



Universidad Torcuato Di Tella

Departamento de Economía

Maestría en Economía

Macroeconomía y petróleo: Caso empírico del Ecuador
-Efectos macroeconómicos de shocks al precio del petróleo en una PEA-

Autora: M. Andrea Llerena

Tutor: Andrés Neumeyer

Junio 2016

Resumen

Los ciclos económicos que ha presentado la economía ecuatoriana en los últimos 35 años tiene características similares a las de una economía emergente, dado que presenta una inversión muy volátil, consumo e inversión pro cíclico y exportaciones netas contra cíclicas.

El objetivo de la presente investigación es replicar los hechos estilizados del Ecuador a través de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para una pequeña economía abierta exportadora de petróleo. Se busca explicar los efectos de shocks al precio de petróleo en los ciclos económicos ecuatorianos en el período 1980-2013 usando el enfoque metodológico de RBC.

El contraste de las regularidades empíricas plantea que en general los momentos reportados por el modelo son parecidos a los reportados por los datos del Ecuador. El modelo refleja las características estructurales de la economía ecuatoriana y en general de las economías emergentes respecto al consumo de los hogares, el gasto del gobierno, el ingreso total, petrolero y no petrolero.

Palabras clave: Shocks, Petróleo, RBC, Ecuador.



Contenido

1.	ANTECEDENTES	3
2.	INTRODUCCIÓN.....	4
3.	EL CICLO ECONÓMICO Y EL PRECIO DEL PETRÓLEO	5
3.1	Metodología.....	5
3.1.1	Datos	5
3.2	Hechos estilizados	6
3.2.1	Hechos estilizados del ciclo económico del Ecuador	6
3.2.2	Análisis económico de coyuntura actual.....	17
3.2.3	Breve reseña de los hechos estilizados del ciclo económico de Colombia	20
4.	MODELO PARA ESTIMAR LOS EFECTOS DE LOS SHOCKS AL PRECIO DEL PETRÓLEO ..	29
4.1	Datos.....	29
4.2	Descripción del Modelo	29
4.3	Resolución del Modelo.....	33
4.3.1	Ecuaciones que caracterizan el equilibrio.....	34
4.3.2	Estado estacionario.....	36
4.3.3	Parámetros y calibración.....	39
4.3.4	Log linealización.....	40
5.	RESULTADOS	42
5.1	Impulso respuesta.....	42
5.2	Segundos Momentos	43
6.	CONCLUSIONES.....	45
7.	APÉNDICE METODOLÓGICO: Criterio de similitud –Distancia de Mahalanobis-.....	46
7.1	Metodología.....	46
7.2	Datos y variables	47
7.3	Resultados	47
8.	REFERENCIAS.....	48
9.	ANEXOS.....	50



Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Ciclo y tendencia del PIB del Ecuador –Filtro HP- : Periodo 1980-2015.....	7
Ilustración 2 Ciclo del precio* del petróleo y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015.....	7
Ilustración 3 Tasa de crecimiento del PIB real: Periodo 1980-2015	8
Ilustración 4 Inflación: Periodo 1980-2015.....	8
Ilustración 5 Ciclo del salario real, nominal y PIB de Ecuador–Filtro HP- : Periodo 1980-2015*.....	9
Ilustración 6 Tasa de desempleo de Ecuador: Periodo* 2007-2015.....	12
Ilustración 7 Ciclo del consumo, inversión y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015	14
Ilustración 8 Ciclo del gasto del gobierno, del PIB y del precio del petróleo del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015	15
Ilustración 9 Ciclo de la balanza comercial, el tipo de cambio real y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015*.....	16
Ilustración 10 Ciclo del PIB y el precio* del petróleo–Filtro HP- : Periodo 2013 I -2015 IV.....	18
Ilustración 11 Tasa de crecimiento del PIB: Periodo 2013 I -2015 IV	18
Ilustración 12 Ciclo del tipo de cambio real y el precio del petróleo–Filtro HP- : Periodo 2013 I -2015 IV..	19
Ilustración 13 Ciclo del PIB de Colombia y el precio* del petróleo WTI–Filtro HP- : Periodo 1990-2015 ..	20
Ilustración 14 Tasa de crecimiento del PIB de Colombia: Periodo 1990-2015.....	22
Ilustración 15 Inflación de Colombia: Periodo 1990-2015	23
Ilustración 16 Tasa de desempleo de Colombia: Periodo 1990-2015	24
Ilustración 17 Salario mínimo nominal, real y PIB de Colombia–Filtro HP- : Periodo 1990-2015	25
Ilustración 18 Ciclo del consumo y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015	26
Ilustración 19 Ciclo de la inversión y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015	26
Ilustración 20 Ciclo del gasto del gobierno y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015	27
Ilustración 21 Ciclo de la balanza comercial y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015	27
Ilustración 22 Ciclo del tipo de cambio real, nominal y PIB –Filtro HP- : Periodo 1990-2015	28
Ilustración 23 Impulso Respuesta a un shock al precio del petróleo	42
Ilustración 24 Ciclo del ingreso, gasto y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2013	44
Ilustración 25 Tendencia y ciclo del PIB–Filtro HP- : Periodo 2013 I -2015 IV.....	50

Índice de tablas

Tabla 1 Estadísticos descriptivos para el periodo 1980-2015 con el filtro HP	14
Tabla 2 Estadísticos descriptivos para el periodo 1990-2015 con el filtro HP	25
Tabla 3 Resumen de parámetros del modelo	40
Tabla 4 Contraste empírico.....	43
Tabla 5 Variables del modelo: Metodología de Uhlig.....	56

Índice de anexos

Anexo 9. 1 Tendencia de las series del PIB trimestral de Colombia y Ecuador.....	50
Anexo 9. 2 Desarrollo de la Log linealización del modelo	50
Anexo 9. 3 Determinación de las variables del modelo con base en la metodología de Uhlig	56
Anexo 9. 4 Matrices del modelo: Metodología de Uhlig.....	57



LOS EFECTOS MACROECONÓMICOS DE SHOCKS AL PRECIO DEL PETRÓLEO EN UNA PEQUEÑA ECONOMÍA ABIERTA EXPORTADORA DE PETRÓLEO

1. ANTECEDENTES

El Ecuador es un país que está ubicado en el noroccidente de América del Sur, tiene un área de 283561 km² y es reconocido por su diversidad cultural, su fauna, su flora y sus minerales. La moneda oficial es el Dólar de los Estados Unidos, el mismo que fue acogido a partir de la crisis económica del 1999; previo a esto la moneda oficial era el Sucre.

El Ecuador se caracteriza por ser un país exportador, principalmente de productos del sector primario. En el periodo de 1980-2013, las exportaciones petroleras tuvieron una participación del 52% sobre las exportaciones totales, mientras que las exportaciones no tradicionales reflejaron un peso de un 21% y las no petroleras del 27%, es decir, presentaron una participación conjuntamente del 48%; cabe destacar que las exportaciones no petroleras están conformadas por banano y plátano que representaron un 13%, camarón un 7%, cacao y elaborados un 3%, café y elaborados un 2%, atún y pescado el 1% sobre las exportaciones totales. El Ecuador es un país exportador de petróleo, por lo cual los ingresos provenientes de esta actividad se convierten en una de las principales fuentes de ingreso del gobierno central al representar el 36% de los ingresos totales.

Ser un país beneficiado con dotación de recursos petroleros ha contribuido al desarrollo y crecimiento del país; sin embargo, a lo largo de los últimos años los efectos de shocks exógenos al precio del petróleo han afectado a la economía del Ecuador, “El petróleo incide directamente en la economía ecuatoriana y lo hace de modo particular en la economía estatal, a la que viene inyectando considerables sumas de dinero, máxime cuando el precio internacional en el mercado mundial está alto” (El comercio, 2011).

Los shocks al precio del petróleo se han introducido en la economía ecuatoriana por los ingresos petroleros, y por ende han afectado directamente al presupuesto general del estado. En este sentido, un shock negativo al precio del petróleo genera una reducción de los ingresos, lo que impacta negativamente en el presupuesto general del estado afectando a los gastos de inversión¹, los mismos que son un pilar fundamental para un mejor desarrollo del país mediante la ejecución de obras, y proyectos a nivel nacional; por otro lado, pudiera afectar el gasto recurrente dentro del sector público.

El país atraviesa una recesión económica desde mediados del año anterior y en el segundo semestre del 2015 el Ministro de finanzas, mediante un comunicado, confirmó un recorte en el presupuesto a causa del bajo precio del petróleo. “Se ha procedido a recortar el Presupuesto General del Estado (PGE) de este año 2015 en USD 1 420 millones, considerando la reducción del precio del crudo” (...) se explicó que “dada la fuerte baja del precio del petróleo en el mercado internacional se tomó la decisión de orden fiscal de recortar USD 839.8 millones en gastos de inversión y USD 580 millones en gasto corriente (salarios, bienes y servicios)” (El comercio, 2015). Es importante resaltar que este tipo de decisiones se ha repetido históricamente a lo largo de las crisis que ha atravesado el país, y lo más probable es que los efectos de la actual crisis que vive el Ecuador se verán reflejados principalmente en el 2016, sin embargo el presente estudio presenta datos hasta 2015².

Con base en lo anterior y considerando el código de planificación y finanzas públicas, el ingreso petrolero representa uno de los rubros más importantes de los ingresos no permanentes del presupuesto, por lo cual, el tener que hacer ajustes en el Presupuesto General del Estado demuestra que el petróleo es fundamental para

¹ En la Constitución del Ecuador se menciona que no se puede financiar gasto corriente con el ingreso petrolero.

² Los datos anuales publicados por el Banco Central del Ecuador –BCE- son hasta 2013; los años 2014 y 2015 incluidos en el estudio fueron obtenidos de las publicaciones trimestrales del BCE.



la planificación fiscal “La estabilidad económica y social es determinante en los precios del crudo a nivel mundial” (Asociación de la industria Hidrocarburífera del Ecuador, 2012). Esto sin duda genera la necesidad de analizar como los shocks al precio del petróleo han afectado y afectan a la economía ecuatoriana.

Finalmente, dada esta coyuntura de los últimos años con bajos precios de petróleo, nace la necesidad de analizar y comprar ciertos comportamientos de la economía ecuatoriana respecto con otra economía emergente de Latinoamérica, por lo cual se introduce a este análisis de hechos estilizados a Colombia.

2. INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia del petróleo en el Ecuador, en este trabajo se desarrolla un modelo de equilibrio general del tipo RBC, para una economía abierta y eminentemente petrolera que permitirá estudiar los efectos dinámicos de los shocks exógenos al precio del petróleo en las principales variables de la economía, principalmente en: el consumo de los hogares, el gasto el gobierno, el ingreso total, petrolero y no petrolero.

Este tipo de estudios ya han sido analizados en la literatura en los últimos años, modelar la economía con shocks al precio del petróleo, ha sido abarcado por varios autores que han usado metodologías de equilibrio general y modelos VAR. Entre las principales investigaciones están: *Oil shocks and the Business Cycle in Europe* (De Miguel, Manzano, & Martín - Moreno, 2005), *Modelling Iran's Business Cycles based on oil price shocks* (Mirzaei, 2005), *Effects of oil price shocks on German business cycles* (Schmidt & Zimmermann, 2005), *International business cycles and oil market dynamics* (Anders Thorsrud, 2014), *The Value of Fiscal Discipline for Oil-Exporting Countries* (Pieschacón, 2011), *Government Investment and the Business Cycle in Oil-Exporting Countries* (Guerra-Salas, 2014)

El documento tiene la siguiente estructura: en la sección 3 se presenta el análisis del ciclo económico y el precio del petróleo, esta se compone de dos subsecciones, la 3.1 que se describe la metodología y los datos usados, y la sección 3.2 en la que se detallan los hechos estilizados. Por su parte, esta última se subdivide en tres secciones, inicialmente en la sección 3.2.1 se presenta el análisis de los hechos estilizados de la economía ecuatoriana, en la cual se analizan las regularidades empíricas de las principales variables macroeconómicas; seguidamente, en la sección 3.2.2 se detalla el análisis económico de coyuntura actual donde se compara ciertos indicadores entre Colombia y Ecuador, y finalmente en la sección 3.2.3 se presenta una breve reseña de los hechos estilizados del ciclo económico de Colombia.

Posteriormente, en la sección 4 se desarrolla el modelo para estimar los efectos de los shocks al precio del petróleo, esto mediante un modelo de equilibrio general del tipo RBC, para una pequeña economía abierta petrolera. En este numeral se presentan tres subsecciones, la 4.1 con el detalle de los datos usados, la sección 4.2 con la descripción del modelo teórico y la 4.3 con la resolución del mismo; dentro de esta subsección se presentan las ecuaciones que caracterizan el equilibrio, el estado estacionario, los parámetros, su calibración y la loglinealización del modelo. Consecutivamente, en la sección 5 se incluyen los resultados divididos en dos subsecciones, la 5.1 con las funciones impulso respuesta y la 5.2 con el análisis de los segundos momentos.

Seguidamente en la sección 6 están las conclusiones de la investigación y en la sección 7 se presenta un apéndice metodológico que detalla el análisis multivariado del criterio de similitud (distancia de Mahalanobis) entre Ecuador y Colombia. Finalmente en la sección 8 se encuentran las referencias del estudio y en la 9 se incluyen los anexos.



3. EL CICLO ECONÓMICO Y EL PRECIO DEL PETRÓLEO

En la actual sección se desarrolla un análisis de los ciclos económicos y la relación que hay con el precio del petróleo. Para esto, inicialmente en la sección 3.1 se describe la metodología, en la cual se detalla los datos usados y sus fuentes. Posteriormente en la sección 3.2 se realiza un análisis de los hechos estilizados de la economía ecuatoriana y colombiana, en este sentido la subsección 3.2.1 presenta los hechos estilizados del ciclo económico del Ecuador y se analiza de manera exhaustiva a la economía ecuatoriana en el periodo 1980-2015, por otro lado, y considerando que en los últimos años, 2013-2015, el precio del petróleo ha ido a la baja, en la subsección 3.2.2 se desarrolla un análisis económico de coyuntura actual en la cual con datos trimestrales del periodo 2013-2015 se compara la dinámica de ciertas variables macroeconómicas de Ecuador y Colombia. Finalmente, en la subsección 3.2.3 se realiza una breve reseña de los hechos estilizados del ciclo económico de Colombia en el periodo 1990-2015.

