprimen tarifas arancelarias o clasifican los bienes de capital en el grupo de los bienes de libre importación. En economías como la colombiana las divisas son un recurso escaso y el nivel disponible ejerce como restricción a las importaciones, en tanto que la tasa de cambio afecta a los empresarios porque su dinámica les genera un riesgo cambiario o provoca incertidumbre sobre los rendimientos de la inversión.

En el segundo capítulo de este documento se hace una breve revisión teórica sobre los determinantes de la inversión o gasto en bienes de capital, pues son los mismos que actúan sobre las decisiones de importación cuando no se producen en la economía. En el siguiente capítulo se presenta una síntesis sobre los trabajos empíricos relacionados con el tema, en el cuarto se procede a realizar las estimaciones para validar o rechazar la hipótesis de trabajo y, en el último, se exponen las conclusiones.

## 2. REVISIÓN TEÓRICA

En economía, una inversión es el acto de incurrir en un costo con el fin de obtener futuras recompensas. Keynes señala que la inversión abarca “*la compra de un activo, viejo o nuevo, por un individuo o por una sociedad. Significa la compra, con los ingresos, de un bien de capital de cualquier clase*”. (Keynes, 2014)

Al tomar la decisión de invertir se espera recuperar el valor de la inversión y generar ganancias para el empresario. Además, si se financia con endeudamiento, las obligaciones financieras son una parte importante para tomar esa decisión. La inversión se comporta como un costo hundido, que es parcial o totalmente irreversible, y cuyas recompensas futuras se desconocen, pues son las fuerzas del mercado las que determinan si se retribuyen los beneficios esperados.

Para Jorgenson (1963), la teoría neoclásica de la inversión tiene su fundamento en la acumulación óptima de capital, las empresas buscan maximizar la utilidad de una corriente de consumo a través de la adquisición de bienes que les permitan explotar al máximo su función de producción y maximizar sus funciones de utilidad, en otras palabras, las empresas buscan maximizar su valor presente a partir de la maximización de las ganancias en cada punto del tiempo.

La acumulación óptima de capital puede ser modelada como una función donde el valor actual de las empresas es determinado por los factores de producción junto con su respectivo precio sombra, precio que incluye el costo de oportunidad de fabricar los bienes en un estado de competencia perfecta en un periodo de tiempo  $t$ . La inversión se determina por una función que maximiza el valor neto de la empresa cuando llega a una acumulación óptima de capital.

El valor actual de la empresa ( $R(t)$ ) es:

$$(1) \quad R(t) = p(t)Q(t) - w(t)L(t) - q(t)I(t)$$

Donde  $Q$ ,  $L$  e  $I$  representan los niveles de producción, los niveles “Input” y la inversión en bienes duraderos respectivamente, mientras que  $p$ ,  $w$  y  $q$  representan los precios correspondientes a las variables  $Q$ ,  $L$  e  $I$ , con un flujo de ingresos netos en el tiempo  $t$ .

Se puede notar que existe una relación directa entre la inversión y la acumulación de capital, es decir la acumulación de activos en el largo plazo. La maquinaria y el equipo adquiridos pasan a ser parte de los activos de la empresa, sin embargo, éste tipo de activos carecen de liquidez y son afectados por la depreciación, razón por la cual la inversión está determinada a su vez por el costo de uso del capital, según Jorgenson, “*para optimizar la acumulación de capital, la empresa debería cobrar un alquiler implícito igual al costo de los servicios de capital de usuario en cada punto de tiempo y luego debe maximizar los beneficios en la forma habitual*” (Jorgenson, 1963).

Dixit y Pindyck (1994) sostienen que la decisión de invertir la determinan tres ítems. El primero es la irreversibilidad de la inversión, esto significa que invertir es incurrir en un costo que sólo podrá ser saldado si los retornos son lo suficientemente significativos para cubrir el costo y generar ganancias para la empresa, donde la decisión de inversión depende de la aversión al riesgo de las empresas como agentes económicos. El segundo es la incertidumbre sobre las futuras recompensas, sin embargo, cuando una empresa toma la decisión de inversión tiene certeza de las obligaciones financieras que adquiere. Y el tercero, es el margen de maniobrabilidad que se tiene para tomar la decisión de frenar los procesos. El margen de maniobrabilidad pre-inversión depende en gran parte de la aversión al riesgo de la empresa.

Para Keynes y los poskeynesianos, la inversión es un tema aún más complejo, pues tiene implícitamente no sólo una relación inversamente proporcional a la tasa de interés, sino que también está relacionada con la tasa de ganancia, las obligaciones financieras y la incertidumbre frente a los posibles beneficios que se puedan generar a partir de la inversión.

Teniendo en cuenta que según las teorías keynesianas y poskeynesinas de inversión, las empresas son agentes semiautónomos con preferencia propia por la liquidez, la tasa de ganancia juega un papel importante en sus decisiones de inversión. Según Crotty (1994), la tasa de ganancia puede en forma simultánea aumentar el crecimiento de la empresa y la

seguridad financiera (menor endeudamiento y menor apalancamiento financiero) debido a que aumentará la tasa esperada de ganancia por unidad de inversión y así mismo, aumentará el flujo esperado de ganancias relativas al flujo de obligaciones hacia acreedores y dueños.

Si se entiende la inversión como una función de la tasa de interés ( $r$ ), la eficiencia marginal del capital ( $emk$ ) y el precio del capital ( $pK$ ), donde la eficiencia marginal del capital es la relación entre los beneficios y la tasa de interés. Existen tres posibles escenarios para definir el tipo de inversión dependiendo el valor que tome la eficiencia marginal del capital:

- Cuando la relación entre los beneficios y la tasa de interés es igual a 1, es decir  $emk = \frac{\pi}{r} = 1$ , existe indiferencia entre hacer una inversión financiera y una inversión real.
- Si,  $emk = \frac{\pi}{r} > 1$ , es decir cuando la tasa de ganancia es mayor a la tasa de interés, se considera que vale la pena realizar inversión real.
- Si,  $emk = \frac{\pi}{r} < 1$ , resulta mejor para la empresa no realizar una inversión real y destinar los recursos líquidos a la inversión financiera.

En la función de inversión el precio del capital  $pK$ , tiene implícitos todos los incentivos a la inversión ya sean positivos o negativos, el más significativo de ellos es la política tributaria. Alesina et Al (1999) señala que la política tributaria adopta forma de incentivo para los gastos de capital, un ejemplo de esto son los créditos fiscales a la inversión y cómo la inversión se afecta por el precio efectivo del capital. En otras palabras, los aumentos en los impuestos reducen la inversión, mientras que un choque positivo al gasto disminuye la inversión a través de sus efectos sobre los beneficios, pero también tiene un efecto negativo sobre la tasa de interés real, en cuyo caso la inversión aumentaría.

La importación de maquinaria y equipo es la respuesta efectiva a una decisión de inversión, por ello se considera que la importación de ese tipo de bienes tiene como sus primeros determinantes las variables que inducen a la inversión, pero su dinámica también responde a otras variables económicas.

Habiyaremye (2013) señala que la falta de acceso a la tecnología es ampliamente percibido como el principal obstáculo para el crecimiento a largo plazo de los países en desarrollo, ésta afirmación es posible complementarla con los aportes de Vural (2011) y Cavallo y Landry (2010), quienes señalan que países poco industrializados dependen de la importación de bienes de capital y deben enfrentarse a las barreras comerciales de éste tipo de bienes, así mismo, la inversión en mejores tecnologías estimula la tasa de crecimiento de la producción mediante el aumento de la maquinaria y el equipo.

Resulta sencillo evidenciar que la mayoría de los autores llega al mismo punto, un país poco industrializado necesita de las importaciones de bienes de capital, estas importaciones se traducen en mejoras tecnológicas que ayudan a que la diversidad de productos manufacturados aumente o que la manera en la que se producen sea más óptima.

Aunque la teoría de la inversión generalmente se construye con base a países desarrollados, productores de bienes de capital, al contrastarla para los países en vía de desarrollo se encuentra que existen otros factores que explican la inversión como la tasa de cambio, la disponibilidad de divisas, los términos de intercambio, entre otros.

La lógica plantea que las economías poco industrializadas dependen de una actividad económica, generalmente relacionada con materias primas, la cual debe generar las divisas que soporten las importaciones. Este tipo de modelo económico, donde en palabras más simples, para importar primero es necesario exportar, son conocidos como modelos de brechas, la productividad del trabajo se beneficia con la importación de maquinaria, pero es necesaria una actividad económica intensiva enfocada hacia el sector exportador que logre generar los suficientes ingresos para poder importar.

### **3. REVISIÓN DE ESTUDIOS EMPÍRICOS**

#### **3.1 ASPECTOS INTERNACIONALES**

Los antecedentes empíricos sobre la importación de bienes de capital de los países no industrializados evidencian que dicha importación tiene como objetivo principal el crecimiento económico, mejoras en la competitividad y expansión de las economías en el mercado mundial.

Vural (2011) argumenta que los países poco industrializados dependen de la importación de bienes de capital y se enfrentan a barreras comerciales y costos por el comercio de ese tipo de bienes, donde los costos se traducen en “competencia perfecta” con rendimientos constantes a escala e incentivos de comercio provenientes de la ventaja comparativa, esto, debido a las diferencias en desarrollo tecnológico entre los países poco industrializados – importadores– y los desarrollados –exportadores de bienes de capital–.

Por su parte Augier et al (2013) estiman el efecto de la decisión de importar bienes intermedios y bienes de capital en la productividad total de los factores, sus resultados evidencian que la importación de bienes intermedios y bienes de capital aumentan la productividad total de los factores a nivel de empresa. Sin embargo, el efecto que provoca no se evidencia a través de las mismas empresas, el estudio encontró que una empresa con personal calificado se beneficia dos veces más de la importación de bienes intermedios y de capital que las demás empresas.

Mediante una estimación por mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas, Khan y Knight (1998) concluyen que las exportaciones son de fundamental importancia al momento de importar. Para los autores, la importación y exportación que se lleva a cabo en una economía funciona como un modelo de sustitutos imperfectos, donde las exportaciones son el principal “insumo” de las importaciones, en términos más generales, una disminución en las exportaciones se verá reflejado en una disminución de las importaciones y viceversa.

Con una estimación con mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas en un modelo de probabilidad lineal, Bas y Berthou (2012), evidencian que la decisión de invertir, o de manera

más particular de importar depende de los recursos financieros de los cuales se disponga, concluyendo que a mayor riqueza es mayor la inversión.

Keller (2002), también bajo una estimación por mínimos cuadrados ordinarios, evidencia que importar bienes de capital contribuye con el crecimiento económico de manera endógena. Las economías menos desarrolladas tienen la necesidad de abrir el mercado, pues ante su imposibilidad de fabricar bienes de capital, o de fabricarlos con un costo de oportunidad menor que algún oferente extranjero deben importarlos, encontrando entonces que los países con un libre mercado tienen un mayor crecimiento que los países proteccionistas, más aún cuando los países con un mercado abierto deciden invertir en investigación y desarrollo.

Importar maquinaria y equipo, es catalogado como una inversión en investigación y desarrollo, pese a que en los modelos generalmente se omite el aprendizaje en el oficio, es fácil poner en evidencia que existe una relación directamente proporcional entre la productividad de la maquinaria y equipo importado y la productividad agregada de una economía (Eaton y Kortum, 2001).

Los incentivos juegan un papel fundamental para realizar cualquier inversión, más aún con las importaciones. Las medidas de política económica, arancelaria o fiscal adoptadas por los países alteran el volumen de bienes importados; un incentivo negativo puede reducir el volumen de importaciones y exportaciones, la productividad y el crecimiento económico (ver Khan y Knight, 1998; Keller, 2002; Kasara y Lapham, 2007), la razón principal de esta disminución de productividad y crecimiento puede ser explicada por la pérdida o el manejo ineficiente de las ventajas comparativas. Como en los países en vía de desarrollo generalmente la actividad económica es la explotación y comercialización de materias primas que deben ser extraídas con maquinaria y equipo especializado para tal fin, una reducción o la eliminación total de dichos equipos significaría no sólo una reducción en las cantidades de materias primas extraídas, sino también incurrir en costos de oportunidad más altos (Mazumdar, 1999).

Algunos estudios a partir de estimaciones por el método de momentos generalizados, concluyen que la importación de bienes de capital es fundamental para el dinamismo de la

actividad económica de un país en vía de desarrollo, exponiendo además que como en algunos países la actividad económica depende en su mayoría de un solo producto, es necesaria la importación de otro tipo de bienes que incluyen maquinaria y equipo. El dinamismo generado tanto por la exportación como la importación de maquinaria y equipo proveniente del extranjero hacen que la asignación de recursos sea eficiente y la actividad económica de la cual depende el país en cuestión mejore con el desarrollo tecnológico importado, lo que aumenta el crecimiento de dicha economía (Habiyaemye, 2013; Munemo, 2013).

Con una estimación mediante el método de variable instrumental Sachs y Warner (1997) encontraron que los países con más recursos naturales, son menos desarrollados y crecen en menor proporción que los países que no poseen esa diversidad y tamaño de recursos.

### **3.2 ASPECTOS NACIONALES**

Martínez (2004) expone que el conocimiento es uno de los principales ejes para el desarrollo de las economías, sin embargo, no es conocimiento en sí lo que implica desarrollo económico sino el conocimiento traducido en tecnología productiva, la cual produce externalidades positivas que se reflejan en disminución de la pobreza y mejoras en el bienestar de la población. El autor examinó el tipo de conocimiento que importaron las empresas colombianas entre 1991 y 2000, mediante estadística descriptiva y un modelo probit de pendientes comunes concluye que la importación de tecnología en Colombia no sigue una tendencia definida, en su mayoría la importación de tecnología está dominada por empresas grandes y multinacionales (empresas con capital extranjero y mixto), el autor evidencia que *“sectores considerados estratégicos como: agropecuario, cuero, alimentos, entre otros, no manifiestan tendencia a efectuar contratos de importación de tecnología”*

Caicedo y Mora (2010) evidencian que tal y como dijo David Ricardo, el comercio es una de las principales fuentes de crecimiento económico, los autores resaltan que la gran mayoría de las economías del mundo han realizado aperturas comerciales y económicas con miras a un mayor crecimiento basado en el aprovechamiento de su sector externo, en su estudio, los autores muestran que Colombia no ha sido ajena a las tendencias de apertura económica, lo

cual ha permitido situar al país como uno de las principales economías en vía de desarrollo con mayor crecimiento en América Latina durante los últimos años.

En su artículo, Caicedo y Mora concluyen que existe comercio intraindustrial en productos tecnológicos entre Colombia y Estados Unidos, donde un 82% de las exportaciones corresponden a productos minerales, seguido de productos vegetales y textiles, mientras que el 70% de las importaciones corresponden a maquinaria eléctrica, químicos e industria afines, transporte y metales.

Rhenals (2005) analizó la evolución del costo de uso de capital para el período 1997 – 2003 en Colombia, el autor encontró que durante el periodo de estudio el costo de uso del capital se redujo más de un tercio desde su nivel en 1997, sin embargo señala que sigue siendo alto, así mismo concluye que el costo de uso del capital se redujo principalmente en construcciones y edificaciones y en maquinaria y equipo. Adicionalmente en el artículo se resalta que la forma en la que se financia una empresa afecta el costo de uso del capital, esto indica que las empresas que utilizan las utilidades retenidas como financiamiento tienen un mayor costo de uso del capital.

## **4. ESTIMACIÓN PARA COLOMBIA**

### **4.1 VARIABLES**

Las variables a utilizar son las importaciones de bienes de capital (M), (Gráfica 1) a nivel de desagregación de partida arancelaria; el PIB per cápita (P) (Gráfica 2), datos que se tomaron del DANE. Las tarifas arancelarias promedio (A) (Gráfica 3) se tomaron del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. La disponibilidad de divisas (Z) (Gráfica 4) y el tipo de cambio real promedio anual (T) (Gráfica 5) tienen como fuente el Banco de la República.

Las series tienen periodicidad anual para el período 1979 - 2014, para una muestra total de 36 observaciones.

### **4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

En los datos de importaciones se clasificaron las partidas correspondientes a bienes de capital, así las cosas, se incluyeron los capítulos 84 correspondientes a “reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos; partes de éstas máquinas o aparatos”, capítulo 85 correspondientes a “máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imagen y sonido en televisión, y las partes y accesorios de éstos aparatos”, capítulo 86 correspondientes a “vehículos y material para vías férreas o similares, y sus partes; aparatos mecánicos (incluso electromecánicos) de señalización para vías de comunicación, y finalmente capítulo 87 correspondientes a “vehículos automóbiles, tractores, velocípedos y demás vehículos terrestres, sus partes y accesorios”, posteriormente se compararon los datos con las series de importaciones de bienes de capital clasificadas por el Banco de la República para ajustar la serie.

Las tarifas arancelarias promedio se calcularon a través de un promedio simple con base en los datos de arancel de aduanas del ministerio de industria, comercio y turismo según los decretos expedidos por el mismo, para diferentes periodos de tiempo comprendidos entre

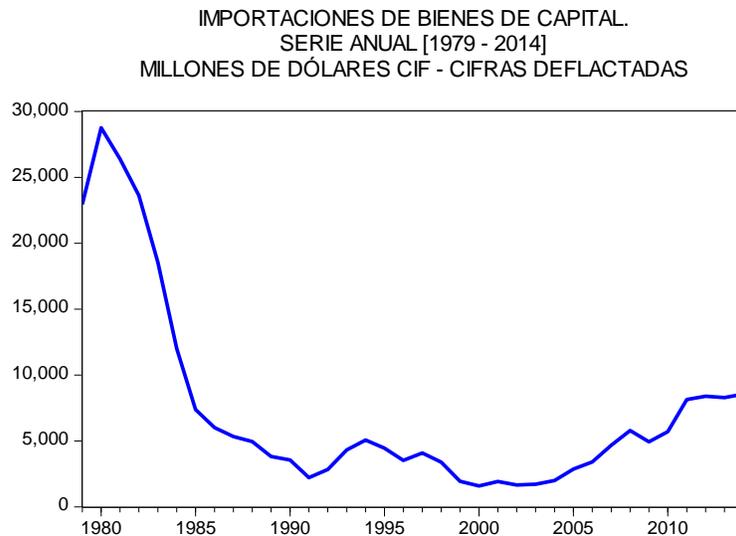
1979 y 2014, y clasificados como sigue: arancel de aduanas vigente año 2013 – presente, decreto 1755 de 2013, arancel de aduanas año 2012, decreto 4927 de 2011, arancel de aduanas años 2007 – 2011, decreto 4589 de 2006, arancel de aduanas años 2005 – 2006, decreto 4341 de 2004, arancel de aduanas años 2002 – 2004, decreto 2800 de 2001, arancel de aduanas años 1996 – 2001, decreto 2317 de 1995, arancel de aduanas años 1991 – 1995, decreto 3104 de 1990, arancel de aduanas 1979 – 1990, decreto 1803 de 1990, decisión 249 y ley octava de 1973.

La disponibilidad de divisas (Z) fue deflactada para obtener las cifras en términos reales.

A continuación se encuentran las gráficas de las series, aún sin realizar pruebas formales es posible notar alguna tendencia determinística debido al comportamiento de las variables en el tiempo.

Para empezar, el análisis gráfico de la serie de importaciones de bienes de capital (Gráfica 1) no arroja con certeza que exista una tendencia determinística en el periodo de estudio señalado, sin embargo es posible ver que las importaciones de bienes de capital en términos reales se han reducido entre 1979 y 1991, a partir de la apertura la serie presenta un comportamiento más estable, aunque al igual que las demás variables presenta pequeños posibles cambios ante diferentes choques como las crisis económicas de 1999 y 2008.

## GRÁFICA 1.

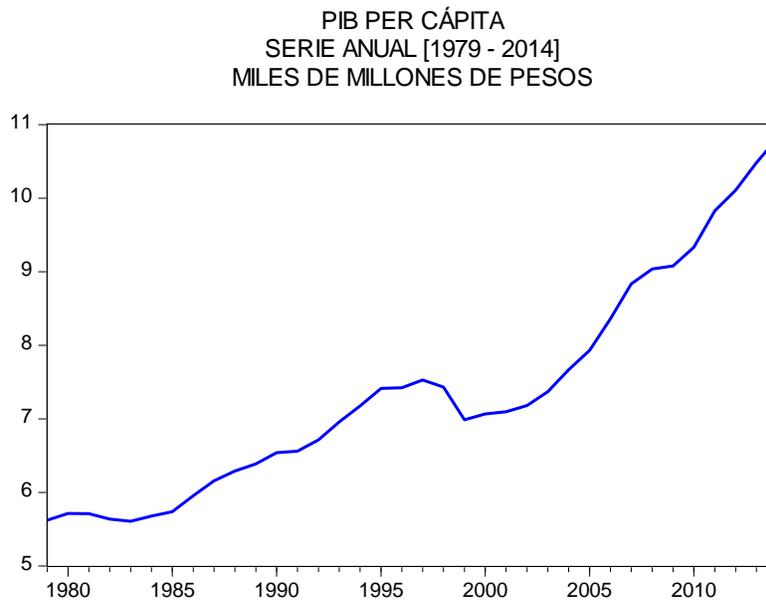


Fuente: DANE

En el caso del PIB per cápita, la disponibilidad de divisas y el tipo de cambio se puede intuir con base en el gráfico, que las series tienen una tendencia determinística creciente, caso contrario sucede con los aranceles cuyo comportamiento al parecer no tiene una tendencia determinística, sin embargo presenta una disminución evidente a través del periodo de tiempo observado, al contrastar ésta primera idea con las políticas y demás factores que afectan la economía colombiana es evidente que existe una posible relación causal que explique el comportamiento de las tendencias de las series. En cuanto a la variable PIB per cápita a pesar que la población colombiana ha aumentado gradualmente, la producción colombiana también ha crecido en las últimas décadas, esto se logra evidenciar a partir de la apertura económica debido a una mayor participación de Colombia en el mercado mundial, que ha traído consigo un aumento de los factores productivos, así como también la política económica encaminada hacia el crecimiento económico, a pesar de su tendencia creciente es posible notar cambios de nivel en el promedio de la serie uno en los años 1998 – 1999 y otro más pequeño pero aun así notable en los años 2008 – 2009, intuitivamente podría pensarse que dichos cambios responden a las crisis económicas que se presentaron en esas fechas, no es descabellado pensar que durante la fuerte crisis de 1999 la producción colombiana

disminuyó en alguna proporción, mientras que así mismo en 2008 – 2009 la crisis económica mundial tuvo un efecto negativo sobre la productividad colombiana.

## GRÁFICA 2.

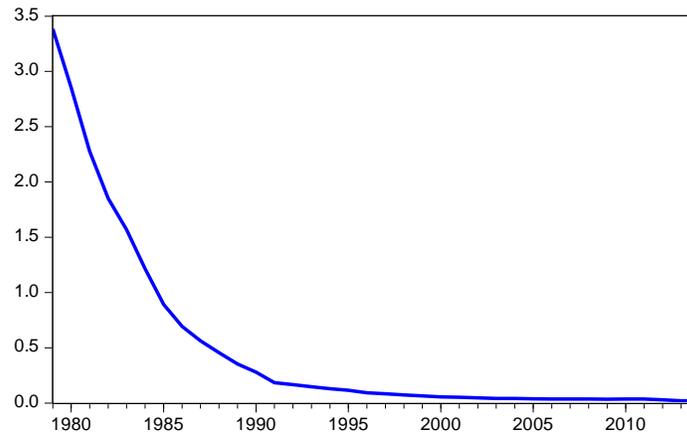


Fuente: DANE.

La tarifa arancelaria, presenta un decrecimiento notable en el período de estudio señalado, si bien los aranceles para la importación de bienes de capital y bienes de capital no producidos en Colombia han sufrido modificaciones en los últimos años debido a una reducción significativa o total de los mismos, entre 1979 y 1990 los aranceles parecen decrecer con cierta lentitud, sin embargo, a partir de 1991 decrecen rápidamente a tal punto que gráficamente es posible interpretar que tienden a cero, esto se debe a la apertura comercial y económica que se dio en el país en los años 1990 y 1991 respectivamente, así como la decisión de poner una tarifa de cero por ciento a las importaciones de bienes de capital no producidos en el país.

### GRÁFICA 3.

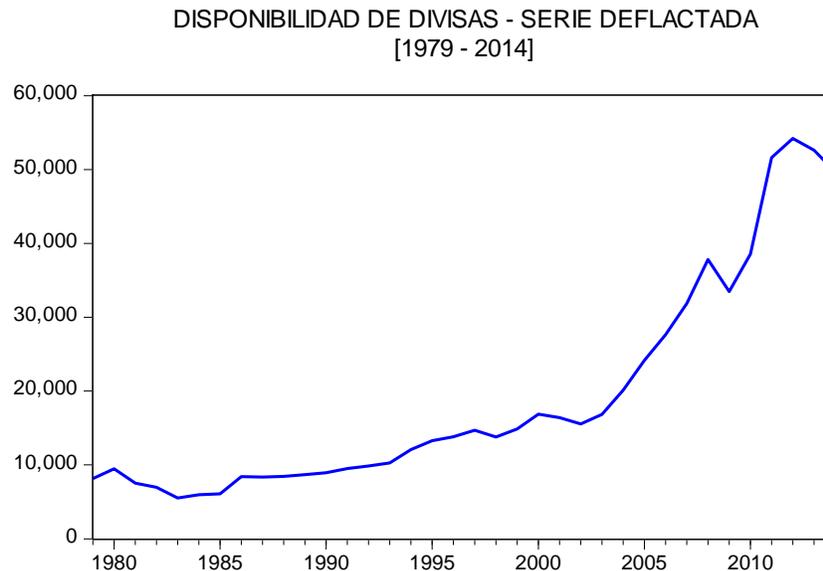
TARIFAS ARANCELARIAS PROMEDIO SEGÚN ARANCEL DE ADUANAS  
PORCENTAJE DE GRAVAMEN ARANCELARIO PARA LA IMPORTACIÓN DE BIENES DE CAPITAL  
SERIE EN NIVELES [1979 - 2014]



Fuente: Ministerio de comercio, industria y turismo de Colombia.

A pesar que la gran restricción de la economía colombiana siempre ha sido su sector externo, es decir, la disponibilidad de divisas, ésta variable presenta una tendencia creciente al analizarla gráficamente, esto se debe sin duda a los cambios de política monetaria y cambiaria que ha adoptado el Banco de la República en sus objetivos de inflación baja y crecimiento económico estable. En la búsqueda de estos objetivos, el Banco de la República utiliza como instrumento de expansión y contracción la política cambiaria, dicho en otras palabras, la compra y venta de moneda extranjera o divisas, cabe recordar que a partir del año 2004 hasta el día de hoy la autoridad monetaria y cambiaria no tiene el control de la parte cambiaria, pero sí de la parte monetaria. Al igual que la gráfica del PIB per cápita, la tendencia de la disponibilidad de divisas presenta cambios de niveles notorios en los años 1998 – 1999 y 2008 – 2009, sin embargo, a diferencia de la serie del PIB per cápita es posible observar a en la gráfica que el cambio de nivel promedio de la serie es más pronunciado en el año 2008, lo cual concuerda con la crisis económica internacional de esos años la cual está directamente relacionada con las divisas.

## GRÁFICA 4.



Fuente: Banco de la República.