3.1 Metodología

Para el análisis se toman en cuenta las series de tiempo de las variables macroeconómicas del Ecuador y Colombia, las mismas que son descompuestas en su tendencia y ciclo, lo que conforma el componente de largo plazo y las fluctuaciones alrededor de la tendencia de la serie.

El filtro a usar para obtener la tendencia de las series de tiempo, será el que comúnmente se utiliza en la literatura, el filtro Hodrick-Prescott. Y al ciclo se lo calcula de la diferencia entre el logaritmo de la serie y de la tendencia, el mismo que es conocido como la desviación porcentual de la serie respecto a su tendencia.

Adicionalmente, para describir las propiedades de las fluctuaciones económicas de ambos países se usarán criterios estadísticos descriptivos en relación a los tres aspectos del comportamiento cíclico de las series.

- i) La volatilidad de las fluctuaciones, medida por la desviación estándar de cada serie. Es decir el desvío estándar del porcentaje en el que el componente cíclico de la variable se desvía del componente de crecimiento.
- ii) La volatilidad relativa, que es la razón de la desviación estándar de cada serie y el producto de la misma.
- iii) La correlación contemporánea, que es el grado y dirección de movimiento con el producto real.

3.1.1 Datos

Para el análisis de los hechos estilizados del Ecuador, los datos usados son las series anuales de cuentas nacionales de Ecuador, en dólares constantes del 2007, comprendidos en el periodo 1980-2015.

Adicionalmente en la sección de coyuntura económica donde se analizan los últimos tres años en el cual ha existido un bajo precio de petróleo, se utiliza la información trimestral de ambos países (periodo 2013I-2015IV) para el Ecuador en dólares constantes del 2007 y para Colombia en pesos constantes del 2005.

Por otro lado, para el análisis de los ciclos económicos de Colombia se usa la información anual de cuentas nacionales del periodo 1990-2015. Cabe mencionar que en el análisis de la economía colombiana se divide a toda la información en dos periodos (1990-2000 y 2000-2015) dado que el primer periodo se encuentra con año base 1994 y el segundo con año base 2005. Acorde a lo señalado por el Banco de la República esta información no es directamente comparable³ (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2010).

³ El Banco de la República se encuentra en proceso de generar series con metodologías de retropolación para el periodo 1990-2000 con año base 2005.



Las variables macroeconómicas seleccionadas para el análisis son: PIB, consumo de los hogares, inversión, gasto del gobierno, tipo de cambio real, precio del petróleo, balanza comercial, salario real, tipo de cambio nominal, tasa de desempleo, salario nominal, tasa de crecimiento del PIB e inflación.

La fuente oficial de los datos citados de Ecuador a lo largo del trabajo son los presentados por el Banco Central del Ecuador –BCE- y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos –INEC-. Mientras que para el caso de Colombia, los datos usados son de la fuente oficial del Banco de la República –Banco Central de Colombia-.

3.2 Hechos estilizados

En la presente sección, inicialmente, se presenta un conjunto de hechos estilizados del ciclo económico en Ecuador. Se evidencian las volatilidades del componente cíclico de las diferentes variables macroeconómicas, así como los co-movimientos con el componente cíclico del PIB real. En este sentido, la economía ecuatoriana tiene características similares a las de una típica economía emergente, dado que presenta una inversión muy volátil, consumo e inversión pro cíclico y exportaciones netas contra cíclicas (Neumeyer & Perri) (Uribe & Schmitt-Grohé, 2014).

Adicionalmente, considerando las actuales fluctuaciones del precio del petróleo, también se desarrolla un análisis trimestral de coyuntura donde se compara el comportamiento de las principales variables de la economía ecuatoriana y colombiana. Es claro que la relación y la dependencia al petróleo en ambas economías es distinta por lo cual los efectos causados por shocks a su precio en el Ecuador son más fuertes.

Finalmente, se presenta una breve reseña de los ciclos económicos de Colombia, la misma que también presenta las características de una economía emergente.

3.2.1 Hechos estilizados del ciclo económico del Ecuador

A continuación se desarrolla una reseña histórica del Ecuador⁴ en el periodo de estudio y se analiza la información de las series temporales. De este modo, se presentan los gráficos del comportamiento del ciclo de las variables macroeconómicas de interés.

De manera general, en el Ecuador se observa que, en el periodo de análisis, la inversión representa el 22% del PIB, y el consumo de los hogares el 64%. Por otro lado, el gasto del gobierno equivale el 13% del PIB.

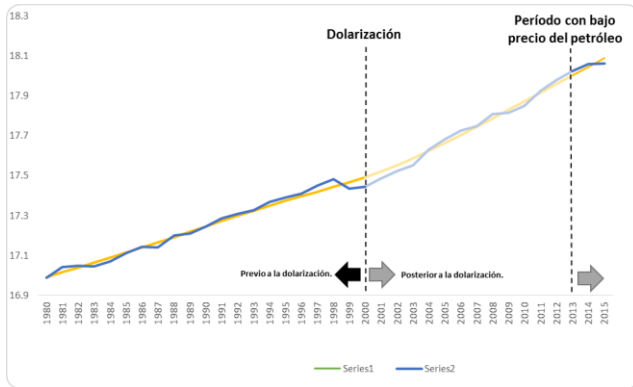
En la siguiente ilustración se observa la serie del PIB real del Ecuador en el periodo de 1980-2015. En el primer panel se identifica la tendencia de la serie, mientras que en el segundo se observa el ciclo de la misma.

⁴ Se consideró el trabajo desarrollado por Mercy Orellana “Hechos estilizados del ciclo económico de Ecuador: 1990-2009” que usa año base 2000. Sin embargo, a diferencia de este, los hechos estilizados presentados en la actual investigación consideran el periodo 1980-2015 y todos los datos son tomados de las nuevas publicaciones del BCE con año base 2007.

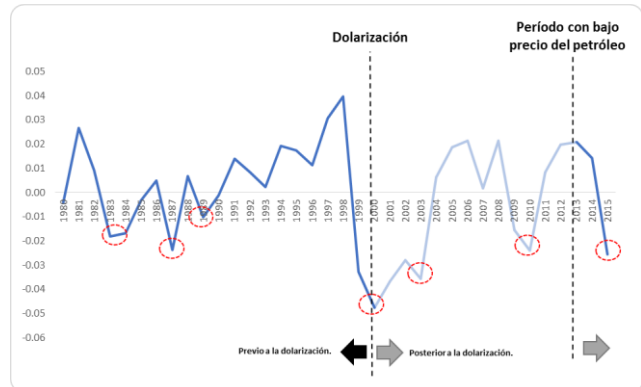


Ilustración 1 Ciclo y tendencia del PIB del Ecuador –Filtro HP- : Periodo 1980-2015

Panel A: Logaritmo del PIB y su tendencia



Panel B: Ciclo del PIB



El ciclo del PIB real es la azul y la tendencia la línea amarilla.

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-

Elaboración: Propia

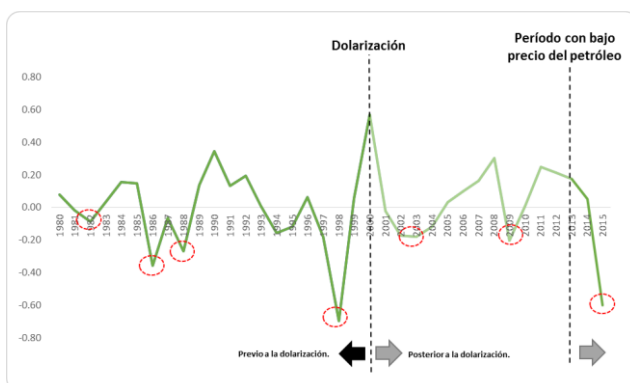
En el panel A, se observa que la tendencia es creciente y a partir de la dolarización, el crecimiento es más acelerado, note que el cambio de la pendiente antes y después de dolarizar es considerable.

Asimismo, cuando se analiza el ciclo del PIB real, en el panel B, se identifica que han existido crisis que golpearon fuertemente a la economía ecuatoriana, la primera del periodo se dio en 1983, la segunda en 1987, la tercera y más fuerte inició en 1999 llegando a su valor más crítico en el 2000 causando el proceso de dolarización de la economía. Posteriormente, hubo una caída del PIB real en el 2003, otra en el 2010 y la actual crisis en el 2015.

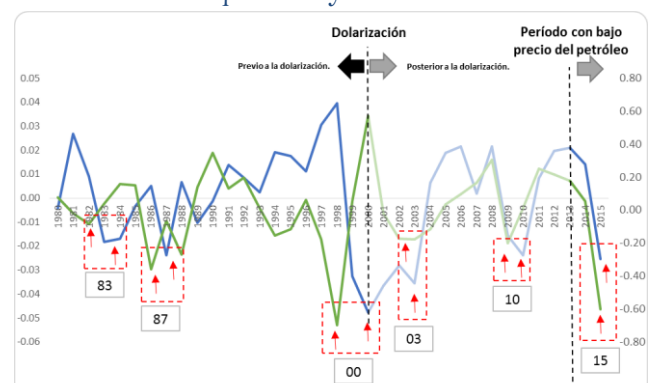
Para una mejor comprensión del ciclo económico ecuatoriano, a continuación se presenta una reseña histórica de las crisis del Ecuador y para percibir la relevancia del petróleo en la economía ecuatoriana, a continuación se complementa la información con el análisis del ciclo del precio del petróleo.

Ilustración 2 Ciclo del precio* del petróleo y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015

Panel A: Ciclo del precio del petróleo



Panel B: Comparación del ciclo del precio del petróleo y del PIB



*Precio deflactado con el deflactor del PIB de Ecuador del año base.

El ciclo del precio del petróleo es la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-

Elaboración: Propia



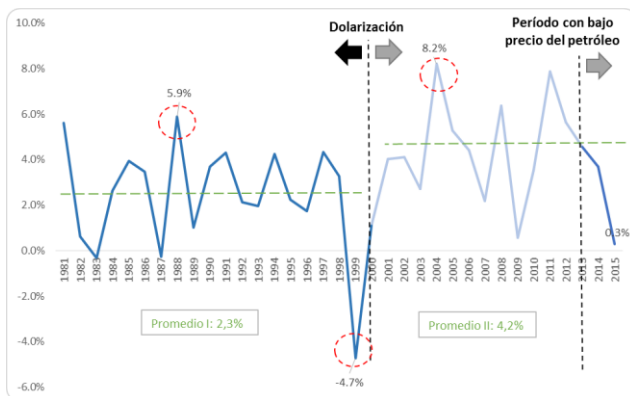
En la ilustración 2, en el panel A, note que el ciclo del precio del petróleo ecuatoriano ha tenido variaciones importantes desde 1980, se identifican siete drásticas caídas que impactaron, en su momento, a la económica ecuatoriana. La de 1982, seguida de la caída en 1986 y 1989, la caída del precio del petróleo en 1998 que intensificó la crisis económica del 2000 y después de la dolarización se dio la caída del precio en el 2002, 2009 y la actual caída que va desde el 2014.

Con relación a lo analizado en la ilustración 1, se observa cierta relación en la dinámica del ciclo del precio del petróleo y del PIB; de este modo, en el panel B de la ilustración 2 se comparan los dos ciclos. Las crisis (caída del PIB real) identificadas previamente (1983, 1987, 1999/2000, 2003, 2010 y 2014) se relacionan con las principales caídas del precio del petróleo (1982, 1986, 1998, 2002, 2009 y 2015), y estas se presentan aproximadamente un año previo a cada crisis.

Cabe mencionar que actualmente el Ecuador se encuentra en una desaceleración económica, esto empezó aproximadamente desde el segundo semestre del 2015⁵, periodo en el que los precios del petróleo han bajado considerablemente a nivel mundial, los primeros impactos ya se han visto traducidos en recortes presupuestarios, con lo cual, sería importante analizar qué pasará con el PIB real en este y el próximo año (2016 y 2017). “Se ha procedido a recortar el Presupuesto General del Estado (PGE) de este año 2015 (...) considerando la reducción del precio del crudo” (El comercio, 2015).

Por otro lado, como se observa en la ilustración 3, durante los últimos 36 años el PIB ecuatoriano ha crecido a una tasa promedio de 3.1%, y ha presentado amplias fluctuaciones año a año, con un 8.2% en 2004 y -4,7% en 1999.

Ilustración 3 Tasa de crecimiento del PIB real: Periodo 1980-2015

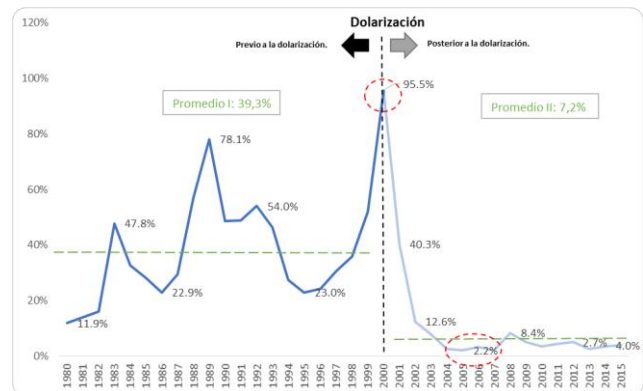


Promedio I: 1980-2000
Promedio II: 2001-2015

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-

Elaboración: Propia

Ilustración 4 Inflación: Periodo 1980-2015



Adicionalmente, en el periodo de 1980-2000 la tasa de crecimiento promedio era de 2.3% mientras que en el periodo posterior a la dolarización esta tasa se incrementó considerablemente llegando al 4.2%, es decir 1.9 puntos porcentuales más. La tasa de crecimiento del PIB más alta en el periodo previo a la dolarización fue de 5.9% en 1988, mientras que en el periodo posterior esta llegó a 8.2% en el 2004. Note que en el 2015 la tasa de crecimiento fue de 0.3% (ver ilustración 3).

⁵ El Banco Central del Ecuador –BCE- solo ha publicado los datos anuales de cuentas nacionales hasta 2013, los datos presentados 2014-2015 fueron obtenidos de las publicaciones trimestrales del BCE.



En los últimos 15 años después de la adopción de la dolarización, Ecuador ha evidenciado una notable reducción en la inflación (ver ilustración 4), desde una tasa de 95.5% en el 2000, a una tasa del 2.2% en 2005, lo cual implica que la contribución de las fluctuaciones nominales y reales han jugado un rol importante durante este período. El promedio de la inflación en el periodo de análisis es del 27.2%

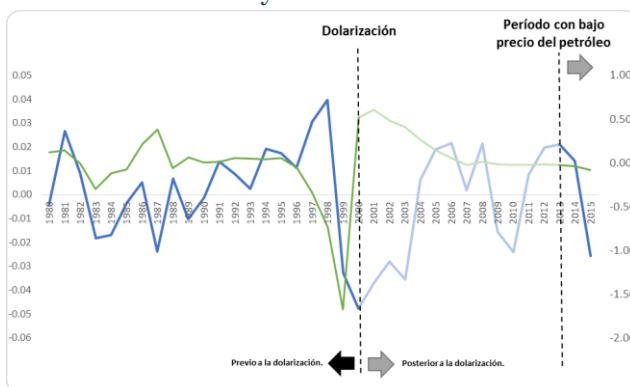
Considerando los dos periodos, el promedio de la inflación en el periodo posterior a la dolarización es de 7.2%, mientras que antes del 2000 fue de 39.3%, es decir 32.1 puntos porcentuales más. Cabe mencionar que en los últimos 13 años se ha mantenido una inflación menor a dos cifras, con un promedio de 4.3%. Esto refleja que la dolarización estabilizó la inflación ya que los anteriores gobiernos tenían la capacidad de devaluar la moneda, cosa que no es posible en un entorno dolarizado.

Por otro lado, se analiza la dinámica del salario en el Ecuador. Rivero y López (1989) caracterizan el sector laboral formal como un mercado con salarios rígidos debido a la imposición de regulaciones como por ejemplo el salario mínimo, y las indexaciones del mismo. Por otro lado, el sector informal es considerado como un mercado con menores niveles de salario pero con flexibilidad. Con relación a esto, para este estudio se consideró la serie del salario mínimo, por lo cual se trabaja bajo el paraguas teórico de salarios rígidos.

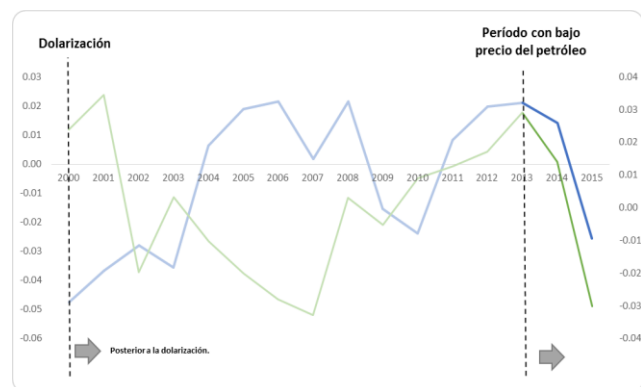
En esta economía el salario nominal tuvo su mayor descenso en la crisis de 1999, como se observa en el panel A de la ilustración 5; además, en la crisis de 1983 también se presenciaron efectos negativos que afectaron a este, sin embargo, note que las demás crisis económicas que atravesó el país, antes y después de la dolarización, no generaron fuertes impactos en esta variable, y esto como se mencionó previamente se puede asociar a la rigidez existente, dada esta dinámica se la caracteriza como una variable contra cíclica (ver tabla 1). Con relación al salario real (ver ilustración 5, panel B), note que el comportamiento en el periodo de bajo precio del petróleo presenta una alta relación con el PIB, donde ambos caen, previo al 2013 se observa un efecto contra cíclico del salario y el PIB; esto es usual dentro del análisis de los ciclos económicos de un país.

Ilustración 5 Ciclo del salario real, nominal y PIB de Ecuador–Filtro HP- : Periodo 1980–2015*

Panel A: Comparación del ciclo del salario nominal y del PIB



Panel B: Comparación del ciclo del salario real y del PIB



*El BCE generó la serie del salario nominal en dólares, previo a la dolarización, usando el tipo de cambio nominal del periodo. Sin embargo, al deflactar esta serie con el IPC con año base 2007 se encuentran valores inconsistentes en la serie por lo cual se usa solo los datos desde el 2000.

Los ciclos del salario real y nominal son la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Propia

Continuando con los hechos estilizados de la economía, a continuación, se presenta un análisis de las crisis que afectaron al Ecuador durante el periodo de análisis.



Acorde a lo identificado previamente, una de las **crisis** que afectó a la economía ecuatoriana fue la de los años de **1982-1983**. A continuación se presenta el análisis histórico y económico de esa época, lo mismo que hará comprender la **importancia del precio del petróleo en el Ecuador**.

Los años ochenta se inician con dos cambios importantes de orden político y económico, el primero, el retorno en 1979 al régimen democrático y, el segundo, el agravamiento de los desequilibrios económicos que venían acumulándose desde la década anterior (Fernández, 1994). El estado ecuatoriano a inicios de los ochenta, después del boom petrolero y cacaotero, empieza a generar condiciones que favorecen la aparición de varias crisis en el tiempo. Cambios que han definido la historia dentro del sistema económico del país.

Para el año 1982 el Ecuador retoma el apoyo del FMI, decisión que luego de varios años provoca una inestabilidad estatal en Sudamérica, ya que los medios internacionales desfavorecían el comercio y las exportaciones (Acosta, 2006). Adicionalmente, un agravante en estos años fue el **bajo precio del petróleo**, en este sentido se evidencia que desde los 80 la dependencia a los ingresos petroleros era sumamente importante para el país, y con esto se reforzaba la estrecha relación entre la estabilidad económica y el precio del petróleo. “En marzo de 1983. Por primera vez la OPEP redujo oficialmente en 5 dólares el valor del crudo marcado. Ese fue un período crítico. Desde entonces el precio del crudo mantuvo una tendencia descendente, hasta precipitarse vertiginosamente a menos de 9 dólares por barril en julio de 1986” (Acosta, 2006). De acuerdo a esto, los precios del petróleo se debilitaron internacionalmente afectando a los pequeños países exportadores del petróleo como el Ecuador. Asimismo, en 1983 el Ecuador fue afectado por el fenómeno del niño que repercutió directamente en los procesos productivos y cultivos agrícolas de las regiones costeras, evidenciándose una sensible disminución en la generación de riquezas para el país.

Al transcurrir un año, la inflación pasó de 14% en 1981 a un 48% para 1983. Mientras que la caída de las reservas internacionales, acompañado de un déficit de cuenta corriente demostraba la vulnerabilidad de la economía para enfrentar shocks externos. El Gobierno se centró en disminuir el déficit fiscal con una política cambiaria más flexible, específicamente el sistema de cambio de mini devaluaciones; para 1983 el sucre se había devaluado en un 80% respecto a 1981, convirtiéndose ésta en una de las principales políticas estabilizadoras del país; tratando de evitar la salida de divisas y fomentando el ingreso de capitales.

Se trató que las nuevas políticas a nivel mundial no afectaran de manera trascendental a la economía local y evitar una repercusión mayor en el país, sin embargo, la crisis en el Ecuador ya estaba presente y el fin de una bonanza petrolera se veía venir. “La sociedad no tenía conciencia del problema que se avecinaba, mientras todavía mantenía las expectativas de la época petrolera.” (Acosta, 2006)

Por otro lado, acorde a la ilustración 1, panel B, otra **crisis** importante para la economía ecuatoriana fue la de **1987**. La economía fue golpeada por un **shock negativo al precio del petróleo**. Después de la continua caída el precio llegó uno de los valores más bajos en 1986 (ver ilustración 2, panel A), esto trajo endeudamientos para el país a nivel internacional; del mismo modo, provocó una disminución del 36% de las exportaciones petroleras, demostrando la crisis que vivía el sector externo, esto a su vez generó una disminución de las reservas internacionales de 177% (saldo negativo) respecto a 1985.

A consecuencia de la caída en precios del petróleo; se ralentiza el auge que venían teniendo las exportaciones “el cambio en la estrategia de desarrollo hacia un modelo de ajuste estructural y promoción de exportaciones, el ingreso por habitante entra en una fase de estancamiento, agravado por varias crisis en 1983, 1987” (Acosta, 2006)

La caída del PIB fue de -0,3% en 1987 con respecto al año anterior, mientras que la inflación se incrementó en 6 puntos porcentuales, es decir, pasó de 23% en 1986 a 29% en 1987, y en 1988 cerro en 57%. Como ajuste, el



gobierno realizó una devaluación cambiaria, control del gasto público, y la suspensión de pagos de deuda; este último, produjo una fuerte restricción de ingreso de capitales externos.

Siguiendo con el análisis del ciclo económico del Ecuador, a continuación se inicia con los años 90. Como se puede apreciar en la ilustración 1, panel B, del ciclo del PIB, no se observan caídas fuertes sino hasta la crisis de 1999 por la cual se acoge el dólar como moneda oficial.

En los noventa se da el inicio de una política de apertura externa y liberalización, además la tasa de interés y el tipo de cambio se determinaron de acuerdo a las condiciones del mercado. Asimismo, debido a las transiciones que vivía el estado ecuatoriano, en estos años se observó una crisis política, en la cual hubo salidas abruptas de presidentes.

De acuerdo a todas las gestiones realizadas durante el gobierno para finales de 1996, las reservas internacionales habían aumentado notablemente en un 134% respecto a 1992. La inflación paso de 54% en 1992 a 24% a finales de 1996 (ver ilustración 4). Momentáneamente, se mejoró la situación de las finanzas públicas con un superávit fiscal de 0.5% en relación al PIB para 1994. El aumento de las exportaciones no petroleras permitió mantener una balanza comercial positiva, debido a que no se exportó productos industriales debido a las condiciones de los mercados internacionales.

En 1998 la economía ecuatoriana fue golpeada por el Fenómeno del Niño y afectada por la crisis asiática y **la baja del precio del petróleo**, este último provocó un deterioro de los términos de intercambio. Como se mencionó previamente, el precio del petróleo ya jugaba para ese entonces un rol importante en la estabilidad económica del país. Esta situación se agravó con una crisis política que presentaba el país.

Entre las principales consecuencias se evidenció una contracción en las exportaciones (5%), las exportaciones petroleras cayeron un 7% lo que generó factores especulativos, pero la banda de flotación cambiaria fue recalibrada en dos ocasiones. La inflación aumento al 36% en 1998 por los efectos del desastre climático sobre la producción agrícola y el transporte; y para el año de la crisis, **1999**, la inflación se incrementó en 16 puntos porcentuales llegando al 52% (ver ilustración 4).

Todos los problemas que venían en los noventa convergieron en una crisis de los sistemas financiero y cambiario. La emisión de la moneda nacional no se percató que la depreciación aumentó de 1998 a 1999 en un 180% mientras que la demanda interna disminuyó y produjo efectos negativos en el mercado laboral; para 1999 hubo un aumento del desempleo del 25.4% llegando a una tasa de 14.4% y la tasa de subempleo llego a ser el 58.8%.

La economía ecuatoriana se contrajo un 5%, para finales de 1999 y la inflación llego al 52% y el producto per cápita disminuyo un 6%; dejando un déficit fiscal de - 4,8% con respecto al PIB. El Ecuador dejó de pagar los bonos Brady⁶ y se extendió a los eurobonos y deuda privada. Para el mes de marzo se decretó el congelamiento de una parte de los depósitos financieros y hubo un mejoramiento en los precios del petróleo.

Los precios del petróleo (ver ilustración 2, panel A) aumentaron, pero las exportaciones petroleras no se recuperaron sino hasta el 2000 (se incrementaron 2%), las importaciones disminuyeron, esto generó un importante superávit de la balanza comercial, lo cual provocó un excedente en la cuenta corriente. Se dificultó el acceso al crédito externo y la inversión extranjera directa presentó un leve retroceso. En consecuencia, produjo una reducción de las reservas monetarias internacionales de un 19% entre 1998 y 1999.

⁶ Bonos Brady: Obligación emitida por gobiernos soberanos de mercados emergentes en sustitución de deuda bancaria como consecuencia de una renegociación entre el deudor y sus acreedores.



El público empezó a demandar en forma creciente dólares, presionando a la tasa de cambio. Es así como en 1998 el tipo de cambio de 6521 pasa a 18287 sucres por dólar para 1999 y se termina dolarizando en 25000 sucres por dólar. Las tasas de interés en los depósitos a plazo tendían a ser negativas en términos reales, a pesar de la política del Banco Central del Ecuador de elevarlas nominalmente. El Ecuador en este año atravesó lo que se conoce como una de las peores crisis económicas en el país, se eliminó “el sucre” y se adoptó el dólar.

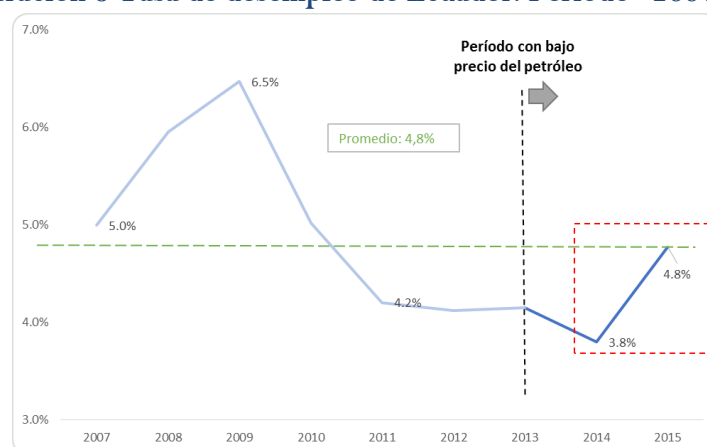
Posterior a la dolarización, en el **2003**, nuevamente la economía ecuatoriana se ve afectada. Tres años después de haber adoptado el dólar inicia la quinta recesión del periodo de análisis (ver ilustración 1). Para este entonces la crisis política ya iba terminando, sin embargo el precio del petróleo venía desplomándose desde el 2001 llegando al 2003 al precio más bajo.

En este periodo, el uso de la política monetaria ya no fue una opción para el gobierno. En el 2002 las exportaciones petroleras cayeron en un 15%, sin embargo no hubo efectos en la inflación, en el 2002 llegaba al 13% y en el 2003 cae casi 5 puntos porcentuales llegando al 8%. El PIB para el 2002 había crecido en un 4%, pero debido a la situación en crisis solo creció al 2.7% en el 2003.