La variable que más perturbaciones tiene en su comportamiento, por lo menos desde el punto de vista gráfico, es el tipo de cambio. El gráfico de ésta serie no sólo da pie a pensar que posee una tendencia determinística creciente, si no también que presenta cambios estructurales debido a cambios de nivel y cambios en la pendiente. Si bien Colombia pasa por varios regímenes de cambio en las últimas décadas, son precisamente los cambios en el régimen cambiario los que explican los quiebres estructurales en el gráfico de la serie, pues coinciden con los cambios de política cambiaria realizados en Colombia durante esas fechas. El período de estudio de éste trabajo comienza en el año 1979, pues bien, entre 1979 y hasta 1991 el régimen cambiario vigente fue el Crawling Peg o la llamada devaluación gota a gota, éste régimen permitió que hubiera estabilidad económica en Colombia hasta el año 1991, el Crawling Peg permitía a la autoridad cambiaria modificar el tipo de cambio bajo instrumentos específicos (tasa de cambio nominal).

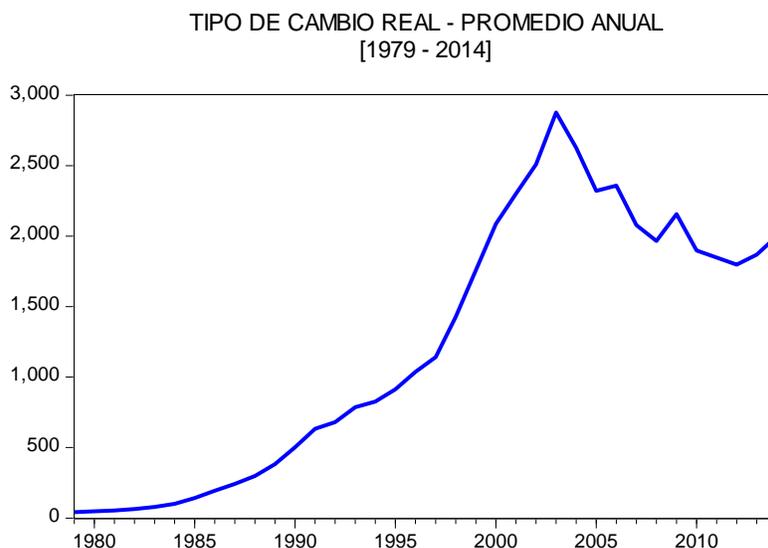
En 1990 el país toma la decisión de apertura comercial, y en 1991 de apertura económica, la cual implica la libre movilidad de capitales, en la gráfica se puede observar que hay indicios de un primer quiebre (cambio en la pendiente de la serie) precisamente debido no sólo a la

apertura, sino al cambio de régimen cambiario, la nueva pendiente parece crecer uniformemente hasta el año 1999, sin embargo es posible observar una leve alteración en el año 1994, pues bien entre los años 1992 y 1994 el régimen cambiario del país fue la flotación sucia, la cual usa como instrumento de política cambiaria las reservas internacionales netas, de ésta manera la banca internacional entra al país, sin embargo a pesar que se controlan los flujos de cuenta corriente y la balanza de pagos no es posible evitar choques externos debido a que los instrumentos de política monetaria aún pertenecían a una economía cerrada.

A partir de 1994 y hasta el año 1999 el país adopta la política de la banda cambiaria, la banda posee un techo y un piso, se utiliza como instrumento las reservas internacionales netas.

Entre los años 1999 y 2004 el tipo de cambio parece dispararse, esto responde a que el país vuelve al régimen cambiario de flotación, sin embargo a partir del año 2004 tanto el cambio de nivel como el cambio de pendiente en la serie resulta evidente, pues bien, desde el año 2004 hasta la actualidad hay un régimen cambiario libre, esto debido a que el país decide tener control sobre la política monetaria y no la política cambiaria, a partir de allí todas las perturbaciones responden a factores exógenos pues tanto el precio y cantidad del dólar quedan bajo el control de los operadores de mercado, un claro ejemplo de esto es el pequeño quiebre que se muestra alrededor de los años 2008 – 2009, el cual responde a la crisis económica mundial del año 2008.

## GRÁFICA 5.



Fuente: Banco de la República.

### 4.3 ANÁLISIS DE LOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

En el cuadro 1 se encuentran los estadísticos descriptivos de las variables, en las columnas dos a cinco se encuentran diferentes medidas estadísticas, media, mediana, valor máximo y valor mínimo respectivamente, así mismo la desviación estándar en la columna seis, la columna siete corresponde al coeficiente de asimetría, el cual evidencia que las variables presentan un comportamiento asimétrico a excepción de la variable PIB per cápita (P) la cual tiene un coeficiente de asimetría cercano a cero. La columna ocho presenta el coeficiente de curtosis, según éste estadístico las series tienen a presentar una distribución leptocúrtica, es decir que hay indicios que las series presenta alta concentración, hay pocas variables y un número de repeticiones considerable, esto sobre todo en las variables de importaciones de bienes de capital (M) y aranceles (A), las cuales presentan un mayor apuntalamiento.

El estadístico de Jarque – Bera se presenta en la columna 9, con base en la regla de decisión para determinar la normalidad de los residuos (véase anexo 1), es posible determinar que sólo

las variables PIB per cápita (P) y tipo de cambio (T) se distribuyen de manera normal, de tal manera se deben transformar las variables, esto con el fin de realizar una estimación de manera conjunta, de tal manera se procede entonces a buscar una transformación adecuada de las series que dé como resultado una estimación significativa siempre y cuando la normalidad esté justificada.

### CUADRO 1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

VAR	MEDIA	MEDIANA	MAX	MIN	Std. Dev.	ASIMETRÍA	CURTOSIS	JB	PROB
M	7.351.707	4.798.931	28757.18	1.581.159	7.305.739	1.821.944	5.110.303	2.659.695	0.000002
P	7.372.337	7.135.079	1.081.556	5.606.314	1.476.783	0.761103	2.664.638	3.644.370	0.161672
A	0.499875	0.088112	3.385.398	0.019683	0.850417	2.109.274	6.506.822	4.514.092	0.000000
Z	19226.57	13811.30	54197.90	5.517.780	14709.75	1.262.614	3.311.837	9.711.021	0.007785
T	1.223.502	1.088.815	2.877.500	4.255.000	9.240.818	0.095878	1.523.520	3.325.147	0.189650

Fuente: Cálculos propios.

En el cuadro 2 se estima el coeficiente de variación de las series, el objetivo de esta estimación es determinar la volatilidad de cada variable, se puede observar que la variable más volátil es el arancel para los bienes de capital, esto responde a la política que ha adoptado el país en las últimas décadas sobre dicho arancel descritas en la sección 4.2, sin embargo, las demás variables también presentan varianza, desviación estándar y un coeficiente de variación alto, por lo cual es posible aplicar la prueba ADF la cual permite que los errores sean heterocedásticos, sin embargo antes de llevar la prueba a cabo es necesario realizar pruebas de detección de cambio estructural.

### CUADRO 2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

VARIABLE	DESVEST	PROMEDIO	CV
Importaciones de bienes de capital	7305,738937	7351,706794	0,993747322
PIB per cápita	1,476782918	7,372336602	0,200314093
Arancel	0,850416557	0,49987538	1,701257134
Disponibilidad de divisas	14709,75221	19226,57178	0,765074106
Tasa de cambio	924,0818291	1223,501944	0,755276143

Fuente: Cálculos propios.

#### 4.4 PRUEBAS DE CAMBIO ESTRUCTURAL

Para detectar cambios inesperados en las series se lleva a cabo un análisis de cambio estructural, esto con el fin de no incurrir en grandes errores predictivos y no tener poca confiabilidad en el modelo estimado, para ello se lleva a cabo un análisis gráfico de las pruebas de suma acumulativa CUSUM por sus siglas en inglés (cumulative sum) y el cuadrado de la suma acumulativa CUSUM – Q (o también CUSUM – sq) por sus siglas en inglés (CUSUM squared).

Una vez realizadas las pruebas de cambio estructural CUSUM y CUSUM – Q para las series se observó que éstas presentan cambio estructural, con el fin de verificar estadísticamente el cambio se procedió a examinar los posibles puntos de quiebre con el test de Chow.

Para la serie de importaciones de bienes de capital (M), las pruebas CUSUM y CUSUM – Q evidencian un posible cambio estructural en los años 1985 y 1990 al realizar el test de Chow para los años en cuestión se encontró que pesar que ambas estimaciones resultan estadísticamente significativas, la probabilidad asociada al estadístico F es mayor en el año 1985, por lo cual se concluye que existe un quiebre estructural en al año 1985.

Para el PIB per cápita (P), las pruebas CUSUM y CUSUM – Q presentan una sospecha de posibles cambios estructurales en los años 1988, 2002 y 2005, al realizar el test de Chow se encontró que a pesar que los resultados muestran que las estimaciones en los tres posibles puntos de quiebre resultan estadísticamente significativas, la probabilidad asociada al estadístico F es mayor en el año 2005, por lo cual se concluye que existe un quiebre estructural en al año 2005.

En cuanto a la variable arancel (A) las pruebas CUSUM y CUSUM – Q evidencian un posible cambio estructural en los años 1988, 1999 y 2004 por lo cual se procede a realizar el test de Chow, a pesar que los resultados muestran que las estimaciones en los tres posibles puntos de quiebre resultan estadísticamente significativas, la probabilidad asociada al estadístico F

es mayor en el año 2004, por lo cual se concluye que existe un quiebre estructural en el año 2004.

Para la disponibilidad de divisas (Z), según las pruebas CUSUM y CUSUM – Q existe la sospecha de un posible cambio estructural en los años 1988, 2005, y 2010, de acuerdo a test de Chow, sólo resultan estadísticamente significativos los años 2005 y 2010 para un posible quiebre estructural, sin embargo, la probabilidad asociada al estadístico F es mayor en el año 2005, por lo cual se concluye que existe un quiebre estructural en el año 2005.

Finalmente para la variable tipo de cambio (T) las pruebas CUSUM y CUSUM – Q muestran que existe un posible cambio estructural en el año 1999, el test de Chow (ver anexo 2) para el año en cuestión muestra que la estimación es estadísticamente significativa, y la probabilidad asociada al estadístico F es alta en el año, por lo cual se concluye que existe un quiebre estructural en el año 1999.

Una vez identificado que las series presentan un rompimiento o quiebre estructural, se deben llevar a cabo pruebas de raíz unitaria con cambio estructural. (Ver anexo 3)

#### **4.5 MODELOS ARIMA**

Para el desarrollo del modelo econométrico se utiliza un modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA, debido a que un modelo ARIMA está compuesto por los componentes autorregresivos, el componente integrado y el componente de media móvil, es necesario identificar cada uno de los componentes para cada una de las series.

A partir de los correlogramas, es posible determinar la parte autorregresiva de la serie (AR) y la parte de media móvil (MA) con base en las funciones de autocorrelación simple (AC) y autocorrelación parcial (PAC).

Para determinar la parte autorregresiva de la serie (AR) se utiliza la ecuación:  $p = \pm \frac{2}{\sqrt{T}}$ , donde  $T$  representa el total de observaciones del correlograma. Los valores de la PAC que sean igual o mayores al valor de  $p$ , indican el orden de autorregresores (AR). Siguiendo el

mismo procedimiento, al contrastar los valores de AC, indican el orden de media móvil del modelo (MA). Por otra parte, una serie de tiempo (no estacionaria) debe diferenciarse  $d$  veces para hacerla estacionaria, por lo cual es una serie integrada de orden  $d$ .

En cuanto a las variables, las importaciones de bienes de capital responden a un modelo ARIMA (2, 0, 0), mientras que las demás variables responden a un ARIMA (2, 1, 0) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (2, 0, 1) para la variable aranceles, ARIMA (1, 1, 0) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (2, 1, 0) para el tipo de cambio.

En cuanto al componente integrado para cada una de las variables, es decir el número de retardos necesarios para hacerla estacionaria se encontró que las series presentan componentes integrados de orden 1 para las variables PIB per cápita, disponibilidad de divisas y tipo de cambio, mientras que las variables importaciones de bienes de capital y aranceles presentan componentes integrados de orden 2.

Para la primera diferencia, las importaciones de bienes de capital responden a un modelo ARIMA (1, 0, 0), mientras que las de más variables responden a un ARIMA (1, 0, 0) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (1, 0, 1) para la variable aranceles, ARIMA (0, 0, 1) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (1, 0, 0) para el tipo de cambio.

En cuanto a las segundas diferencias, la variable importaciones de bienes de capital responde a un modelo ARIMA (2, 0, 0), mientras que las de más variables responden a un ARIMA (0, 0, 1) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (0, 0, 1) para la variable aranceles, ARIMA (2, 0, 1) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (1, 0, 0) para el tipo de cambio.

Para las variables transformadas a logaritmos, las importaciones de bienes de capital responden a un modelo ARIMA (2, 0, 0), mientras que las de más variables responden a un ARIMA (2, 0, 0) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (2, 0, 1) para la variable aranceles, ARIMA (1, 0, 0) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (2, 0, 0) para el tipo de cambio.

Otra transformación son las primeras diferencias de los logaritmos, para éste tipo de variables, las importaciones de bienes de capital responden a un modelo ARIMA (0, 0, 1), mientras que las de más variables responden a un ARIMA (1, 0, 0) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (1, 0, 1) para la variable aranceles, ARIMA (1, 0, 2) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (1, 0, 0) para el tipo de cambio.

Por último para la tasa de crecimiento de las variables, las importaciones de bienes de capital responden a un modelo ARIMA (0, 0, 1), mientras que las de más variables responden a un ARIMA (1, 0, 0) para el caso del PIB per cápita, ARIMA (1, 0, 0) para la variable aranceles, ARIMA (1, 0, 0) para la disponibilidad de divisas y finalmente un ARIMA (1, 0, 0) para el tipo de cambio.

Los resultados del análisis univariado se resumen en el cuadro 9 donde se resalta que las variables llevan información de 2 períodos anteriores y por lo general son estacionarias en segundas diferencias.

**CUADRO 9. MODELO ARIMA (p, d, q)**

VARIABLE	Nivel	1° Diferencia	2° Diferencia	Logaritmos	Diferencia de logaritmos	Tasas de crecimiento
Importaciones de bienes de capital	(2, 0, 0)	(1, 0, 0)	(2, 0, 0)	(2, 0, 0)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
PIB per cápita	(2, 1, 0)	(1, 0, 0)	(0, 0, 1)	(2, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)
Arancel	(2, 0, 1)	(1, 0, 0)	(0, 0, 1)	(2, 0, 1)	(1, 0, 1)	(1, 0, 0)
Disponibilidad de divisas	(1, 1, 0)	(0, 0, 1)	(2, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 2)	(1, 0, 0)
Tasa de cambio	(2, 1, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)	(2, 0, 0)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0)

Fuente: Cálculos propios.

#### 4.6 TEST DE ESTACIONARIEDAD

Al realizar el test de raíz unitaria con cambio estructural para las variables en niveles, se evidencia que sólo las variables importaciones y aranceles cumplen con la condición de ser estacionarias debido a que la probabilidad asociada al coeficiente ADF es menor que 0.05

(porcentaje de significancia estadística) por lo cual la serie debe ser transformada ya sea en alguna de sus diferencias, logaritmos, diferencia de logaritmos o tasas de crecimiento.

#### 4.7 ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS M.C.O

Con el fin de estimar en qué magnitud las importaciones de bienes de capital dependen de las demás variables descritas en éste trabajo y con cuánto nivel de significancia, se procede a realizar un análisis de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios donde la ecuación tendrá como variable dependiente a las importaciones de bienes de capital en función del PIB per cápita, los aranceles, la disponibilidad de divisas y el tipo de cambio, de tal forma la ecuación a estimar será:

$$(2) \quad M_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 A_t + \beta_3 Z_t + \beta_4 T_t + \varepsilon_t$$

Donde:

*M*: Importaciones de bienes de capital

*P*: Pib per cápita

*A*: Aranceles

*Z*: Disponibilidad de divisas

*T*: Tasa de cambio

**Estimación nivel – nivel**

**CUADRO 16. SIGNIFICANCIA INDIVIDUAL M.C.O NIVEL - NIVEL**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3.283.246	8.535.902	-0.384640	0.7031
Importaciones de bienes de capital	7.783.876	1.453.183	0.535643	0.5960
Tarifa arancelaria	8.634.188	7.970.826	1.083.224	0.0000
Disponibilidad de divisas	0.103587	0.127961	0.809515	0.4244
Tasa de cambio	-1.153.425	0.659887	-1.747.914	0.0904

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 17. SIGNIFICANCIA CONJUNTA M.C.O NIVEL - NIVEL

R-squared	0.912770	Mean dependent var	7.351.707
Adjusted R-squared	0.901515	S.D. dependent var	7.305.739
S.E. of regression	2.292.714	Akaike info criterion	1.844.111
Sum squared resid	1.63E+08	Schwarz criterion	1.866.104
Log likelihood	-3.269.399	Hannan-Quinn criter.	1.851.787
F-statistic	8.109.571	Durbin-Watson stat	0.875781
Prob(F-statistic)	0.000000		

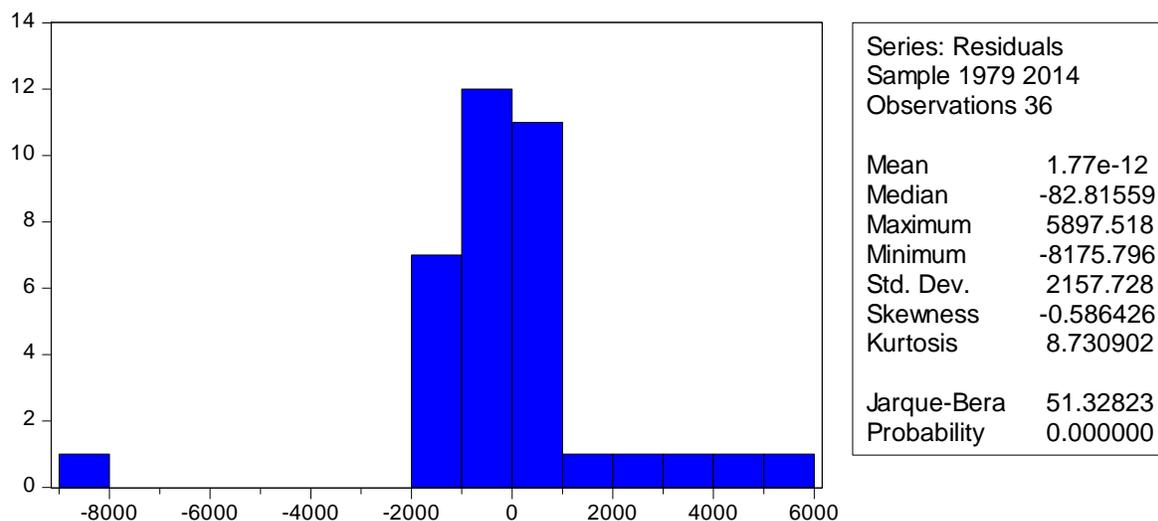
Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 18. PRUEBA DE HETEROCEDASTICIDAD M.C.O NIVEL – NIVEL

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	1.516.460	Prob. F(4,31)	0.0000
Obs*R-squared	2.382.436	Prob. Chi-Square(4)	0.0001
Scaled explained SS	6.828.727	Prob. Chi-Square(4)	0.0000

Fuente: Cálculos propios.

### GRÁFICA 18. HISTOGRAMA DE RESIDUOS ESTIMACIÓN M.C.O NIVEL – NIVEL Y TEST DE NORMALIDAD JARQUE – BERA.



Fuente: Cálculos propios.

Una vez estimada la ecuación se encuentra que las variables no son significativas, así mismo el modelo a estimar presenta problemas tanto de autocorrelación, y heterocedasticidad, sin embargo, al realizar las pruebas de normalidad de los residuos, se encuentra que no presentan

una distribución normal, de tal manera que no son adecuadas las pruebas para los supuestos del análisis de regresión lineal y los mecanismos de corrección para las mismas.

Ante los resultados obtenidos en niveles, en especial la no normalidad en los términos de perturbación se procedió a calcular el modelo en diferencia de logaritmos. Los resultados de estimación se reportan en el cuadro 19.

### Estimación log – log en primeras diferencias

Al transformar las variables en primeras diferencias de logaritmos, todas las series presentan estacionariedad, de ésta manera la ecuación a estimar será:

$$(3) \quad DLM_t = \beta_0 + \beta_1 DLP_t + \beta_2 DLA_t + \beta_3 DLZ_t + \beta_4 DLT_t + \varepsilon_t$$

Donde:

*DLM: Logaritmo natural de las importaciones de bienes de capital en primeras diferencias*

*DLP: Logaritmo natural del Pib per cápita en primeras diferencias*

*DLA: Logaritmo natural de los aranceles en primeras diferencias*

*DLZ: Logaritmo natural de la disponibilidad de divisas en primeras diferencias*

*DLT: Logaritmo natural de la tasa de cambio en primeras diferencias*

**CUADRO 19. SIGNIFICANCIA INDIVIDUAL M.C.O LOG – LOG  
 EN PRIMERAS DIFRENCIAS**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.065545	0.055564	1.179.632	0.2474
PIB per cápita	4.916.524	1.438.515	3.417.777	0.0018
Tarifa arancelaria	0.678787	0.325768	2.083.654	0.0458
Disponibilidad de divisas	-0.135311	0.245039	-0.552200	0.5849
Tasa de cambio	-0.716422	0.306553	-2.337.025	0.0263

Fuente: Cálculos propios

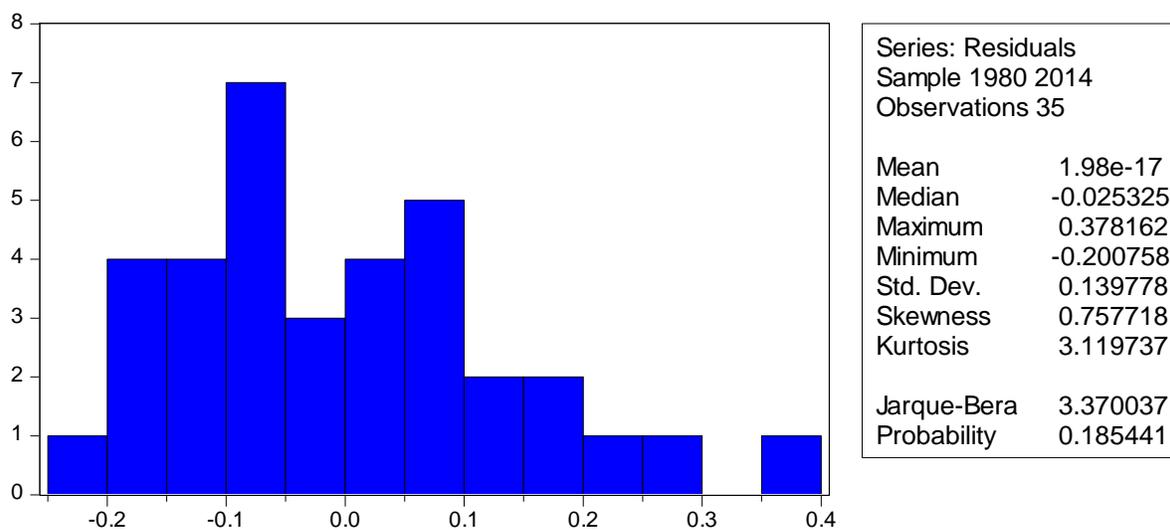
## CUADRO 20. SIGNIFICANCIA CONJUNTA M.C.O LOG – LOG

### EN PRIMERAS DIFRENCIAS

R-squared	0.698647	Mean dependent var	-0.028212
Adjusted R-squared	0.658467	S.D. dependent var	0.254625
S.E. of regression	0.148805	Akaike info criterion	-0.840794
Sum squared resid	0.664289	Schwarz criterion	-0.618602
Log likelihood	1.971.390	Hannan-Quinn criter.	-0.764093
F-statistic	1.738.780	Durbin-Watson stat	1.665.515
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fuente: Cálculos propios

## GRÁFICA 19. HISTOGRAMA DE RESIDUOS ESTIMACIÓN M.C.O LOG – LOG EN PRIMERAS DIFRENCIAS Y TEST DE NORMALIDAD JARQUE – BERA.



Fuente: Cálculos propios

## CUADRO 21. PRUEBA DE HETEROCEDASTICIDAD M.C.O LOG – LOG

### EN PRIMERAS DIFRENCIAS

Heteroskedasticity Test: White			
F-statistic	0.348348	Prob. F(14,20)	0.9760
Obs*R-squared	6.861.408	Prob. Chi-Square(14)	0.9399
Scaled explained SS	5.342.834	Prob. Chi-Square(14)	0.9804

Fuente: Cálculos propios

## CUADRO 22. PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN M.C.O LOG – LOG

### EN PRIMERAS DIFRENCIAS

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.206566	Prob. F(2,28)	0.8146
Obs*R-squared	0.508907	Prob. Chi-Square(2)	0.7753

Fuente: Cálculos propios

La evaluación de los resultados indica que los términos de perturbación se comportan de manera normal (gráfica 19). En consecuencia se puede proceder a leer los resultados de los estadísticos de prueba de los coeficientes de correlación. Estos señalan que la disponibilidad de divisas no es una variable explicativa estadísticamente significativa, entonces, el crecimiento de las importaciones de bienes de capital, esto es, la inversión, depende principalmente del crecimiento económico, la tasa de cambio y las tarifas arancelarias.

Una variación positiva de la tasa de cambio en un uno por ciento reduce la importación de bienes de capital en 0.7 puntos porcentuales, o lo que es lo mismo la importación de bienes de capital es relativamente inelástica a la depreciación de la tasa de cambio, mientras que la variación en un 1% en las tarifas arancelarias lleva a una crecimiento de 0.68 puntos porcentuales éstas importaciones, por último una variación porcentual de un uno por ciento en el crecimiento económico aumenta cinco puntos porcentuales la importación de bienes de capital. Dicho en otras palabras, la relación entre importaciones de bienes de capital y tasa de cambio es negativa y relativamente inelástica y positiva y relativamente inelástica con respecto a las tarifas arancelarias y positiva y relativamente elástica en cuanto al crecimiento económico.

Para dar validez a lo anterior se realiza la prueba de significancia conjunta, en el cuadro 20 se encuentran los valores de  $R^2$  y  $R^2$ ajustado, recordando que  $R^2$  representa el porcentaje de la variabilidad de la variable dependiente explica por las variables independientes, el valor del  $R^2$  para ésta estimación es de 0.698947 es decir, que tiene una buena bondad de ajuste debido a que el estadístico dice que las importaciones de bienes de capital están explicadas en un 70 por ciento en función de las variables dependientes de este trabajo, para corroborar ésta medición recurrimos al  $R^2$ ajustado el cual permite medir el incremento neto de  $R^2$ , cuando se incluye un nuevo regresor, así las cosas el valor para el  $R^2$ ajustado es de 0.658467 lo cual nos confirma que la variable independiente está explicada en un 66 por ciento por las variables que se seleccionaron como variables independientes para la realización de este trabajo de grado.

Para estimar si existe autocorrelación en la estimación se utilizó el test de Breush - Godfrey, cuyo resultado señala que no existe autocorrelación en el modelo (cuadro 22), por lo tanto la estimación obtenida por mínimos cuadrados ordinarios es imparcial y es eficiente, es decir, es el mejor estimador linealmente insesgado, esto debido a que su utilizo el modelo en primeras diferencias.

Para evaluar el supuesto de homocedasticidad se realizó la prueba de White.

Obs\*R-squared ( $nR_e^2 \rightarrow \chi_{p-1}$ ): dada la hipótesis nula de homocedasticidad, el cálculo propuesto se comporta como una  $\chi_{p-1}$  con  $p - 1$  grados de libertad.

$$\chi^2_{(\alpha=0.05;14)} = 23.685$$

Entonces, el valor de la probabilidad asociada al estadístico chi cuadrado con un nivel de significancia del 95% con 14 grados de libertad es 23.685, valor mayor al número de observaciones multiplicadas por el R cuadrado 6.861408. Por lo tanto no hay evidencia de heterocedasticidad, se concluye que se cumple el supuesto de homocedasticidad es decir, el estimador de mínimos cuadrados ordinarios es lineal, insesgado, consistente y eficiente ya que posee varianza mínima.