Continuando con la caracterización de las crisis, se analiza el estancamiento económico que enfrentó el Ecuador una década posterior a la dolarización. El **precio del petróleo** cae nuevamente en el **2009** lo que impactó negativamente a las exportaciones petroleras, estas cayeron en un 6% mientras que las exportaciones cayeron en un 5%. Para este año el crecimiento del PIB fue de 0.6%, el promedio desde 2000 a 2008 fue de 4.7%, es decir, en el 2009 el crecimiento estuvo cerca de 4 puntos porcentuales bajo el promedio del periodo. No se vio impactos sobre la inflación. Por otro lado, a nivel mundial, la crisis en 2008 denominada como la Gran Recesión, fue una crisis que afectó a la gran mayoría de países de América del norte, Europa y Asia; esta crisis impactó en mayor medida a países como Estados Unidos, Canadá, España o Grecia, sin embargo, los mecanismos de transmisión no afectaron de la misma manera al Ecuador. El impacto se vio canalizado solamente por el precio del petróleo, es decir por las exportaciones petroleras.

Adicionalmente, el impacto de esta crisis se vio reflejada en el aumento de la tasa de desempleo del Ecuador, note en la ilustración 6 que llegó a la tasa más alta del periodo 2007-2015 con un desempleo del 6.5%, es decir 1.7 puntos porcentuales más que el promedio. Note que en si bien el salario por su rigidez no tuvo efectos por la caída del PIB de esta crisis en 2009-2010 (ver ilustración 5), la variable del mercado laboral que absorbió esto fue sin duda el desempleo.

Ilustración 6 Tasa de desempleo de Ecuador: Periodo* 2007-2015



*La disponibilidad de la información es desde 2007 con la nueva metodología del INEC.

Fuente: Banco Central del Ecuador

Elaboración: Propia



Es importante resaltar que dos de los tres desaceleramientos económicos analizados posterior a la dolarización (2003 y 2009/2010) no han tenido la magnitud de las crisis que el país enfrentó en los años previos a la dolarización. Sin embargo, es importante mencionarlas para poder entender la actual dinámica económica e incluso comprender la situación actual que el Ecuador atraviesa.

Finalizando con el análisis de las crisis y el ciclo económico del Ecuador, a continuación se analiza **la actual crisis económica que enfrenta el país**. Como se puede apreciar en la ilustración 1, panel B, del ciclo del PIB, la actual crisis inicia en 2015 y ya ha repercutido fuertemente al Ecuador.

El precio del **petróleo ha ido disminuyendo** considerablemente desde el 2013 (ver ilustración 2, panel A) y esto ha afectado a la dinámica de este país exportador de petróleo. Note que en el último año el precio ha caído llegando a niveles cercanos a los de la crisis de 1999 (en términos de desvío respecto a su tendencia).

Considerando el análisis de las crisis previamente analizadas, posterior al año de la caída del precio del petróleo recién se daba indicios de la crisis en el país, bajo esta lógica se esperaría que los **efectos más fuertes se sientan en el 2016 y 2017**. Sin embargo, note que la inflación paso de 3.6% en 2014 a 4.0%, es decir 10.6% más (ver ilustración 4). Además, las exportaciones se han desacelerado con relación al año anterior pues hubo solo un incremento del 0.2%.

Adicionalmente, en este último año la inversión ha disminuido en 2.53% respecto al 2014. Por otro lado, la tasa de crecimiento del PIB también se vio afectada dado que el promedio posterior a la dolarización (2001-2014) y anterior a la actual crisis fue de 4.5% y para el 2015 la tasa de crecimiento fue de 0.3% (ver ilustración 3).

Adicionalmente, como se observa en la ilustración 6, la tasa de desempleo en la **actual recesión**, aumento respecto al año anterior y paso de 3.8% a 4.8%, es decir un punto porcentual adicional. Cabe mencionar que este valor, considerando el periodo 2007-2015, es cercano al valor promedio de 4.8%.

De este modo, el recurso no renovable conocido como el oro negro ha sido de notable importancia en el sistema económico ecuatoriano porque gracias a este se ha visto grandes desarrollos, así como el estancamiento de gobiernos y mala utilización a causa del ingreso petrolero. Como se observó, **las grandes crisis han estado acompañadas de bajos precios del petróleo**, y esta es la principal motivación para poder generar el modelo de equilibrio general con shocks al precio del petróleo.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos de las principales series de cuentas nacionales y se complementa con un breve análisis enmarcado en los ciclos económicos del Ecuador previamente analizados.

Dado que se busca caracterizar el comportamiento cíclico de este mercado emergente, el análisis se centra en el periodo 1980-2015; un análisis de los últimos 36 años de la economía ecuatoriana.

El Ecuador tiene características similares a las de una típica economía emergente, las mismas que han sido caracterizadas acorde a estudios que consideran varios países realizados por (Uribe & Schmitt-Grohé, 2014) y (Neumeyer & Perri). En el siguiente cuadro se presenta el desvío estándar, el desvío estándar relativo al PIB y la correlación con el PIB de cada una de las variables de interés. Las series estaban expresada en términos reales, años del 2007.



Tabla 1 Estadísticos descriptivos para el periodo 1980-2015 con el filtro HP

Estadísticos descriptivos para el periodo 2000-2015 con el filtro HP			
<i>Variables</i>	<i>Desvío Estándar</i>	<i>Desvío Estándar Relativo PIB</i>	<i>Correlación con el PIB</i>
PIB	0.022	1.00	1
Consumo de los hogares	0.032	1.500	0.77
Inversión -FBKF-	0.070	3.30	0.64
Gasto del gobierno	0.030	1.40	0.30
Exportaciones Netas	0.022	1.00	-0.19
Tipo de cambio real	0.110	5.10	-0.32
Salario nominal	0.380	17.00	-0.17

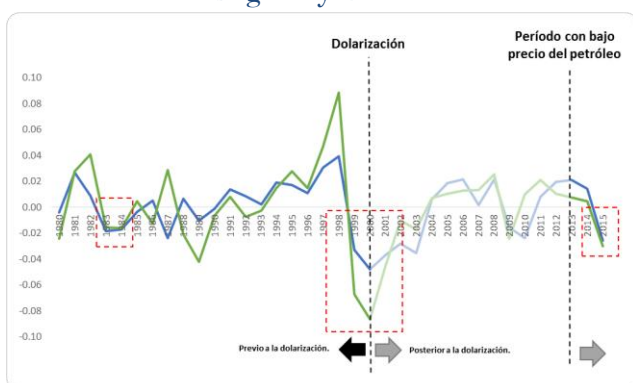
Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-
Elaboración: Propia

Note que en Ecuador, usando el filtro HP, la volatilidad del PIB es consistente con lo que la literatura menciona, la misma que es mucho más volátil que la de los países desarrollados; esto es un reflejo de las características estructurales de la economía ecuatoriana y en general de las economías emergentes (ver ilustración 1).

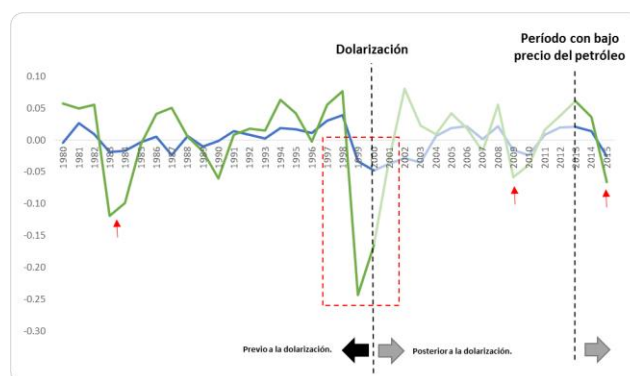
Del mismo modo, el desvío estándar relativo al PIB para el consumo para los países emergentes es de 1.23 siguiendo a Uribe & Schmitt-Grohé, para el caso del Ecuador, como se plantea en la tabla 1, la volatilidad del consumo es 1.50, es decir 50% más volátil que el PIB. Además, considerando la correlación, note que este es pro cíclico como la evidencia empírica lo demuestra. En la ilustración 7, en el panel A, gráficamente se puede observar esto.

Ilustración 7 Ciclo del consumo, inversión y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015

Panel A: Comparación del ciclo del consumo de los hogares y del PIB



Panel B: Comparación del ciclo de la inversión y del PIB



Los ciclos del consumo y la inversión son la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-
Elaboración: Propia

Note que en las crisis que golpearon a la economía en 1983, 1999, 2009/2010 y 2015 no se suavizó el consumo. En la crisis de 1999, la mayor crisis que enfrentó el país, el consumo cayó considerablemente más que el PIB. Adicionalmente, se observa que las consecuencias de la crisis del 87 en el consumo de los hogares se vieron en el año posterior, donde se da una caída del consumo mayor a la del PIB. Por otro lado, en el último periodo



con bajo precio de petróleo, el país enfrenta una crisis, 2015, donde se observa una caída del consumo de los hogares que sobrepasa al del PIB.

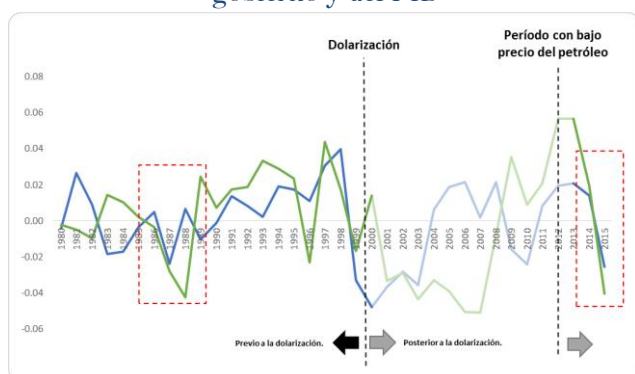
Respecto a la inversión, para los países emergentes Uribe & Schmitt-Grohé determinan que la volatilidad es de 3.79, mientras que Neumeyer & Perri mencionan que es de 3.29, en el caso de los datos ecuatorianos, se observa que la inversión es 3.3 veces más volátil que el PIB (ver tabla 1); sin duda la inversión es uno de los componentes más volátiles en el Ecuador. Gráficamente, en la ilustración 7, panel B, note que la crisis de 1999 llevó al ciclo de la inversión a su valor más bajo, este supera a la caída de la crisis de 1983 que fue anterior a la dolarización; por otro lado, note que para los años posteriores a la dolarización en el 2015 es donde se observa una mayor caída de la inversión, superando a la del PIB. Para el Ecuador, al igual que en los países emergentes, esta variable es pro cíclica.

Por otro lado, respecto al gasto del gobierno Uribe & Schmitt-Grohé plantean que la volatilidad en los países emergentes es de 2.29 y para el Ecuador como se observa en la tabla 1 es de 1.4. En esta economía la volatilidad es menor al promedio. Note en la ilustración 8, panel A, como en las crisis de 1987, previo a la dolarización y en la actual crisis, posterior a la dolarización, el gasto del gobierno no se pudo suavizar y fue afectado cayendo incluso más que el PIB.

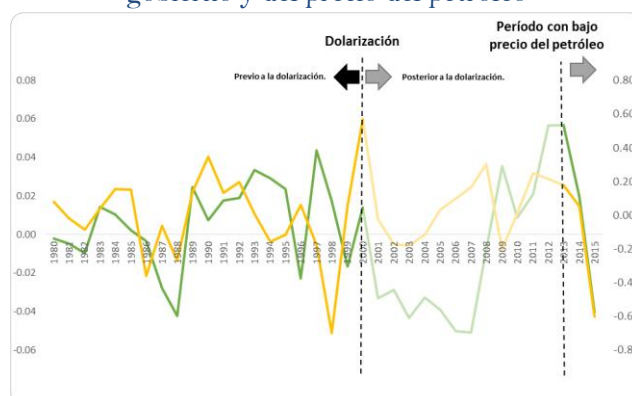
Es importante notar como desde 2007 cuando entra el gobierno de Correa se dispara el gasto del gobierno, esto asociado al aumento en gasto de capital (carreteras, mega infraestructura, etc.) que se hizo en el país; adicionalmente, esta variable para la economía ecuatoriana es pro cíclica (ver tabla 1) y esto puede estar fundamentado en la relación que tiene el gasto con el ingreso petrolero y por ende al precio del petróleo como se observa en la ilustración 8, panel B. En el periodo posterior a la dolarización el precio del petróleo fue aumentando desde el 2004 hasta que en el 2009 cayó y consigo también el gasto del gobierno, posteriormente, en la actual crisis -2015- el precio empezó a caer de manera más drástica y el gasto del gobierno nuevamente se vio afectado.

Ilustración 8 Ciclo del gasto del gobierno, del PIB y del precio del petróleo del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2015

Panel A: Comparación del ciclo del gasto del gobierno y del PIB



Panel B: Comparación del ciclo del gasto del gobierno y del precio del petróleo



El ciclo del gasto del gobierno es la línea verde, el ciclo del precio del petróleo es la amarilla y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-

Elaboración: Propia

Finalmente, considerando el sector externo se analiza la balanza comercial, siguiendo presentado por Uribe & Schmitt-Grohé, el desvío relativo de la balanza comercial en los países emergentes es de 2.92 mientras que

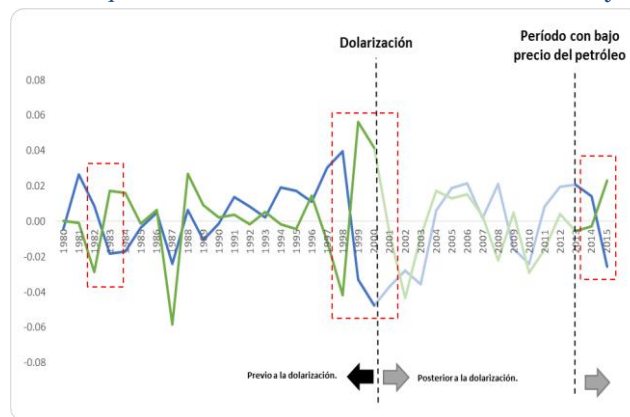


siguiendo el trabajo de Neumeyer & Perri se plantea que es de 2.40; para el Ecuador es 1 (ver tabla 1) es decir, es menos volátil que el promedio de estas economías, para este país la balanza comercial es igual de volátil que el PIB. Gráficamente esto se observa en la ilustración 9.