La evaluación estadística del modelo permite sostener que la estimación es consistente en logaritmos en primera diferencia. En consecuencia se puede concluir que la inversión nacional con bienes de capital importado tiene una correlación con las variables más importantes del mercado cambiario, esto es, que los inversionistas renuevan su capital si la dinámica de un precio macroeconómico como es la tasa de cambio les reduce el costo de inversión, esto indica que la política cambiaria y el régimen cambiario son cruciales para incentivar los cambios técnicos que conduzcan a garantizar el crecimiento económico de largo plazo.

## 5. CONCLUSIONES

A partir de la revisión teórica de este trabajo se concluye que las economías incurren en costos con el fin de obtener futuros beneficios, a este tipo de actividad económica se le denomina inversión.

Una de las inversiones más significativas que realiza una economía es la obtención o mejoras de sus factores productivos, a partir de la adquisición ya sea por primera vez o mediante una renovación de capital, entendiéndose este último como la maquinaria y el equipo especializado capaz de aumentar el crecimiento económico o potenciar la actividad económica de los países.

Al momento de incurrir en un costo de inversión, la información asimétrica es un factor fundamental para los inversionistas, pues bien una inversión está catalogada como un costo hundido con un margen de maniobrabilidad nulo una vez se ha tomado la decisión de invertir y donde existe riesgo e incertidumbre relativamente altos, pues aunque se realicen estimaciones, proyecciones, pronósticos, análisis de costo beneficio, es el mercado quien determina si la inversión genere las ganancias suficientes no sólo para cubrir la inversión, sino para generar ganancias a los inversores, esto hace que lo único de lo que se tenga certeza es el futuro es en la deuda con los acreedores o simplemente las obligaciones financieras en la que se incurre cuando se toma la decisión de invertir, en otras palabras, la inversión está estrictamente ligada con la aversión al riesgo.

La revisión empírica de este trabajo evidencia que los países con poca industrialización y desarrollo tecnológico son generalmente los países en vía de desarrollo, los cuales comparten una característica común, están dotados de grandes cantidades de recursos naturales, por lo que la gran mayoría de la actividad económica de estos países depende de este tipo de bienes, así las cosas, al no producir bienes con alto valor agregado y un avanzado grado tecnológico ya sea porque no se tiene la capacidad de hacerlo, o bien, porque saldría más costoso fabricar el bien que comprarlo a algún país que tenga ventaja comparativa en la fabricación del mismo, los países se ven obligados a importar bienes de capital, pues dichos bienes son

necesarios para dinamizar la economía, debido a que generan un mayor crecimiento económico y más competitividad en los mercados internacionales, gracias a que una vez importados, son utilizados para sacar ventaja en la producción y comercialización de los productos en los que el país importador tiene alta competitividad en el mercado mundial y es capaz de producir bienes con ventaja comparativa frente a otras economías.

En la revisión empírica también fue posible encontrar que los autores consultados coinciden en que la importación de bienes de capital para una economía en vía de desarrollo es fundamental y que a partir de esta inversión la economía de los países importadores crece, mejorando su desarrollo y potenciando la economía del país importador a través del capital para producir capital, o del capital que les permita aprovechar al máximo todos sus recursos.

Al contrastar los resultados de las estimaciones con la hipótesis de trabajo de esta tesis de grado los resultados evidenciaron que existe un alto nivel de significancia estadística entre la variable dependiente y las variables independientes, en otras palabras el modelo presenta una buena bondad de ajuste en cuanto al criterio de significancia conjunta pues la relación entre variables está cerca del 70 por ciento.

Las estimaciones demostraron que la variable disponibilidad de divisas no resulta estadísticamente significativa, ante este resultado podemos inferir las importaciones de bienes de capital tienen un comportamiento inelástico frente a las tarifas arancelarias y que a su vez dependen en un alto grado de significancia del crecimiento económico, así mismo la importación de bienes de capital depende también de la tasa de cambio según las estimaciones realizadas en este trabajo.

Desde algunos aspectos fundamentales de la teoría económica es posible explicar los resultados de la estimación econométrica de este trabajo, por ejemplo, el crecimiento económico resulta ser una variable significativa y relacionada de forma positiva con la importación de bienes de capital, esto se debe a los rendimientos crecientes a escala, una economía con un mayor crecimiento económico se traduce en una economía con mejores niveles de productividad que mejoran los estándares de la calidad de vida de los individuos, en el caso colombiano, durante los últimos años se evidencia un mayor crecimiento

económico, cuando la economía tiene un alto nivel de capital, una unidad extra de capital provoca un aumento pequeño en la producción, mientras que en el caso contrario, si en la economía se tiene un nivel bajo de capital, una unidad extra provoca un aumento significativo en la producción; Colombia, en su condición de economía en vía de desarrollo no posee altos niveles de capital de tal manera que para mejorar su productividad debe importarlos.

Por otra parte, la relación de significancia entre los aranceles y las importaciones de bienes de capital, puede ser explicada mediante la ley de la demanda y la respuesta de los individuos ante incentivos, en el caso colombiano, desde hace varios años las políticas comerciales se han encaminado a una disminución significativa en los aranceles de los bienes de capital, a tal punto de suprimir totalmente los aranceles a bienes de capital no producidos en Colombia, un ejemplo de esto es el plan Vallejo, cuya estructura consiste en el libre ingreso de materias primas, insumos y bienes de capital a Colombia, es decir un ingreso libre de aranceles y demás derechos aduaneros, no sólo busca incrementar el volumen de las importaciones, sino incentivar otros sectores de la economía colombiana para incrementar su exportación, de tal manera que las importaciones de materias primas, insumos y bienes de capital sean equivalentes a las exportaciones colombianas de mayor peso en los mercados internacionales.

En cuando a la tasa de cambio, la explicación más simplificada es la de la ley de la demanda, donde todo lo demás constante, la cantidad demandada de un bien cae cuando su precio se incrementa, como las importaciones de bienes de capital son costos en moneda extranjera, el incremento del valor del dólar se traduce en una depreciación del peso (se deben pagar más pesos por dólares) lo que significa que ante una depreciación del peso no es rentable importar bienes de capital, y de hecho no resulta rentable bajo términos racionales importar ningún tipo de bien, así mismo ante una apreciación del peso, los agentes responden a este incentivo aumentando el volumen de las importaciones, entre estas, las importaciones de bienes de capital debido a que deben pagar menos pesos por dólar, en otras palabras comprar la misma mercancía a precios más económicos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alesina, A., Hausmann, R., Hommes, R., & Stein, E. (1999). Budget institutions and fiscal performance in Latin America. *Journal of development Economics*, 59(2), 253-273.
- Augier, P., Cadot, O., & Dervis, M. (2013). Imports and TFP at the firm level: The role of absorptive capacity. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 46(3), 956-981.
- Bas, M., & Berthou, A. (2012). The decision to import capital goods in India: firms' financial factors matter. *The World Bank Economic Review*, 26(3), 486-513.
- Caicedo Marulanda, C., & Mora Rodríguez, J. J. (2011). Comercio Intraindustrial Colombia-Estados Unidos: el caso de los bienes altamente tecnológicos (1995-2005). *Cuadernos de Economía*, 30(54), 83-104.
- Cavallo, M., & Landry, A. (2010). The Quantitative Role of Capital Goods Imports in US Growth. *The American Economic Review*, 78-82.
- Crotty, J. R. (1994). Enfoque neoclásico y keynesiano sobre la teoría de la inversión. *Investigación económica*, 54(210), 165-181.
- Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton university press.
- Eaton, J., & Kortum, S. (2002). Technology, geography, and trade. *Econometrica*, 70(5), 1741-1779.
- Habiaryemye, A. (2013). Imported Capital Goods and Manufacturing Productivity: Evidence from Botswana's Manufacturing Sector. *South African Journal of Economics*, 81(4), 581-604.
- Jorgenson, D. W. (1963). Capital theory and investment behavior. *The American Economic Review*, 53(2), 247-259.
- Kasahara, H., & Lapham, B. (2013). Productivity and the decision to import and export: Theory and evidence. *Journal of International Economics*, 89(2), 297-316.

- Keller, W. (2002). Trade and the Transmission of Technology. *Journal of Economic growth*, 7(1), 5-24.
- Keynes, J. M. (2014). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Fondo de cultura económica.
- Khan, M. S., & Knight, M. D. (1988). Important Compression and Export Performance in Developing Countries. *The Review of Economics and Statistics*, 315-321.
- Martínez, H. A. (2004). Apropiación de conocimiento en Colombia. El caso de los contratos de importación de tecnología. *Cuadernos de Economía*, 23(41), 195-228.
- Mazumdar, J. (2001). Imported machinery and growth in LDCs. *Journal of Development Economics*, 65(1), 209-224.
- Munemo, J. (2013). Examining imports of capital goods from China as a channel for technology transfer and growth in Sub-Saharan Africa. *Journal of African Business*, 14(2), 106-116.
- Rhenals, L. (2005). Costo de uso del capital en Colombia: 1997-2003. EconWPA.
- Sachs, J. D., & Warner, A. M. (1997). NATURAL RESOURCE ABUNDANCE AND ECONOMIC GROWTH.
- Vural, G. (2011). Trade barriers on capital goods. *Marmara Universitesi IIBF dergisi*, 31(2), 165-174.

## 7. ANEXOS.

### ANEXO 1. CRITERIOS DE PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS ERRORES.

#### ANEXO 1.1 PRUEBAS DE NORMALIDAD

Con el fin de garantizar la normalidad de los errores y así poder aplicar los test estadísticos al modelo se aplica la prueba de normalidad Jarque – Bera, la cual es una prueba de bondad de ajuste que permite comprobar si la muestra de datos tiene la asimetría y la curtosis de una distribución normal.

De tal manera se presenta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y el contraste de la hipótesis nula ( $H_1$ ) como sigue:

$H_0$ :  $\varepsilon_t$  se aproxima a una distribución normal.

$H_1$ :  $\varepsilon_t$  NO se aproxima a una distribución normal.

El test de Jarque – Bera se formula:

$$JB = \frac{T - k}{6} = \left[ S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right]$$

Donde:

$T$  : Tamaño de la muestra.

$K$ : Curtosis.

$S$ : Asimetría.

$k$ : Grados de libertad (Número de regresores).

Regla de decisión:  $JB < \chi^2_{(0.05;2)} = 5.99$ .

Así las cosas, si el estadístico  $JB$  es menor a 5.99 no se rechaza la hipótesis nula.

## ANEXO 2. CRITERIOS PARA APLICACIÓN DE PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA.

### NIVELES

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
M	SÍ	1990	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
P	SÍ	2005	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
A	SÍ	1988	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
Z	SÍ	2010	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
T	SÍ	1999	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL

Fuente: Cálculos propios

### PRIMERA DIFERENCIA

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
DM	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DP	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DA	SÍ	1985	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
DZ	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DT	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF

Fuente: Cálculos propios

### SEGUNDA DIFERENCIA

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
D2M	SÍ	1985	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
D2P	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
D2A	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
D2Z	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
D2T	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF

Fuente: Cálculos propios

### LOGARITMOS

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
LM	SÍ	1988	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
LP	SÍ	2005	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
LA	SÍ	1989	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
LZ	SÍ	1988	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
LT	SÍ	1988	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL

Fuente: Cálculos propios

### DIFERENCIA DE LOGARITMOS

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
DLM	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DLP	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DLA	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DLZ	SÍ	2003	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
DLT	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF

Fuente: Cálculos propios

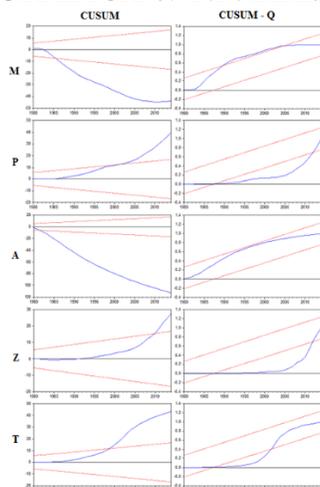
### TASAS DE CRECIMIENTO

VARIABLE	QUIEBRE	AÑO	PRUEBA
DELTAM	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DELTAP	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DELTA A	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF
DELTA Z	SÍ	2004	TEST DE RAÍZ UNITARIA CON CAMBIO ESTRUCTURAL
DELTAT	NO	N/A	TEST DE RAÍZ UNITARIA DICKEY FULLER AUMENTADO - ADF

Fuente: Cálculos propios

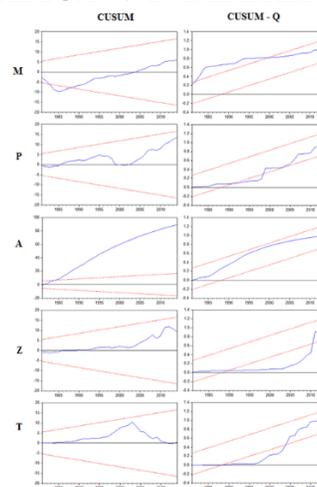
## ANEXO 3 PRUEBAS CUSUM, CUSUM – Q

**GRÁFICA 6. NIVELES:**



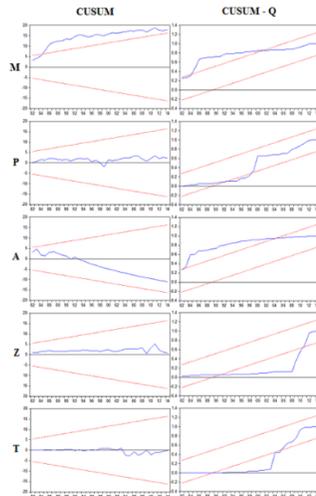
Fuente: Cálculos propios.