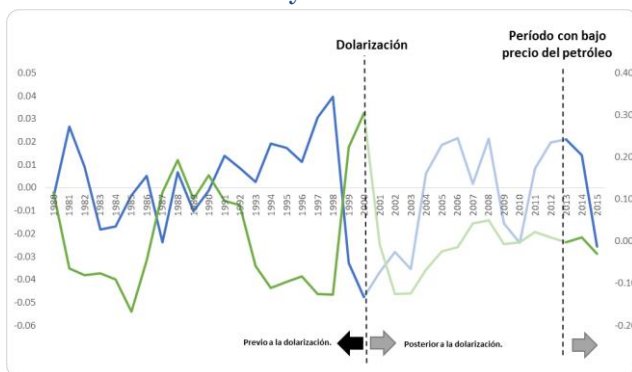
Paralelamente se analiza el comportamiento del tipo de cambio real, al ver la tabla 1 y la ilustración 9, panel B, se observa que este es mucho más volátil que el PIB, y esto puede estar relacionado a que en el Ecuador hasta antes del 2000 se presentaba un tipo de cambio flexible. Asimismo, la volatilidad del tipo de cambio real está influenciado por la volatilidad del tipo de cambio nominal, esto se puede observar en la ilustración 9, panel C. Esto sin duda explicaría el comportamiento contra cíclico del tipo de cambio real con relación al PIB. Cabe mencionar que el Banco Central del Ecuador –BCE–, determina que los fundamentales del tipo de cambio real para el país son: Productividad media del trabajo (-), remesas (+), flujo de capitales (-), **exportaciones petroleras** (+), términos de intercambio (-) y la apertura comercial (+) (Segovia, 2003). Además, menciona que después de la dolarización cuando hay un shock, el tipo de cambio se ajusta más lentamente.

Ilustración 9 Ciclo de la balanza comercial, el tipo de cambio real y PIB del Ecuador – Filtro HP – : Período 1980–2015*

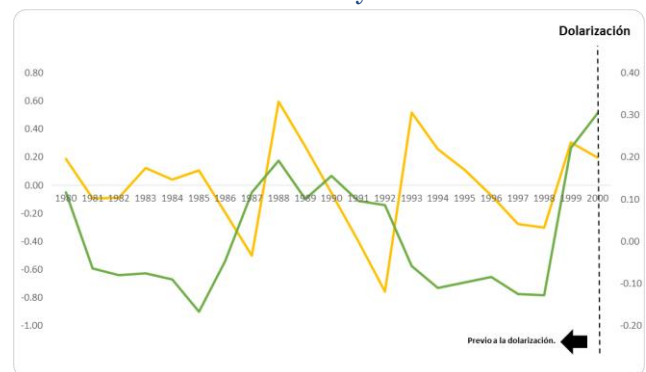
Panel A: Comparación del ciclo de la balanza comercial y del PIB



Panel B: Comparación del ciclo del tipo de cambio real y del PIB



Panel C: Comparación del ciclo del tipo de cambio nominal* y real



*El tipo de cambio nominal solo hay en el periodo previo a la dolarización.

Los ciclos de la balanza comercial y del tipo de cambio real son la línea verde, el ciclo del tipo de cambio nominal es la amarilla y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE–

Elaboración: Propia

Por otro lado, se compara la correlación que existe entre las principales variables macroeconómicas y el PIB, en ese sentido se observa la ciclicidad de las mismas. Con base en la tercera columna presentada en la tabla 1, se puede observar que el caso de Ecuador es consistente con la literatura. Siguiendo a Uribe y Neumeyer, se



menciona que la balanza comercial es contra cíclica y la correlación es de $(-0.34$ y -0.61 respectivamente), para el Ecuador la correlación respecto al PIB es de -0.19 (tabla 1 e ilustración 9, panel A). Esto se traduce en que Ecuador tiende a importar más de lo que exporta cuando está en Booms, y exportan más cuando están en recesiones. Cabe recalcar que antes del 2000 el Ecuador era un país que usaba como moneda el Sucre, en este sentido, y acorde a la revisión histórica realizada, el país devaluaba la moneda en las recesiones lo cual generaba un incentivo a las exportaciones. Posterior al año 2000, se usa el dólar y la capacidad de generar política monetaria se pierde.

Por otro lado, la inversión y el consumo son pro cíclicas (tabla 1 e ilustración 7), para el caso de la inversión la correlación es de $(0.71$ y 0.88 respectivamente), para el caso ecuatoriano la correlación con el PIB es de 0.64 , finalmente, respecto al consumo, siguiendo a Uribe la correlación es 0.68 mientras que para el Ecuador es 0.77 . Esto quiere decir que el consumo y la inversión aumentan cuando existen booms en la economía ecuatoriana.

Es así que se verifica que Ecuador es un país emergente, pues todos los estadísticos descriptivos son similares a lo que los estudios empíricos han definido.

3.2.2 Análisis económico de coyuntura actual

Esta sección se centra en el análisis de las principales variables macroeconómicas trimestrales del periodo 2013I-2015IV y se realiza una comparación entre Colombia y Ecuador en este periodo donde el precio del petróleo fue a la baja.

¿Por qué comparar a Ecuador con Colombia? Esto se fundamenta en un criterio de similitud entre ambos países para lo cual en el apéndice de esta investigación se desarrolla este criterio que se basa en la búsqueda de países similares usando la distancia de Mahalanobis entre los países que son catalogados como emergentes con base al estudio de Uribe & Schmitt-Grohé. La distancia de Mahalanobis es una medida multivariada estandarizada, donde al eliminar la variabilidad de cada estimador, se puede generar un solo indicador, pese a las distintas medidas que lo componen (Maeschlack, et al. 2000).

Es importante destacar a nivel trimestral la dinámica de las principales variables macroeconómicas pues es posible observar con mayor detalle efectos que de manera anual pueden verse minimizados. Además, se debe considerar que para el Ecuador el efecto del bajo precio del petróleo que se dio desde finales del 2014 se está sintiendo en la economía desde el último trimestre del 2015 por lo cual este análisis es fundamental para el entendimiento de este último shock donde el precio del petróleo se ha desplomado. Adicionalmente, la principal pregunta es: ¿A Colombia, siendo un país similar, le ha afectado de la misma manera? Esto se responderá a lo largo de esta sección.

En la ilustración 10 se puede identificar el ciclo del PIB real de ambos países, note las fluctuaciones que presenta Ecuador (ver Panel A) en este último periodo, estas presentan un mayor desvío respecto a su tendencia con relación a Colombia. La variabilidad del ciclo de Colombia (ver Panel B) en el último año si bien cae, no lo hace a los niveles de Ecuador. La tendencia para ambos países es creciente (ver anexo 1).

Se complementa esta información con el análisis del ciclo del precio de petróleo de cada país. El precio se desploma en el tercer trimestres del 2014, y en el caso del Ecuador, el ciclo del PIB real empieza a caer sostenidamente desde ese trimestre llegando a los valores más bajos para finales de diciembre del 2015. En este sentido, el desvío con respecto a la tendencia del precio del petróleo en el 2015 cae de manera más drástica que la del PIB, llegando a un desvío de cerca de -0.20 . Por otro lado, para Colombia, se observa una la caída del ciclo del PIB mucho más suavizada.



Ilustración 10 Ciclo del PIB y el precio* del petróleo-Filtro HP- : Periodo 2013 I -2015 IV

Panel A: Ecuador



Panel B: Colombia



Para Colombia se considera el precio del petróleo WTI deflactado.
 Para Ecuador se considera el precio del petróleo dado por EC Petroecuador deflactado.
 Precios deflactado con el deflactor del PIB de cada país de cada año base.

El ciclo del precio del petróleo es la línea verde y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco Central del Ecuador y Banco de la República –Banco Central de Colombia –
Elaboración: Propia

Adicionalmente, se contrasta lo analizado previamente con la tasa de crecimiento de cada país (ver ilustración 11). Por un lado, la tasa de crecimiento trimestral interanual en el Ecuador (ver Panel A) ha bajado desde inicios del 2015, note como para el cuarto trimestre del 2015 la tasa de crecimiento llego a ser -1.2% frente al cuarto trimestre del 2014; adicionalmente, se observa una desaceleración desde el primer trimestre del 2015. En este periodo de bajo precio de petróleo el país tuvo una tasa de crecimiento trimestral interanual promedio de 2.8%, valor por debajo del presentado por Colombia; la tasa promedio de crecimiento para Colombia fue de 4.1%, es decir 1.3 puntos porcentuales más (ver Panel B). Además se puede observar que para Colombia no se evidencian tasas de crecimiento negativas, y para el cuarto trimestre del 2015 la economía creció, con relación al cuarto trimestre del 2014 en 3.4%.

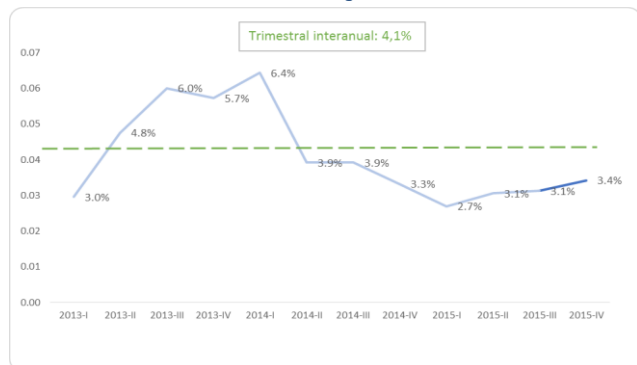
Cabe mencionar que si se analiza la dinámica de cada trimestre en estos últimos tres años, se observa que para Ecuador (ver Panel C) la tasa de crecimiento trimestral promedio es de 0.61% mientras que para Colombia 1.02% (ver Panel D), adicionalmente, note que Ecuador presento una tasa de crecimiento de -1.04% en el segundo trimestre del 2015 mientras que en ese mismo trimestre Colombia reporto una tasa de crecimiento trimestral de 0.5%. Se identifica que en este **periodo de coyuntura respecto al precio del petróleo Ecuador se ha visto afectado en mayor medida respecto a Colombia.**

Ilustración 11 Tasa de crecimiento del PIB: Periodo 2013 I -2015 IV

Panel A: Ecuador: Respecto al año anterior

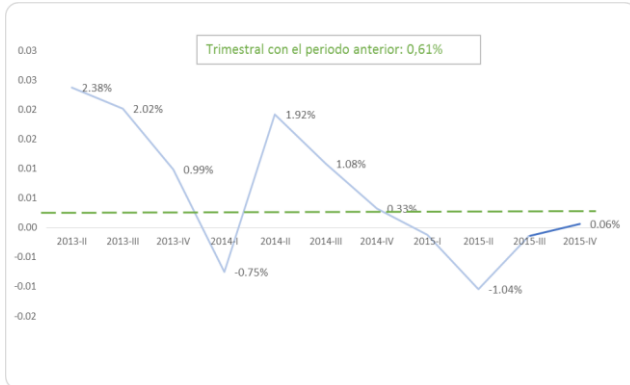


Panel B: Colombia: Respecto al año anterior

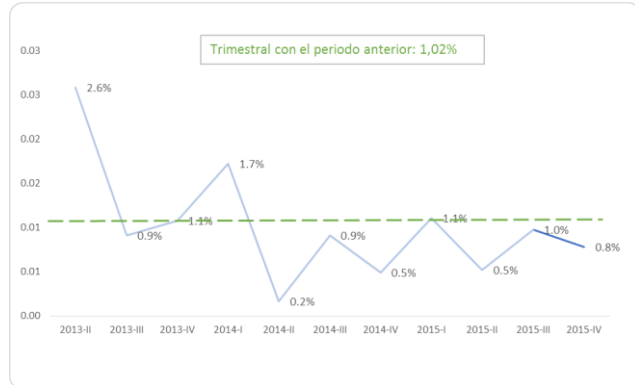




Panel C: Ecuador: Respecto al trimestre anterior



Panel D: Colombia: Respecto al trimestre anterior



Fuente: Banco Central del Ecuador y Banco de la República –Banco Central de Colombia –
Elaboración: Propia

Como se ha visto, este periodo de precio de petróleo bajo ha tenido más impactos en el PIB de Ecuador que en el de Colombia. Finalmente, dadas las economías abiertas se analiza el tipo de cambio real para cada país, esto se puede ver en la ilustración 12.

Ilustración 12 Ciclo del tipo de cambio real y el precio del petróleo–Filtro HP- : Periodo 2013 I - 2015 IV

Panel A: Ecuador



Panel B: Colombia



Para Colombia se considera el precio del petróleo WTI deflactado.
 Para Ecuador se considera el precio del petróleo dado por EC Petroecuador deflactado.
 Precios deflactado con el deflactor del PIB de cada país de cada año base.
 El ciclo del tipo de cambio real es la línea verde, la del nominal la naranja y el ciclo del precio del petróleo es la línea azul.
Fuente: Banco Central del Ecuador y Banco de la República –Banco Central de Colombia –
Elaboración: Propia

Note que la variabilidad del ciclo del tipo de cambio real (ver panel A) presentado por Ecuador es menor al presentado por Colombia (ver panel B), cabe mencionar que Ecuador ya no tiene influencias del tipo de cambio nominal por la dolarización mientras que para Colombia el tipo de cambio real es aún afectado por el tipo de cambio nominal (ver panel B).

La depreciación del peso colombiano respecto al dólar estadounidense inició en el tercer trimestre del 2014 y se agudizó a finales del 2015, lo cual hizo que se deprecie el tipo de cambio real de Colombia, llegando a su desvío respecto a la tendencia más alto en el tercer trimestre del 2015 (0.08). Es interesante notar la relación inversa en Colombia respecto al precio del petróleo y los tipos de cambio, note que cuando el precio del petróleo para Colombia aumentó a finales del 2013, la moneda local se apreció, lo cual generó una apreciación del tipo de cambio real (ver ilustración 12, panel B).



Por otro lado, para Ecuador la dinámica es distinta, dado que no se tiene política monetaria, el tipo de cambio real responde a otro tipo de variables, dentro de esas se asocia al precio de este *commodity*, note que cuando el precio del petróleo aumenta en el periodo (ver ilustración 12, panel A) el tipo de cambio real se deprecia. Sin embargo, algo diferente se puede ver para finales del 2015 cuando el precio del petróleo se desploma, y el tipo de cambio real se deprecia. En este sentido, el efecto de la volatilidad del precio del petróleo sin duda ha derivado parcialmente en volatilidades del tipo de cambio real en estos últimos tres años para Ecuador.

3.2.3 Breve reseña de los hechos estilizados del ciclo económico de Colombia

En la presente sección se desarrolla una breve reseña de los ciclos económicos y el comportamiento de la economía de Colombia en el periodo 1990-2015. A continuación se presentan los gráficos del comportamiento del ciclo y la tendencia de las principales variables macroeconómicas de interés.

De manera general, en Colombia se observa que, en el periodo 1990-2000 (2000-2015), la inversión representa el 20% (24%) del PIB, y el consumo de los hogares el 65% (66%). Por otro lado, el gasto del gobierno equivale el 17% (16%) del PIB. Note que la participación de estos componentes de la demanda dentro del PIB son similares a los de Ecuador presentados en la sección 3.2.1.

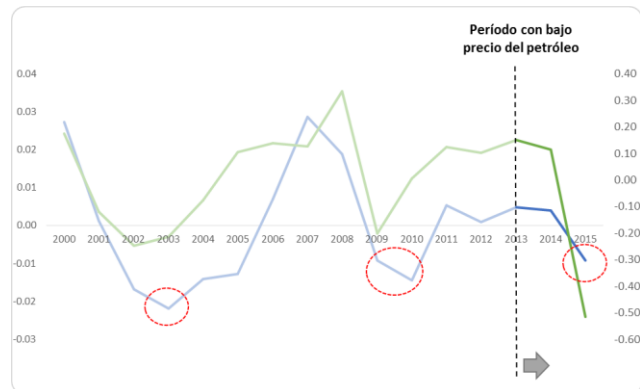
En la siguiente ilustración se observa la serie del PIB real de Colombia en el periodo de 1990-2015. En los paneles A y B se separa la información por los periodos de información disponible, en ambos casos se observa el ciclo del PIB real y su relación con el precio de petróleo del país.

Ilustración 13 Ciclo del PIB de Colombia y el precio* del petróleo WTI-Filtro HP- : Periodo 1990-2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990-2000



Panel B Datos anuales: Periodo 2000-2015



*Precio deflactado con el deflactor del PIB de Colombia de cada año base.

El ciclo del precio del petróleo es la línea verde y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -

Elaboración: Propia

Note que en Colombia en el periodo 1990-2015 se identifican cuatro crisis que han sacudido a la economía, en el primer periodo de análisis se identifican dos caídas del ciclo del PIB real, uno en **1991** y otro en la crisis más fuerte en los últimos años que fue la de **1999**. Por otro lado, en el segundo periodo se identifican dos recesiones importantes, que son de menor magnitud a las anteriores, la primera se da desde inicios del **2001**, llegando a su valor más bajo en **2003**, y seis años después la crisis de **2009**. Adicionalmente, es importante recalcar que pudiera darse inicio a una nueva recesión para el **2016**, la misma que estaría ligada a la abrupta baja de los precios del petróleo, sin embargo, cabe recalcar que para este país la dependencia a este *commodity* es importante pero quizás no tan fuerte como lo es para Ecuador, esto se apega a lo mencionado por el Ministro de Hacienda,



Mauricio Cárdenas en el 2014, “Colombia tiene herramientas para enfrentar bajos precios de petróleo y aprovechar el alza del dólar para favorecer otros sectores como la industria” (El Tiempo, 2014).

Considerando esto, es interesante identificar la dinámica del ciclo del PIB y del precio del petróleo (ver ilustración 13), note que a diferencia de Ecuador, se observa gráficamente solo una leve relación de los ciclos económicos del PIB y el ciclo del precio de petróleo. Sin embargo, el canal identificado para la transmisión de shocks al precio del petróleo es coincidente con el de Ecuador, y son los ingresos; esto se fundamenta en lo mencionado por el Ministro de Minas y Energías, Tomás Gonzales “En Colombia el bajo precio del petróleo se va a sentir especialmente en el recaudo fiscal, porque, al tener menores ingresos, las compañías pagan menos impuestos, hay menos regalías, y bajarán las utilidades de Ecopetrol, lo cual es clave para el Gobierno, porque el próximo año la petrolera le girará menos dinero” (El Tiempo, 2014).

Esto quiere decir que si bien el precio del petróleo afecta a la economía colombiana, el país maneja mecanismos de estabilización y se puede administrar el impacto de mejor manera, esto en el marco de lo expresado por el Ministro de Hacienda, Mauricio Cárdenas “La caída del precio del petróleo no tenemos que asumirla en un solo golpe, gracias a la regla fiscal que permite acomodarse al menor precio del crudo de forma gradual. Hay un poco que lo podemos ir asimilando con un poco más de deuda, de déficit un poco más alto” (El País, 2015).

Note en la ilustración 13 como el ciclo del precio del petróleo ha tenido variaciones sustanciales en el periodo de 1990–2015, se identifican cinco bajas de precio de petróleo importante; note en el primer periodo de análisis como el ciclo del precio del petróleo cae en **1994** y posteriormente se desploma en **1998**, además en el periodo posterior al 2000 se observa una caída del ciclo en el **2002**, en el **2009** y la actual caída desde **2014**.

Con respecto a las crisis que atravesó el país, se identifica que en la crisis de **1991** estuvo a la baja el precio del petróleo, y se mantuvo así en los próximos años de 1992 y 1993 sin tener efectos sobre el PIB real, por otro lado, para **1998** el precio del petróleo cayó agudizando la crisis que vivió Colombia en **1999**. Adicionalmente, en el segundo periodo, note como el precio del petróleo caen desde el **2001** al igual que el PIB, mientras que, para en **2009** se presencié una caída inicial del PIB y posterior del ciclo del precio del petróleo; actualmente se está viviendo una etapa de bajo precio de petróleo con un PIB de Colombia a la baja.

A continuación se presenta una breve reseña de estas crisis.

A inicios de este primer periodo de estudio se da la primera desaceleración económica en **1990**. Como se puede ver en la ilustración 14 la tasa de crecimiento del PIB para 1991 fue de 2.4% y a partir de este Colombia inició su recuperación llegando a 1992 a tener una tasa de crecimiento de casi el doble (4.4%).

En esta crisis el ciclo de la inversión, del consumo de los hogares y del gasto del gobierno cayó sin poder ser suavizado (ver ilustración 18,19, 20, panel A) corroborando la pro cíclicidad con respecto al PIB. Para 1991 se observa una disminución de la inversión en 1.3% con respecto a 1990. Adicionalmente, la inflación fue una de las más altas del periodo, en 1991 llegó a 30.5%, valor que sobrepasa por 10.5 puntos porcentuales al promedio de los diez años que fue de 21% (ver ilustración 15).

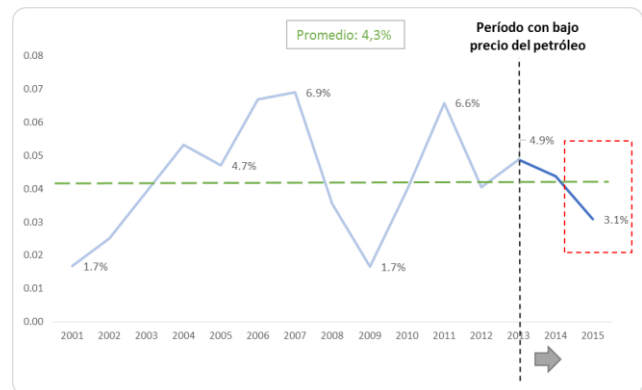


Ilustración 14 Tasa de crecimiento del PIB de Colombia: Periodo 1990-2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990-2000



Panel B: Datos anuales: Periodo 2000-2015



Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -
Elaboración: Propia

Como agravante hubo una monetización de gran parte de las entradas de capital, lo cual llevo a que la tasa interbancaria real fuera predominante negativa (Banco de la República, 2006). Además, la política monetaria en 1990 para contrarrestar esto fue una depreciación del peso colombiano respecto al dólar, lo cual también se reflejó en una depreciación del tipo de cambio real en ese año, los subsiguientes años se recuperó la economía colombiana con lo que se apreció el tipo de cambio nominal y por ende el real (ver ilustración 22).

Cabe mencionar que la crisis que vivió Colombia en el periodo 1990-1992 fue agravada por la crisis energética, esta fue causada por el efecto del Fenómeno del Niño y trajo consigo cambios climáticos como las sequías que afectaron a las hidroeléctricas del país. Esta secuela hizo que el Gobierno Nacional decrete el llamado racionamiento en 1992, el mismo que consistía en dejar sin luz de manera intermitente a partes del territorio y así garantizar una disminución de la demanda total de energía. “Para Colombia tomar esa decisión implicaba trabajar menos en la noche, usar menos electricidad, con el fin de obtener un menor uso y desgaste de las hidroeléctricas, cuyos embalses estaban en sus mínimos posibles” (Naranjo, 2012), esto es conocido popularmente como “El apagón”.

Posterior a esto, inicia en **1999** la recesión más profunda que vivió Colombia, “El último trimestre de 1998 marcó el comienzo de la peor recesión en la historia de Colombia, que llevó a que 1999 por primera vez se registrara un crecimiento negativo del 4 por ciento en el Producto Interno Bruto, PIB” (El Tiempo, 2003). Note que la tasa de crecimiento del primer periodo de análisis fue de 2.8% y para 1999 esta fue de -4.2% (ver ilustración 14).

Basando el análisis al presentado por el periódico El Tiempo, se menciona que una de las principales causas de esta crisis fue el excesivo endeudamiento del sector público y privado con tasas de interés cercanas al 60%. En este periodo que vivía el país la demanda se contrajo, la inversión disminuyó (ver ilustración 19) y aumentó el desempleo (ver ilustración 16); respecto a 1998 la tasa de desempleo se incrementó en 4.2 puntos porcentuales llegando al 19.4% a 1999, es decir, 2 de cada 10 colombianos pertenecientes a la PEA no se encontraba trabajando, esta fue una de las tasas de desempleo más alta identificada en el periodo. Adicionalmente la inflación fue del 11% (ver ilustración 15), el ciclo del salario nominal cayó y el del salario real aumentó (ver ilustración 17).

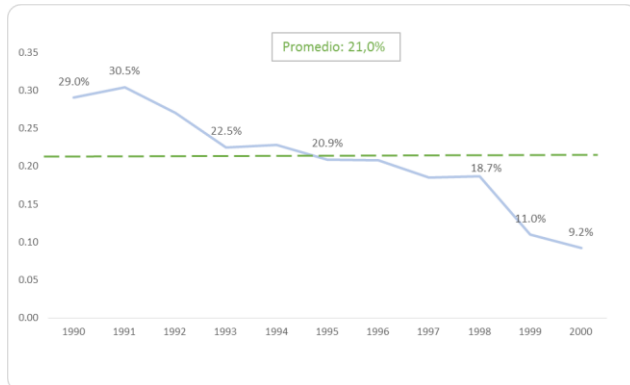
Además en este año el crecimiento de la cartera vencida se aceleró lo cual generó problemas paralelos en la banca privada y el sistema hipotecario colapsó en Colombia. Finalmente, esta crisis golpeó fuertemente al sector cafetero, “El que fuera sector bandera de la economía colombiana cayó en una profunda crisis” (El



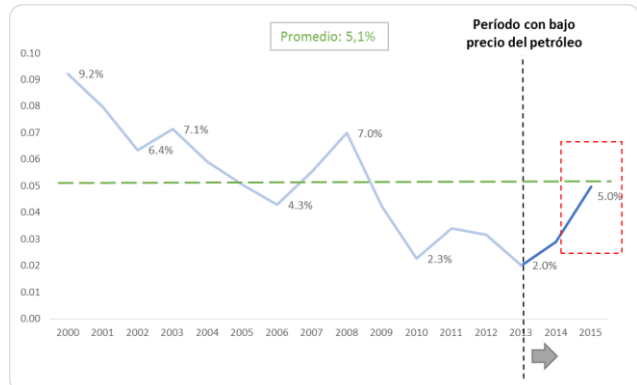
Tiempo, 2003). Finalmente, cabe señalar que un detonante que acompañó la crisis fue el ataque especulativo al peso lo que generó pérdidas en las reservas internacionales y un aceleramiento en la recesión.

Ilustración 15 Inflación de Colombia: Periodo 1990-2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990-2000



Panel B Datos anuales: Periodo 2000-2015



Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -
Elaboración: Propia

Continuando con el detalle de las crisis, a partir de este momento se considerando el segundo periodo de análisis de los datos, 2000-2015. La primera crisis que se siente en este periodo es la que se da a inicios del 2001 llegando a su valor crítico en el 2003.

En octubre del 2002 el director del Departamento Nacional de Planeación –DPN- del Gobierno precisa que “hoy el país se mueve en un entorno de bajo crecimiento, un enorme desajuste fiscal, cierre de los mercados internacionales, una necesidad de mayor gasto en seguridad y el propósito de acabar con las viejas costumbres políticas y administrativas. (...) Todo esto llevó a un déficit fiscal, al aumento desproporcionado de la deuda, al desplome de la inversión, la contracción del ingreso, así como a mayor desempleo, analfabetismo y pobreza”. (Portafolio, 2002), lo mismo que fue reiterado en la presentación del Plan Nacional de Desarrollo hacia un Estado Comunitario (Silva-Colamnares, 2003).

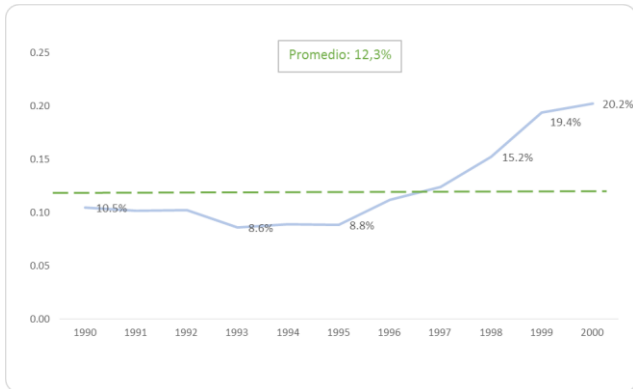
En este periodo de recesión que atravesó Colombia, el país presentó una disminución en el ahorro y la inversión en capital fijo; adicionalmente, la tasa de crecimiento del PIB en el 2001 fue la más baja del segundo periodo (1.7%), 2.6 puntos porcentuales menor al promedio de los últimos 15 años (ver ilustración 14). Por otro lado, se observa que la inflación llegó al 9.2% en el 2001 valor considerablemente mayor al promedio del periodo que fue de 5.1%, sin embargo, cabe mencionar que desde el subsiguiente año la inflación fue a la baja (ver ilustración 15).