**GRÁFICA 7. 1º DIFERENCIA:**



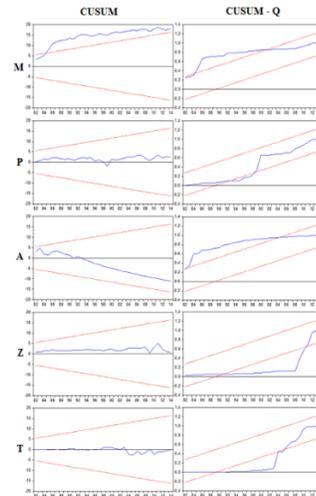
Fuente: Cálculos propios.

**GRÁFICA 8. 2° DIFERENCIA:**



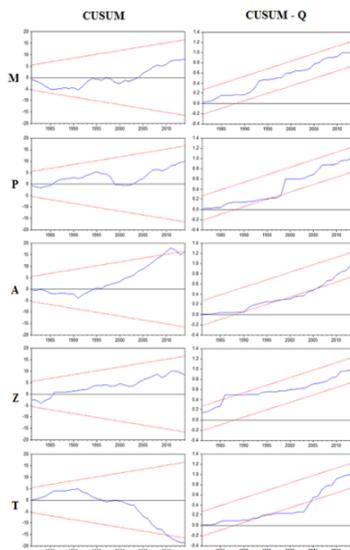
Fuente: Cálculos propios.

**GRÁFICA 9. LOGARITMOS:**



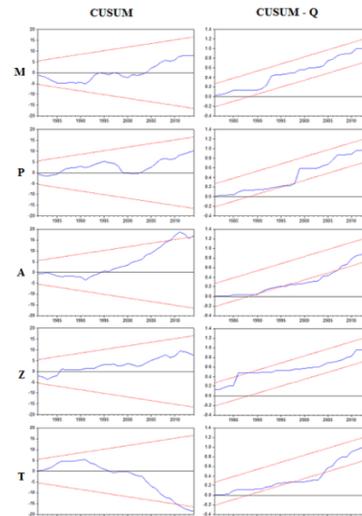
Fuente: Cálculos propios.

**GRÁFICA 10. DIFERENCIA DE LOGARITMOS:**



Fuente: Cálculos propios.

**GRÁFICA 11. TASAS DE CRECIMIENTO:**



Fuente: Cálculos propios.

## ANEXO 4. TEST DE CHOW

### CUADRO 3. NIVELES

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	1985	1685263	0.0000
Importaciones de bienes de capital	1990	2628768	0.0000
Importaciones de bienes de capital	1992	1564847	0.0004
PIB per cápita	1998	4028735	0.0000
PIB per cápita	2002	6112978	0.0000
PIB per cápita	2005	9265936	0.0000
Arancel	1988	7303149	0.0000
Arancel	1999	1084876	0.0023
Arancel	2004	5370274	0.0266
Disponibilidad de divisas	1988	9695993	0.0037
Disponibilidad de divisas	2005	1364426	0.0000
Disponibilidad de divisas	2010	7714625	0.0000
Tasa de cambio	1988	3401130	0.0000
Tasa de cambio	1999	1694269	0.0000

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 4. PRIMERA DIFERENCIA

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	1983	0.285880	0.5965
Importaciones de bienes de capital	1984	0.459642	0.5025
Importaciones de bienes de capital	1985	4411087	0.0434
PIB per cápita	1991	2169328	0.1503
PIB per cápita	1997	1911286	0.1761
PIB per cápita	1998	2148089	0.1522
Arancel	1985	1038049	0.0000
Disponibilidad de divisas	1990	2058324	0.1608
Disponibilidad de divisas	2003	6473299	0.0158
Disponibilidad de divisas	2006	3965153	0.0548
Disponibilidad de divisas	2010	2870912	0.0996
Tasa de cambio	1989	0.340757	0.5634
Tasa de cambio	1997	0.007792	0.9302
Tasa de cambio	2002	5574565	0.0243

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 5. SEGUNDA DIFERENCIA

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	1985	1521277	0.0005
Importaciones de bienes de capital	1994	0.160991	0.6909
Importaciones de bienes de capital	1997	0.543917	0.4662
PIB per cápita	1993	0.003189	0.9553
PIB per cápita	1995	0.003135	0.9557
Arancel	1984	8398348	0.0067
Arancel	1986	1855812	0.1826
Disponibilidad de divisas	1991	0.000344	0.9853
Disponibilidad de divisas	2008	0.528273	0.4726
Tasa de cambio	1989	0.002321	0.9619
Tasa de cambio	2003	0.055976	0.8145

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 6. LOGARITMOS

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	1988	3834556	0.0000
PIB per cápita	1988	3251686	0.0000
PIB per cápita	1996	5030247	0.0000
PIB per cápita	1998	4467881	0.0000
PIB per cápita	2005	7836169	0.0000
Arancel	1989	1155040	0.0000
Disponibilidad de divisas	1988	2173296	0.0000
Disponibilidad de divisas	2005	1036258	0.0000
Disponibilidad de divisas	1987	1077540	0.0000
Tasa de cambio	1988	1263171	0.0000

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 7. DIFERENCIA DE LOGARITMOS

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
PIB per cápita	1997	0.369562	0.5474
Arancel	2003	1189149	0.0016
Arancel	2009	1198450	0.2816
Arancel	2011	0.006907	0.9343
Disponibilidad de divisas	1986	5594526	0.0240
Tasa de cambio	1996	1925696	0.0001
Tasa de cambio	2003	4361763	0.0000
Tasa de cambio	2005	3235046	0.0000
Tasa de cambio	2010	6814054	0.0135

Fuente: Cálculos propios.

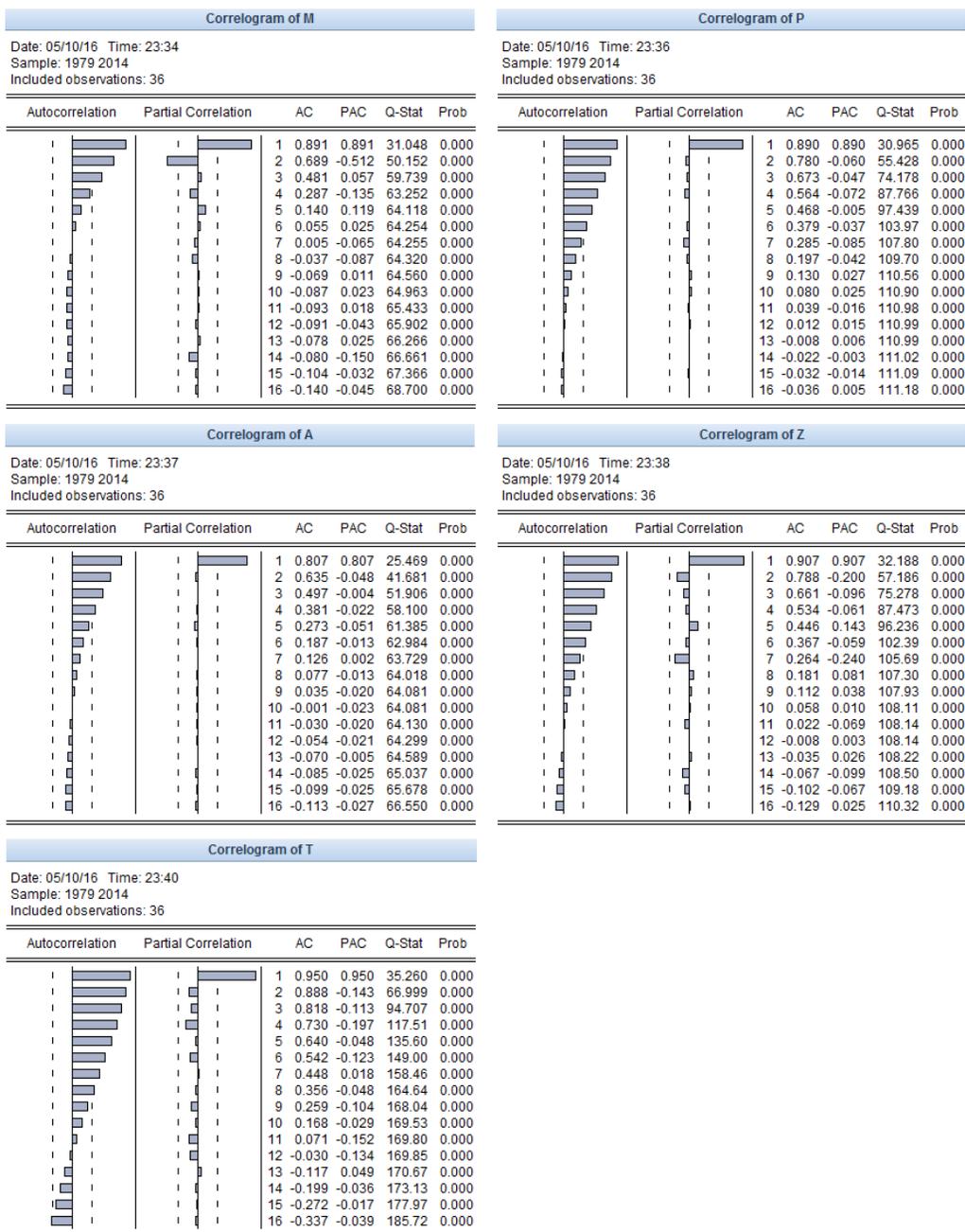
### CUADRO 8. TASAS DE CRECIMIENTO

VARIABLE	QUIEBRE	F – Statistic	Prob
Importaciones de bienes de capital	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA
PIB per cápita	1997	0.420582	0.5211
PIB per cápita	1998	0.517096	0.4771
Arancel	2009	1570012	0.2190
Arancel	2010	0.911736	0.3466
Arancel	2011	0.000366	0.9848
Disponibilidad de divisas	1986	4689404	0.0377
Tasa de cambio	2003	4007245	0.0000
Tasa de cambio	2004	4727575	0.0000
Tasa de cambio	2010	6733217	0.0140

Fuente: Cálculos propios.

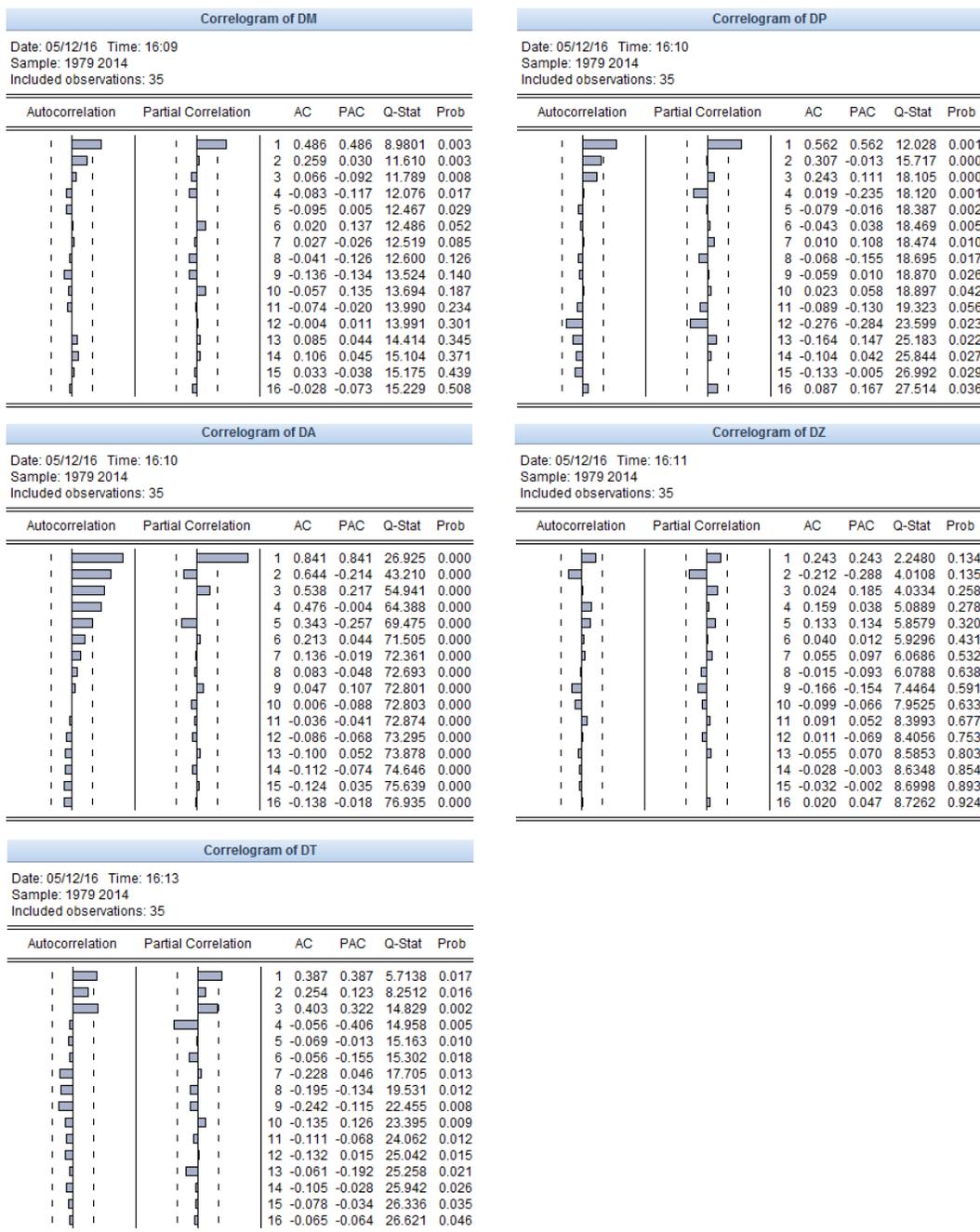
## ANEXO 5. CORRELOGRAMAS

### GRÁFICA 12. NIVELES



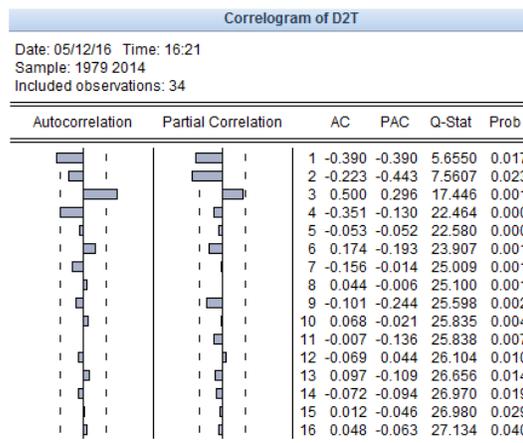
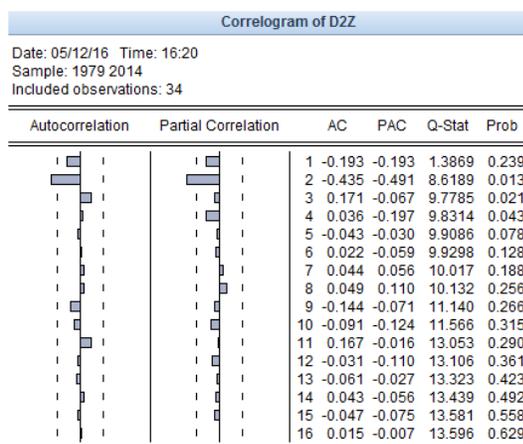
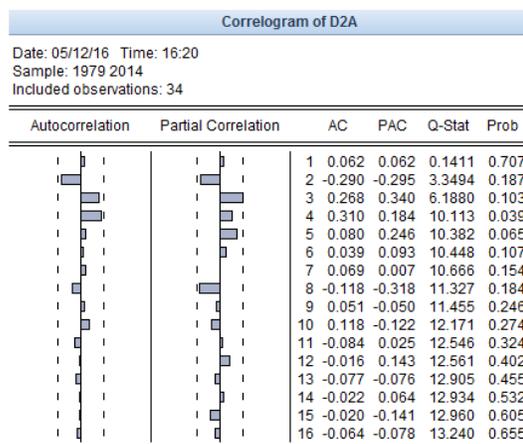
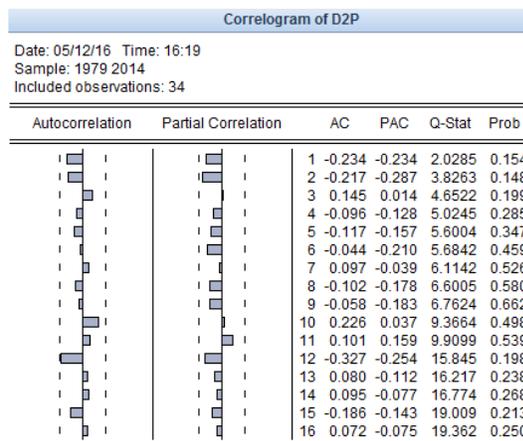
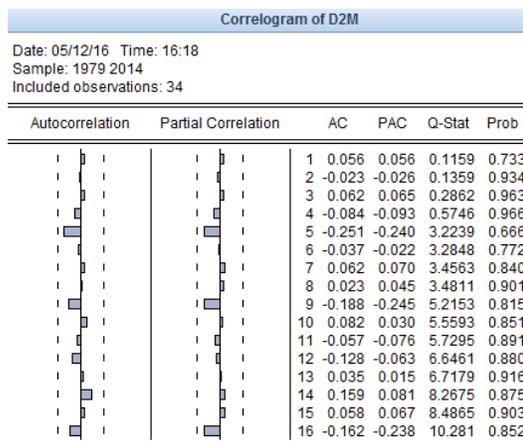
Fuente: Cálculos propios.

### GRÁFICA 13. PRIMERA DIFERENCIA



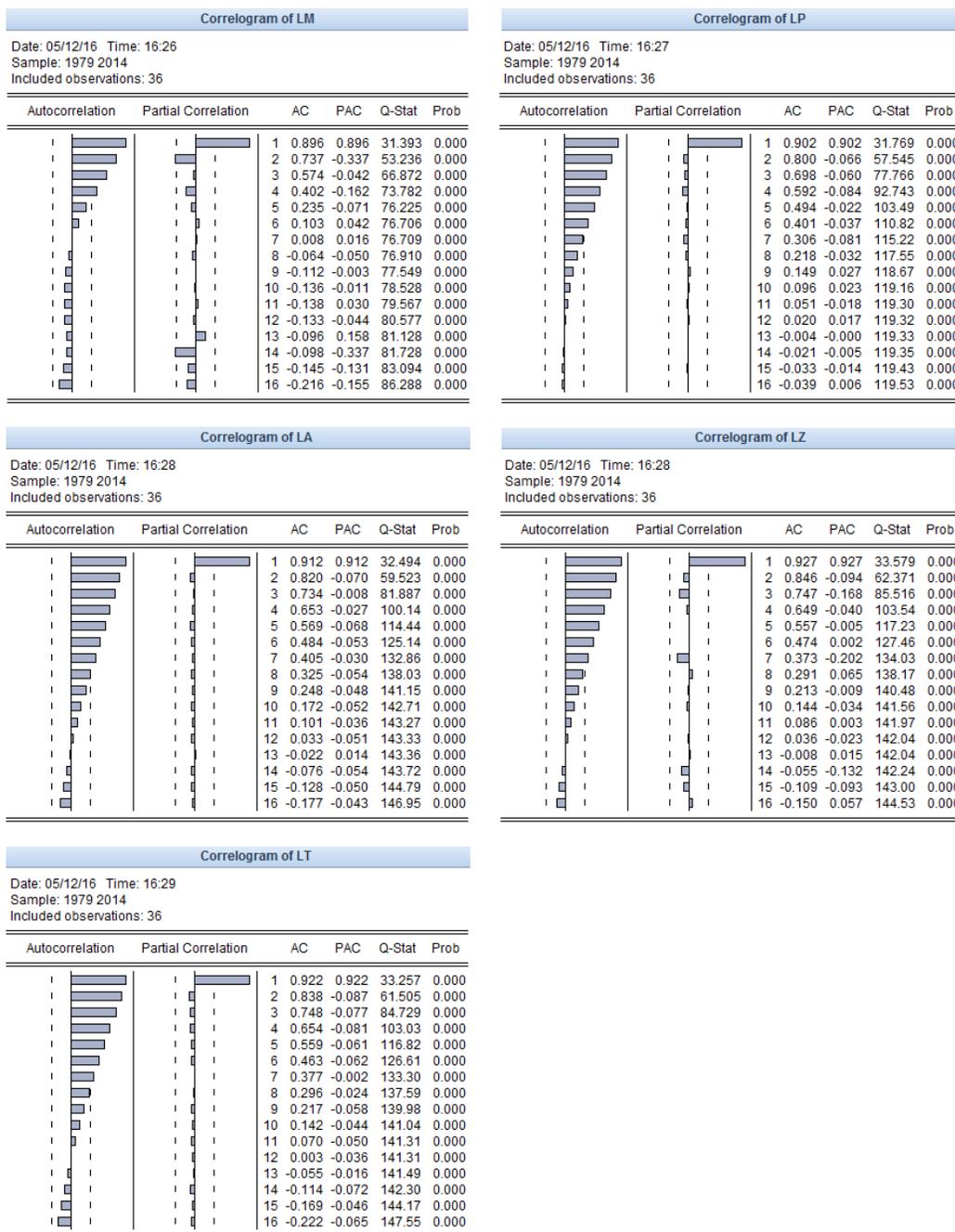
Fuente: Cálculos propios.

## GRÁFICA 14. SEGUNDA DIFERENCIA



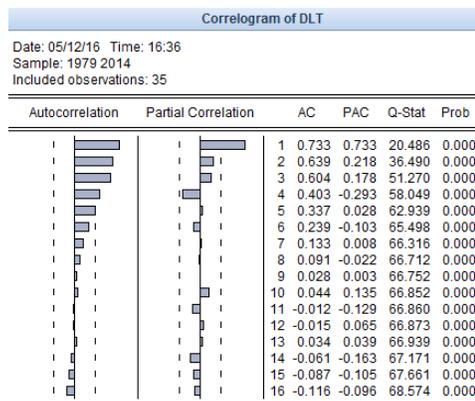
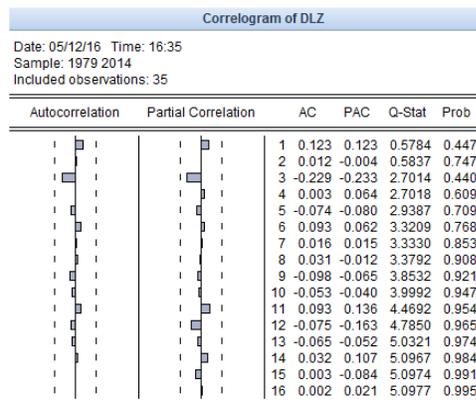
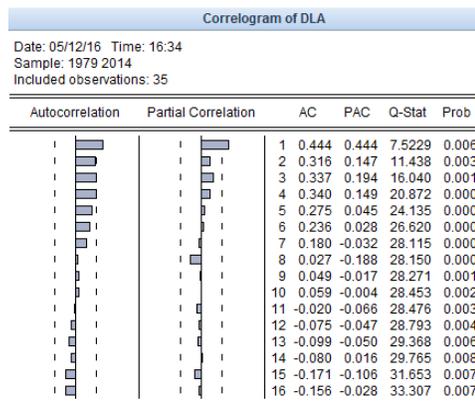
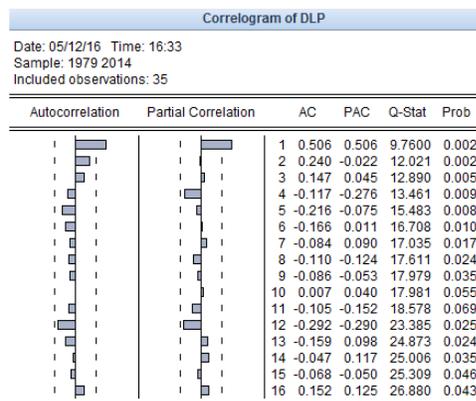
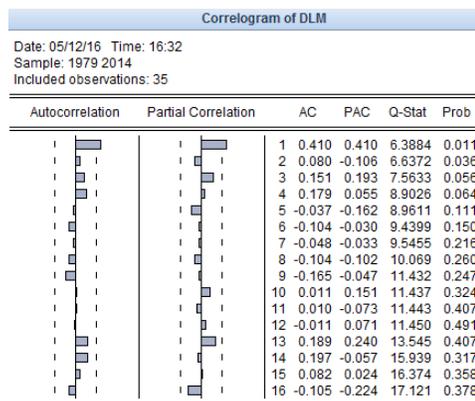
Fuente: Cálculos propios.

## GRÁFICA 15. LOGARITMOS



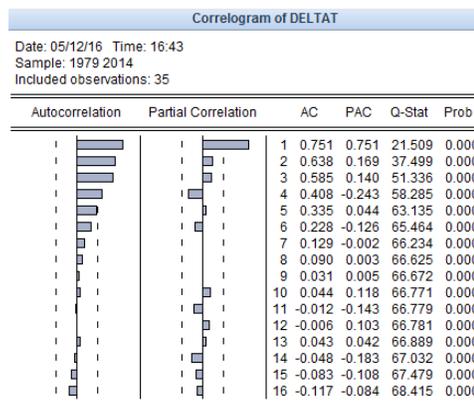
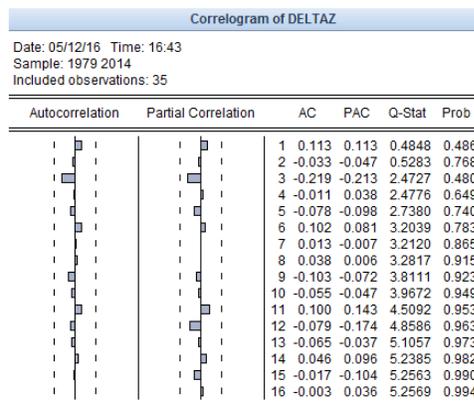
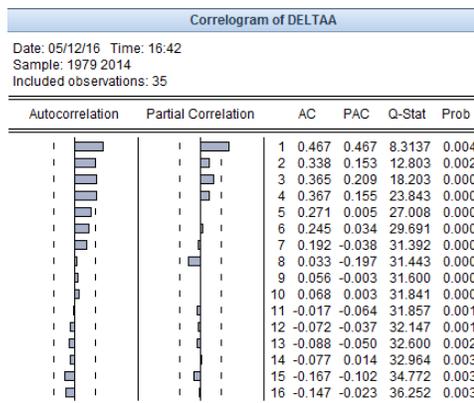
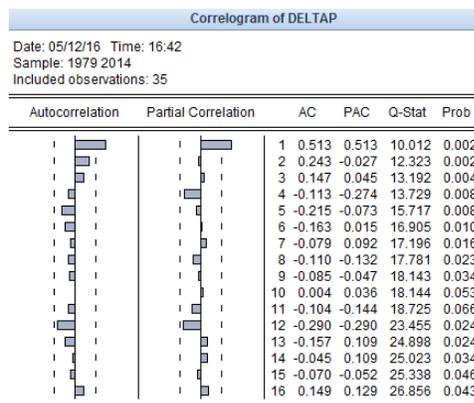
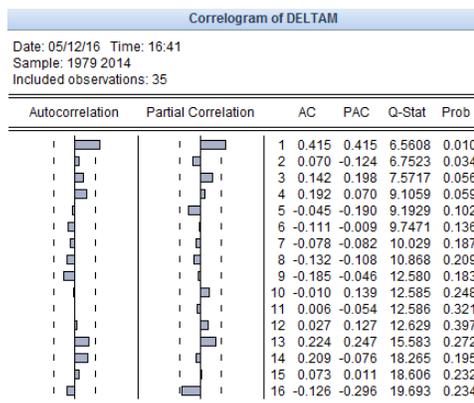
Fuente: Cálculos propios.

## GRÁFICA 16. DIFERENCIA DE LOGARITMOS



Fuente: Cálculos propios.