Con relación al mercado laboral, (ver la ilustración 16) entre el 2001 y 2002 la tasa de desempleo llegó al 15.5%, el valor más alto en este segundo periodo, considere que el promedio de la tasa de desempleo en los últimos años fue de 11.8%, es decir 3.7 puntos porcentuales menos. El ciclo del salario nominal y real aumentó a inicios del 2001 y posteriormente cayeron llegando a uno de sus niveles más bajos en el 2003 (ver ilustración 17). Note que este año de crisis coincide con el del ciclo del Ecuador, pero a diferencia de este se pudieron tomar decisiones de política monetaria; el tipo de cambio nominal se disparó (ver ilustración 22) y se devaluó el peso colombiano, llegando al 2003 a estar en 2878 pesos por dólar estadounidense, esto también generó impactos en el tipo de cambio real dado que se depreció.

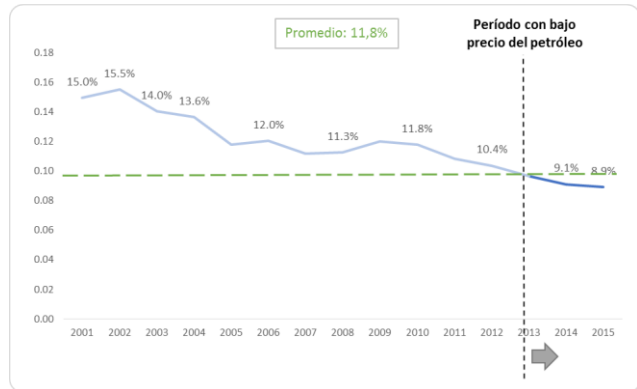


Ilustración 16 Tasa de desempleo de Colombia: Periodo 1990-2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990-2000



Panel B Datos anuales: Periodo 2000-2015



Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia –
Elaboración: Propia

Finalmente, se detalla el estancamiento del **2008 y 2009**. Como se comentó en la sección 3.2.1 a nivel mundial, la crisis de este año es denominada como la Gran Recesión, y si bien no tuvo muchos efectos en el Ecuador, en la ilustración 13 se puede identificar que en Colombia si genero efectos negativos; “El recrudecimiento de la crisis financiera internacional a partir de septiembre del 2008 acentuó la desaceleración de la actividad económica” (Banco de la República -BCC-, 2009).

En Colombia hubo un desaceleramiento económico y esto se reflejó en la caída de la tasa de crecimiento del país, la misma que pasó de 3.5% en el 2008 a 1.7% en el 2009, esto quiere decir 1.9 puntos porcentuales menos (ver ilustración 14), adicional a esto, un factor que acentuó la desaceleración fue la crisis internacional, esta generó una disminución de la demanda externa y un menor flujo de remesas de trabajadores.

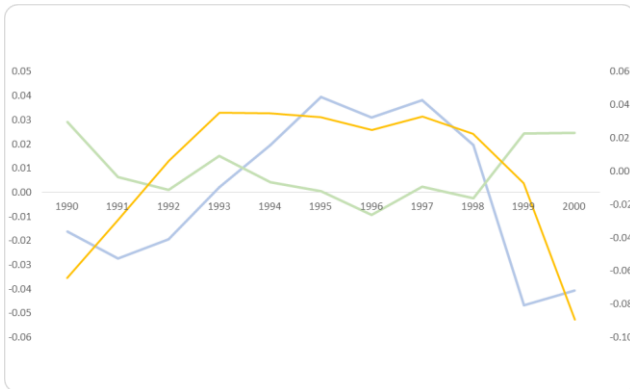
Internamente se vieron distintos impactos, la inflación aumentó llegando en el 2008 a 7%, 1.9 puntos porcentuales sobre el promedio de este periodo (ver ilustración 15), acompañado a la crisis se generó una devaluación del peso colombiano con respecto al dólar, el tipo de cambio nominal llego a 2156 pesos por dólar. Considerando el uso de la política monetaria contra cíclica, el Banco de la República planeaba compensar parcialmente los efectos del shock externo negativo, es así que para finales del 2008 se eliminó el encaje marginal y se redujo el ordinario, adicionalmente, entre diciembre y marzo la tasa de interés del Banco de la República se disminuyó en 300 puntos básicos (Banco de la República -BCC-, 2009).

Además, en el marco del análisis laboral, esta crisis se agravó con un aumento de la tasa de desempleo, note en la ilustración 16 que para 2009 esta fue de 12%, además el salario real cayó en el 2008.

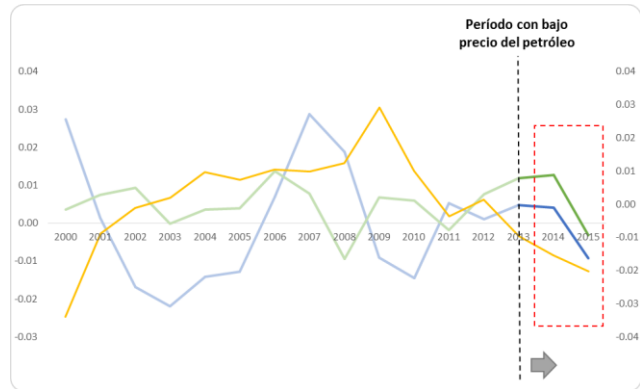


Ilustración 17 Salario mínimo nominal, real y PIB de Colombia–Filtro HP– : Periodo 1990–2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990–2000



Panel B Datos anuales: Periodo 2000–2015



El ciclo del salario real es la línea verde, el nominal la amarilla y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -
Elaboración: Propia

A continuación, se presentan los resultados estadísticos de las principales series de cuentas nacionales de Colombia para entender el comportamiento de la economía colombiana.

Note en la siguiente tabla como, al igual que Ecuador, Colombia tiene características similares a las de una típica economía emergente, las mismas que han sido caracterizadas acorde a estudios que consideran varios países (Uribe & Schmitt-Grohé, 2014) y (Neumeyer & Perri).

En la siguiente tabla se presenta el desvío estándar, el desvío estándar relativo al PIB y la correlación con el PIB de cada una de las variables de interés para cada periodo de análisis.

Tabla 2 Estadísticos descriptivos para el periodo 1990–2015 con el filtro HP

Estadísticos descriptivos para el periodo 1990–2000 con el filtro HP				Estadísticos descriptivos para el periodo 2000–2015 con el filtro HP			
<i>Variables</i>	<i>Desvío Estándar</i>	<i>Desvío Estándar Relativo PIB</i>	<i>Correlación con el PIB</i>	<i>Variables</i>	<i>Desvío Estándar</i>	<i>Desvío Estándar Relativo PIB</i>	<i>Correlación con el PIB</i>
PIB	0.032	1.00	1.00	PIB	0.015	1.00	1.00
Consumo de los hogares	0.036	1.10	1.00	Consumo de los hogares	0.016	1.10	0.94
Inversión -FBKF-	0.200	6.40	0.95	Inversión -FBKF-	0.046	3.00	0.76
Gasto del gobierno	0.068	2.20	0.77	Gasto del gobierno	0.021	1.40	0.62
Exportaciones Netas	0.035	1.10	-0.96	Exportaciones Netas	0.008	0.53	-0.68
Tipo de cambio real	0.089	2.80	-0.91	Tipo de cambio real	0.087	5.70	-0.51
Salario nominal	0.043	1.40	0.74	Salario nominal	0.015	0.99	-0.27

*Peso a dólar estadounidense

*Peso a dólar estadounidense

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -
Elaboración: Propia

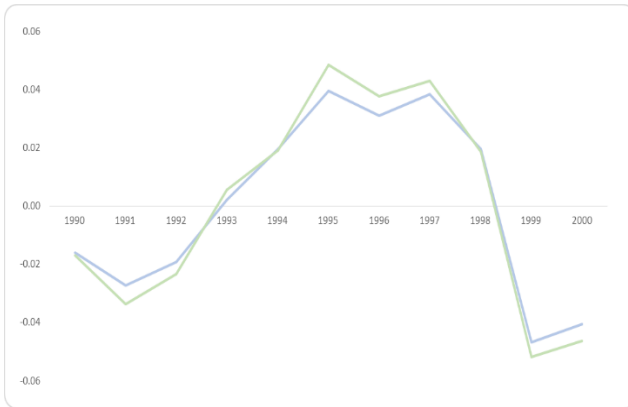
Usando el filtro HP, la volatilidad del PIB de Colombia es más volátil que la de los países desarrollados, lo cual es consistente con lo que la literatura menciona. Esta es una característica vista también en la economía del Ecuador y es coincidente con la de los países emergentes (ver ilustración 13).

Al igual que en el análisis realizado para el Ecuador en la sección 3.2.1, se compara los datos de los ciclos del país con los establecidos por Uribe & Schmitt-Grohé y Neumeyer & Perri para los países emergentes.

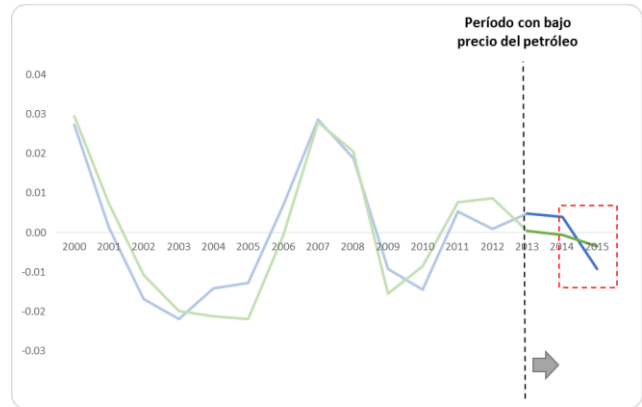


Ilustración 18 Ciclo del consumo y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015

Panel A: 1990-2000



Panel B: 2000-2015



El ciclo del consumo es la línea verde mientras que la del PIB real es la azul

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -

Elaboración: Propia

Uribe & Schmitt-Grohé determinan que en los países emergentes el consumo es 23% más volátil que el PIB, y anteriormente se planteó que Ecuador tenía una volatilidad aún mayor, sin embargo, para el caso de Colombia note que esta es menor y llega a ser solamente 10% más volátil que el PIB. Por otro lado, como la evidencia lo plantea esta es una variable pro cíclica (ver tabla 2 e ilustración 18), por lo cual el consumo aumenta cuando el país está en booms. En ambos periodos de estudio no se observa una suavización del consumo ante los diferentes ciclos del PIB real.

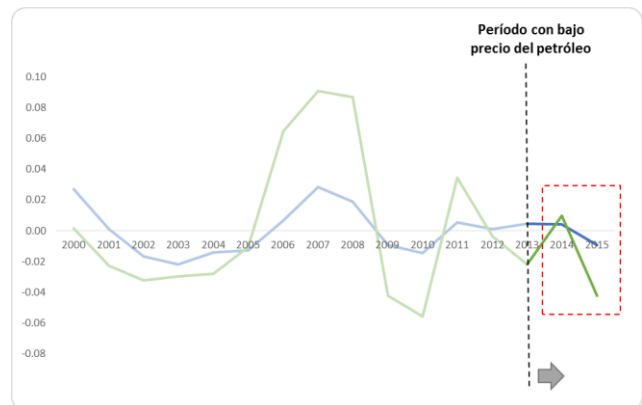
Considerando la inversión, Neumeyer & Perri plantean que la volatilidad de los países emergentes es de 3.29 y Uribe & Schmitt-Grohé 3.79. Para Ecuador estos valores fueron consistentes en el periodo 1980-2015 pues la volatilidad fue de 3.3, sin embargo, para Colombia se observan ciertas diferencias a considerar en los periodos analizados. Se resalta que la inversión en el periodo 1990-2000 fue muy volátil, 6.4 veces más que el PIB, mientras que con los datos de los últimos 15 años esta se aproxima a los valores establecidos por los autores, en este periodo la inversión es 3 veces más volátil que el PIB y al igual que en los países emergentes, esta variable es pro cíclica por lo cual la inversión disminuye cuando el país atraviesa una recesión (ver tabla 2 e ilustración 19).

Ilustración 19 Ciclo de la inversión y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015

Panel A: 1990-2000



Panel B: 2000-2015



El ciclo de la inversión es la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

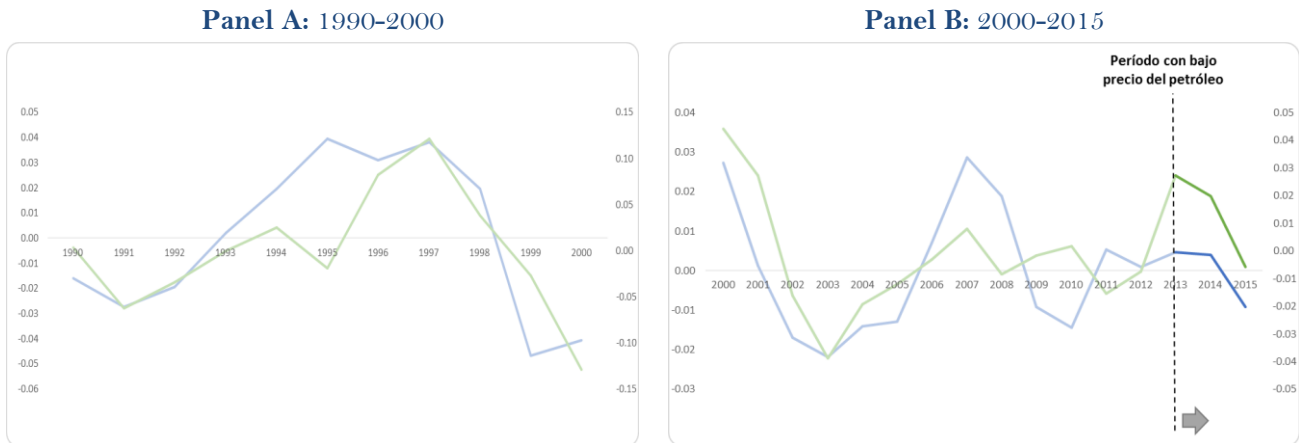
Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -

Elaboración: Propia



Considerando el gasto del gobierno, para los países emergentes Uribe & Schmitt-Grohé plantean que la volatilidad es de 2.29. Para Colombia en el periodo 1990-2000 este valor es muy cercano al reportado por los autores, note que el gasto del gobierno es 2.26 veces más volátil que el PIB; adicionalmente, cabe mencionar que con los datos del periodo 2000-2015 se observa una volatilidad considerablemente más baja (1.4 veces) y cercana a la que se dio en el Ecuador en el periodo 1980-2015 (ver tabla 1 y 2 e ilustración 20).