### GRÁFICA 17. TASAS DE CRECIMIENTO



Fuente: Cálculos propios.

## ANEXO 6. TEST DE ESTACIONARIEDAD

### CUADRO 10. NIVELES

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-5.363.958	< 0.01
PIB per cápita	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-4.688.116	0.0797
Arancel	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-8.705.243	< 0.01
Disponibilidad de divisas	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-2.935.374	0.9299
Tasa de cambio	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-4.517.197	0.1252

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 11. PRIMERA DIFERENCIA

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-4.262.735	-3.552.973	-3.209.642	-3.128.715	0.1165
PIB per cápita	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-3.467.134	0.0593
Arancel	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-1.189.000	< 0.01
Disponibilidad de divisas	-4.262.735	-3.552.973	-3.209.642	-5.525.548	0.0004
Tasa de cambio	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-3.738.389	0.0331

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 12. SEGUNDA DIFERENCIA

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-4.551.467	0.1154
PIB per cápita	-4.262.735	-3.552.973	-3.209.642	-6.988.744	0.0000
Arancel	-4.339.330	-3.587.527	-3.229.230	-3.748.931	0.0359
Disponibilidad de divisas	-4.296.729	-3.568.379	-3.218.382	-5.005.618	0.0018
Tasa de cambio	-4.273.277	-3.557.759	-3.212.361	-7.139.367	0.0000

Fuente: Cálculos propios.

### CUADRO 13. LOGARITMOS

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-2.245.854	> 0.99
PIB per cápita	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-4.281.086	0.2151
Arancel	-4.243.644	-3.544.284	-3.204.699	-1.056.445	0.9222
Disponibilidad de divisas	-4.243.644	-3.544.284	-3.204.699	-2.631.475	0.2696
Tasa de cambio	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-2.507.615	0.9832

Fuente: Cálculos propios.

#### CUADRO 14. DIFERENCIA DE LOGARITMOS

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-4.528.781	0.0051
PIB per cápita	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-3.483.684	0.0573
Arancel	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-4.497.206	0.0055
Disponibilidad de divisas	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-5.875.520	< 0.01
Tasa de cambio	-4.273.277	-3.557.759	-3.212.361	-5.669.809	0.0003

Fuente: Cálculos propios.

#### CUADRO 15. TASAS DE CRECIMIENTO

Variable	1%	5%	10%	ADF	Prob
Importaciones de bienes de capital	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-4.449.967	0.0062
PIB per cápita	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-3.464.068	0.0597
Arancel	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-4.477.486	0.0058
Disponibilidad de divisas	-5.347.598	-4.859.812	-4.607.324	-5.928.176	< 0.01
Tasa de cambio	-4.252.879	-3.548.490	-3.207.094	-3.626.144	0.0423

Fuente: Cálculos propios.

### ANEXO 7 PRUEBAS DE SUPUESTOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL

#### 7.1 ESTIMACIÓN SERIE EN PRIMERA DIFERENCIA DE LOGARITMOS CON EIEWS

Dependent Variable: DLM  
 Method: Least Squares  
 Date: 05/28/16 Time: 20:37  
 Sample (adjusted): 1980 2014  
 Included observations: 35 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.065545	0.055564	1.179632	0.2474
DLP	4.916524	1.438515	3.417777	0.0018
DLA	0.678787	0.325768	2.083654	0.0458
DLZ	-0.135311	0.245039	-0.552200	0.5849
DLT	-0.716422	0.306553	-2.337025	0.0263
R-squared	0.698647	Mean dependent var		-0.028212
Adjusted R-squared	0.658467	S.D. dependent var		0.254625
S.E. of regression	0.148805	Akaike info criterion		-0.840794
Sum squared resid	0.664289	Schwarz criterion		-0.618602
Log likelihood	19.71390	Hannan-Quinn criter.		-0.764093
F-statistic	17.38780	Durbin-Watson stat		1.665515
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Cálculos propios.

## 7.2 PRUEBAS DEL SUPUESTO DE HOMOCEDASTICIDAD

### 7.2.1 PRUEBA DE WHITE

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0.348348	Prob. F(14,20)	0.9760
Obs*R-squared	6.861408	Prob. Chi-Square(14)	0.9399
Scaled explained SS	5.342834	Prob. Chi-Square(14)	0.9804

Test Equation:

Dependent Variable: RESID<sup>2</sup>

Method: Least Squares

Date: 05/28/16 Time: 20:51

Sample: 1980 2014

Included observations: 35

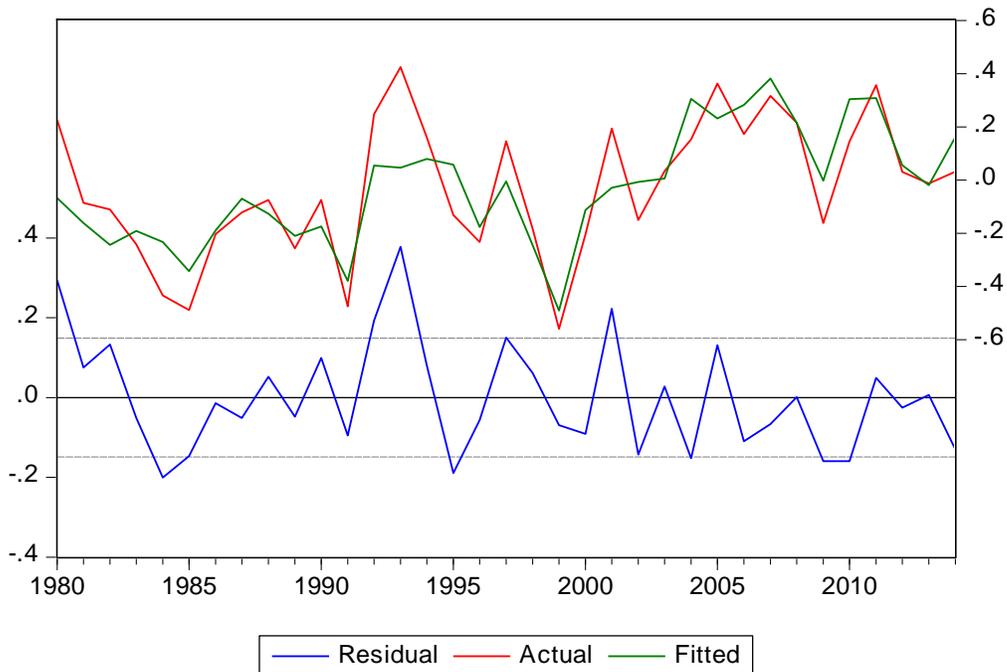
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.032038	0.035014	0.915019	0.3711
DLP <sup>2</sup>	3.754477	14.14391	0.265448	0.7934
DLP*DLA	-1.255784	8.961423	-0.140132	0.8900
DLP*DLZ	-0.894659	6.451589	-0.138673	0.8911
DLP*DLT	1.875199	8.327250	0.225188	0.8241
DLP	-0.207324	1.520531	-0.136350	0.8929
DLA <sup>2</sup>	-0.619816	0.890501	-0.696031	0.4944
DLA*DLZ	-0.736111	0.998555	-0.737177	0.4696
DLA*DLT	-1.202221	2.145171	-0.560431	0.5814
DLA	-0.040537	0.285755	-0.141860	0.8886
DLZ <sup>2</sup>	-0.141569	0.609666	-0.232208	0.8187
DLZ*DLT	-0.520707	1.006335	-0.517429	0.6105
DLZ	-0.015930	0.161976	-0.098345	0.9226
DLT <sup>2</sup>	-0.874865	1.284330	-0.681184	0.5036
DLT	-0.050491	0.272363	-0.185382	0.8548

R-squared	0.196040	Mean dependent var	0.018980
Adjusted R-squared	-0.366732	S.D. dependent var	0.028037
S.E. of regression	0.032777	Akaike info criterion	-3.700665
Sum squared resid	0.021486	Schwarz criterion	-3.034088
Log likelihood	79.76164	Hannan-Quinn criter.	-3.470563
F-statistic	0.348348	Durbin-Watson stat	1.907594
Prob(F-statistic)	0.975967		

Fuente: Cálculos propios.

### 7.3 PRUEBA DE NO AUTOCORRELACIÓN

#### 7.3.1 GRÁFICA 20. TÉRMINOS DE PERTURBACIÓN DE LA REGRESIÓN EN PRIMERAS DIFERENCIAS DE LOGARITMOS:



Fuente: Cálculos propios.

## Regresión de los residuos con tres procesos autorregresivos

Dependent Variable: RESIDDLM  
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
Date: 05/28/16 Time: 21:25  
Sample: 1980 2014  
Included observations: 35  
Convergence achieved after 6 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002144	0.025479	-0.084138	0.9336
RESIDDLP	4.730111	1.472456	3.212395	0.0035
RESIDDLA	0.705470	0.497690	1.417488	0.1682
RESIDDLZ	-0.059829	0.369706	-0.161830	0.8727
RESIDDLT	-0.614559	0.483833	-1.270188	0.2153
AR(1)	0.097465	0.201515	0.483662	0.6327
AR(2)	-0.098220	0.208385	-0.471338	0.6413
AR(3)	-0.177624	0.274264	-0.647637	0.5229
SIGMASQ	0.018086	0.006076	2.976726	0.0062
R-squared	0.712843	Mean dependent var		-2.18E-17
Adjusted R-squared	0.624488	S.D. dependent var		0.254625
S.E. of regression	0.156032	Akaike info criterion		-0.656586
Sum squared resid	0.632996	Schwarz criterion		-0.256640
Log likelihood	20.49026	Hannan-Quinn criter.		-0.518525
F-statistic	8.067870	Durbin-Watson stat		1.786680
Prob(F-statistic)	0.000020			
Inverted AR Roots	.29-.54i	.29+.54i	-.48	

Fuente: Cálculos propios.

### Regresión de los residuos con dos procesos autorregresivos

Dependent Variable: RESIDDLM  
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
Date: 05/28/16 Time: 21:27  
Sample: 1980 2014  
Included observations: 35  
Convergence achieved after 6 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000284	0.028553	-0.009950	0.9921
RESIDDLP	4.584136	1.684326	2.721644	0.0112
RESIDDLA	0.670620	0.483051	1.388301	0.1764
RESIDDLZ	-0.046012	0.361957	-0.127120	0.8998
RESIDDLT	-0.690553	0.453186	-1.523773	0.1392
AR(1)	0.128405	0.207096	0.620027	0.5404
AR(2)	-0.111864	0.193203	-0.578999	0.5674
SIGMASQ	0.018609	0.006220	2.991762	0.0059
R-squared	0.704526	Mean dependent var	-2.18E-17	
Adjusted R-squared	0.627921	S.D. dependent var	0.254625	
S.E. of regression	0.155317	Akaike info criterion	-0.687962	
Sum squared resid	0.651331	Schwarz criterion	-0.332454	
Log likelihood	20.03933	Hannan-Quinn criter.	-0.565241	
F-statistic	9.196937	Durbin-Watson stat	1.903939	
Prob(F-statistic)	0.000009			
Inverted AR Roots	.06-.33i	.06+.33i		

Fuente: Cálculos propios.

Debido a que los dos procesos autorregresivos AR(2) incluidos en la regresión de los términos de perturbación de la ecuación estimada son estadísticamente significativos no se debe aplicar el test de Durbin – Watson, el cual únicamente funciona con procesos autorregresivos de orden 1 o AR(1).

## Test de Breusch – Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.206566	Prob. F(2,28)	0.8146
Obs*R-squared	0.508907	Prob. Chi-Square(2)	0.7753

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 05/28/16 Time: 21:41

Sample: 1980 2014

Included observations: 35

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.001368	0.057950	-0.023613	0.9813
DLP	-0.117070	1.521035	-0.076967	0.9392
DLA	-0.009861	0.336571	-0.029298	0.9768
DLZ	0.051173	0.270431	0.189227	0.8513
DLT	-0.006360	0.317852	-0.020009	0.9842
RESID(-1)	0.113038	0.208674	0.541695	0.5923
RESID(-2)	-0.072015	0.198525	-0.362751	0.7195
R-squared	0.014540	Mean dependent var		1.98E-17
Adjusted R-squared	-0.196630	S.D. dependent var		0.139778
S.E. of regression	0.152904	Akaike info criterion		-0.741155
Sum squared resid	0.654630	Schwarz criterion		-0.430086
Log likelihood	19.97022	Hannan-Quinn criter.		-0.633774
F-statistic	0.068855	Durbin-Watson stat		1.872786
Prob(F-statistic)	0.998506			

Fuente: Cálculos propios.

## 7.4 PRUEBA DE NO MULTICOLINEALIDAD

```
. reg dlm dlp dla dlz dlt
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	35
Model	1.54007037	4	.385017593	F(4, 30)	=	17.39
Residual	.664289307	30	.022142977	Prob > F	=	0.0000
Total	2.20435968	34	.064834108	R-squared	=	0.6986
				Adj R-squared	=	0.6585
				Root MSE	=	.14881

dlm	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
dlp	4.916524	1.438515	3.42	0.002	1.978684 7.854364
dla	.6787869	.3257676	2.08	0.046	.0134807 1.344093
dlz	-.1353106	.2450391	-0.55	0.585	-.6357473 .3651261
dlt	-.7164221	.3065531	-2.34	0.026	-1.342487 -.0903572
_cons	.0655447	.0555637	1.18	0.247	-.0479315 .179021

Fuente: Cálculos propios.

### 7.4.1 PRUEBA VIF

```
. estat vif
```

Variable	VIF	1/VIF
dlt	2.26	0.442468
dla	1.93	0.519163
dlp	1.57	0.637006
dlz	1.35	0.739417
Mean VIF	1.78	

Fuente: Cálculos propios.

Como el factor de inflación de varianza VIF (variance inflation factor) es menor que 10 y el valor promedio de las variables explicativas es menor que 6 no hay indicios de multicolinealidad.

## 7.5 GRÁFICOS DE SERIE EN DIFERENCIA DE LOGARITMOS