Ilustración 20 Ciclo del gasto del gobierno y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015



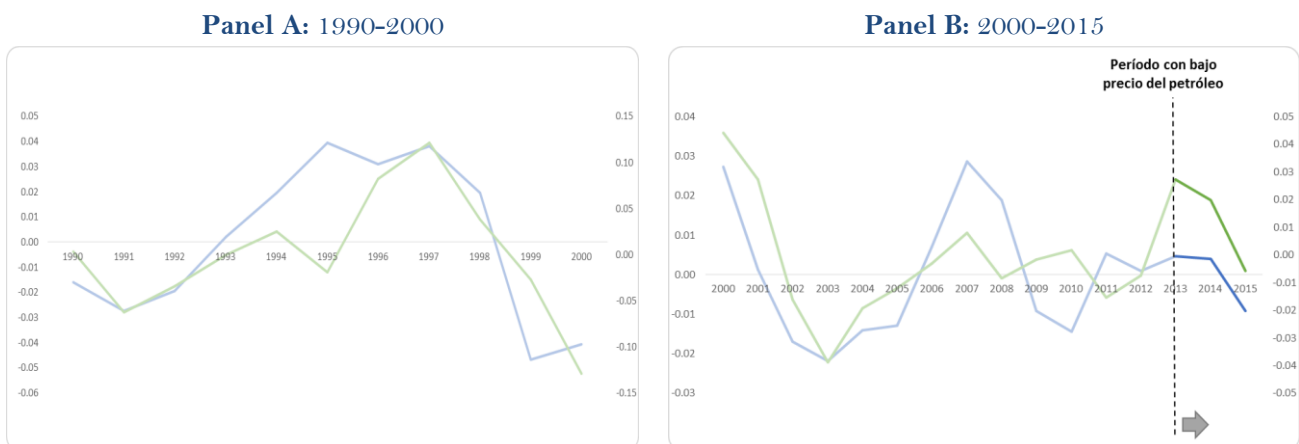
El ciclo del gasto del gobierno es la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -

Elaboración: Propia

En el marco del análisis del sector externo se analiza la balanza comercial, la misma que, según Uribe & Schmitt-Grohé tiene un desvío relativo de 2.92 y según Neumeyer & Perri 2.40 para los países emergentes. Se observa en la tabla 2 que para ambos periodos la volatilidad es considerablemente mas baja a estos valores, para el periodo 1990-2000 es solo 10% más volátil que el PIB, y para el periodo posterior al 2000 es menos volátil aún. Gráficamente esto se observa en la ilustración 21. Además, la evidencia empírica determina que esta es una variable contra cíclica; para Colombia se observa esta dinámica lo que indica que, al igual que en el Ecuador, el país tiende a exportar más cuando está en recesiones (ver tabla 2 e ilustración 21).

Ilustración 21 Ciclo de la balanza comercial y del PIB de Colombia – Filtro HP- : Periodo 1990-2015



El ciclo de la balanza comercial es la línea verde mientras que la del PIB real es la azul.

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia -

Elaboración: Propia



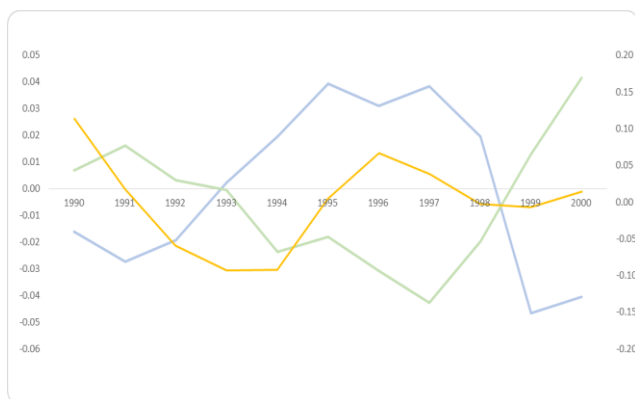
Se complementa el análisis del sector externo con la información del tipo de cambio real de Colombia. Note que la variabilidad del ciclo del tipo de cambio real con relación a la del PIB en el primer periodo (2.8) es menor al presentado en el segundo periodo (5.7) (ver tabla 2); adicionalmente, entre los años 1990-2015 se observa una correlación inversa con el PIB, es decir al momento de haber crecimiento y booms, en términos generales, en Colombia suele apreciarse el tipo de cambio real, algo usual con relación a la evidencia empírica de los ciclos reales (ver ilustración 22).

Para la economía colombiana, a diferencia de la ecuatoriana, un determinante del tipo de cambio real es el tipo de cambio nominal (ver ilustración 22), note como con los datos del período 1990-2000 se evidencia una relación inversa entre estos, mientras que con los datos del periodo de los últimos 16 años los ciclos del tipo de cambio real y nominal se correlación positivamente, es decir, cuando hay devaluación del tipo de cambio nominal se evidencia también una depreciación del tipo de cambio real.

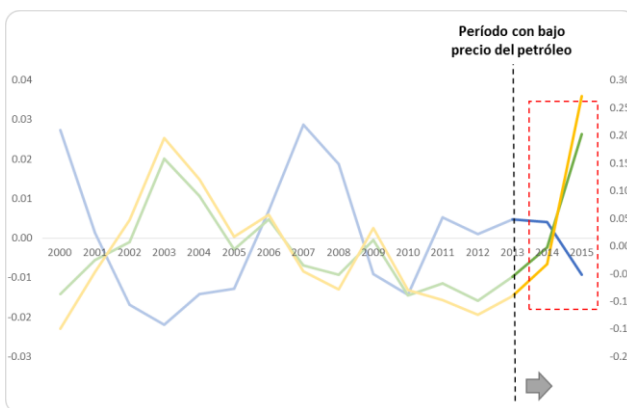
Desde 2014 la depreciación del tipo de cambio nominal bilateral va aumentando, y para el 2015 ha llegado a los valores más altos vistos en el periodo, esto acompañado de una caída del PIB y de un bajo precio del petróleo, citando a lo mencionado por la analista colombiana Angélica Moran se plantea que “No es para desatar pánico y mucho menos cambios erráticos como los ocurridos en el último bimestre de 2014, pero el arranque de 2015 en cuanto al dólar será de bastante inestabilidad”.

Ilustración 22 Ciclo del tipo de cambio real, nominal y PIB –Filtro HP- : Periodo 1990-2015

Panel A: Datos anuales: Periodo 1990-2000



Panel B Datos anuales: Periodo 2000-2015



El ciclo del tipo de cambio real es la línea verde, el tipo de cambio nominal la amarilla y el ciclo del PIB real es la línea azul.

Fuente: Banco de la República –Banco Central de Colombia –

Elaboración: Propia

Por otro lado, como se comentó previamente, a inicios del 2000 Colombia inicia una recesión económica que dura hasta el 2003, año en el que inicia una lenta recuperación (ver ilustración 13), en este periodo de crisis el peso colombiano se depreció llegando en el 2003 a su valor máximo de 2878 pesos colombianos por cada dólar estadounidense, en este mismo periodo si se observa el panel B de la ilustración 22 se puede identificar claramente la depreciación del tipo de cambio real, adicionalmente, en el año de 2006-2008 años en los que se recuperó la economía se observa una apreciación del tipo de cambio nominal llegando a tener un cambio bilateral con el dólar estadounidense de 1798 pesos, lo cual también trajo consigo una apreciación del tipo de cambio real para la economía colombiana (ver ilustración 22).

Adicionalmente, y con relación al precio del petróleo note la relación que existe en Colombia respecto al ciclo del precio del petróleo (ver ilustración 13) y los tipos de cambio (ilustración 22), cuando el precio del petróleo



para Colombia aumentó en el 2004, la moneda local se apreció, lo cual generó una apreciación del tipo de cambio real.

Es así que se verifica que Colombia, al igual que Ecuador, es un país emergente dado que sus estadísticos descriptivos son similares a lo que los estudios empíricos han definido.

4. MODELO PARA ESTIMAR LOS EFECTOS DE LOS SHOCKS AL PRECIO DEL PETRÓLEO

En esta sección se presenta un modelo que puede ser empíricamente testeado y explica los efectos de shocks al precio de petróleo en los ciclos económicos ecuatorianos en el período 1980-2013 usando el enfoque metodológico de RBC. El análisis se enfoca en una economía petrolera que es tomadora de precios.

4.1 Datos

Los datos usados para el desarrollo del modelo son las series anuales de cuentas nacionales de Ecuador, en dólares constantes del 2007, comprendidos en el periodo 1980-2013. Las variables macroeconómicas seleccionadas que se usan son las del PIB, el consumo de los hogares, la inversión, el ingreso total, el gasto del gobierno central y la balanza comercial.

Adicionalmente, la fuente oficial de los datos citados a lo largo del trabajo son los presentados por el Banco Central del Ecuador –BCE- y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos –INEC- a dólares constantes del 2007.

4.2 Descripción del Modelo

El modelo descrito en esta sección es un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de una pequeña economía abierta exportadora de petróleo en la cual habitan un número infinito de hogares y firmas. Existen tres sectores: Sector Transable (T), sector no transable (NT) y sector petrolero (O).

El modelo puede ser impactado exógenamente por un shock al precio del petróleo, el mismo que sigue un proceso estocástico, este se denota con P_t^o . El precio del petróleo es calculado usando la información del Banco Central del Ecuador sobre los precios de exportación, cabe mencionar que se estima un promedio ponderado usando los precios de las empresas privadas y públicas; siguiendo la metodología de (Pieschacón, 2011) el precio es deflactado con el deflactor del PIB del Ecuador, con año base 2007.

El precio del petróleo es exógeno en el modelo, lo cual es consistente con el hecho de que Ecuador tiene una economía petrolera pequeña, donde su producción no afecta al precio mundial. La producción ecuatoriana representa el 1.6%⁷ de la producción total exportada de la OPEP (Annual Statistical Bulletin 2014).

Como se observa, el shock está asociado al sector petrolero, y la especificación del mismo es similar al estándar de RBC (Pieschacón, 2011) (Schmidt & Zimmermann, 2005) (De Miguel, Manzano, & Martín-Moreno, 2005)

$$\ln P_{t+1}^o = (1 - \tau) \ln P^o + \tau \ln P_t^o + \mu_{t+1}^o$$

En el sector transable y no transable, las firmas producen el producto competitivamente usando dos insumos el capital (K_t^j) y el trabajo (L_t^j). La función de producción es la siguiente:

$$Y_t^j = A^j F(K_t^j, L_t^j)$$

⁷ Variable de exportaciones de petróleo crudo: 1000b/d.



Donde, A^j es un parámetro de tecnología tiempo-invariante y el supra índice j identifica el sector, transable $j=T$ y no transable $j=N$.

Por otro lado, en el tercer sector, el producto petrolero, Y_t^o , es una dotación exógena que no es consumida domésticamente, por lo que le genera al gobierno una fuente de ingreso por las exportaciones, y que sirve para financiar el gasto público. El proceso está determinado de la siguiente manera:

$$\ln Y_{t+1}^o = (1 - m)\ln Y^o + m\ln Y_t^o + \mu_{t+1}^o$$

En la economía existe movilidad del capital, y se induce estacionalidad al modelo (Uribe & Schmitt-Grohé, 2002) asumiendo que la tasa de interés doméstica que enfrentan los agentes, r_t , es creciente en el nivel agregado de deuda externa. Siendo así, la tasa de interés formalmente es:

$$r_t = r^* + \psi_1(e^{B_t - \bar{B}} - 1)$$

Donde r^* es la tasa de interés internacional anual, de la Reserva Federal de los Estados Unidos, en términos reales, y $\psi_1(\cdot)$ es la prima al riesgo, la cual es una función estrictamente creciente

En esta economía, los agentes son dueños de las dos firmas por lo que ellos se encargan de la acumulación del capital. De este modo, en el periodo t , las firmas reciben de los hogares el stock de capital que se adquirió en el periodo $t-1$, el mismo que se es reasignado entre los dos sectores (Pieschacón, 2011).

$$K_{t-1} = K_t^T + K_t^N$$

Dada la ausencia de costos de ajuste, la ley de movimiento de capital está dada por:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$$

Por otro lado, el trabajo agregado en la economía es la adición del trabajo de ambos sectores, transable y no transable.

$$L_t = L_t^T + L_t^N$$

En el modelo los precios están en términos relativos al sector transable, y se normaliza el precio del bien transable $P_T = 1$. Además, se cumple la condición de no arbitraje (PPP), o de equilibrio en el mercado de bienes transables, de este modo el precio relativo del no transable es la inversa del tipo de cambio real. (Pieschacón, 2011)

$$p_{N,t} = \frac{P_t^N}{P_t^T}$$

- **Problema del Agente**

Correia, Neves y Rebelo (1995) muestran que la capacidad de los modelos de pequeñas economías abiertas para replicar las características del ciclo económico depende en gran medida de la elección de la utilidad instantánea. (Pieschacón, 2011).

En este sentido, y siguiendo la recomendación de Correia, Beves y Rebelo se usan las preferencias Greenwood, Hercowitz y Huffman -GHH-. Estas preferencias generan volatilidades cíclicas más realistas de las variables de cuentas nacionales así como una balanza comercial contra cíclica, además funcionan mejor que las preferencias estándar de economía cerrada dado que producen menor volatilidad al consumo. Las preferencias



GHH han llegado a ser ampliamente usadas en la literatura de pequeñas economías abiertas. (Correia, Neves, & Rebelo, 1995). Además, la función es estrictamente creciente, dos veces diferenciable, estrictamente cóncava y satisface las condiciones de Inada⁸.

De este modo, la economía está compuesta por un hogar representativo a quien le genera utilidad el consumo efectivo (\tilde{C}_t) y le genera desutilidad el trabajo (L_t). El agente busca maximizar el valor presente descontando de la *lifetime utility*

$$\text{Max} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(\tilde{C}_t, L_t)$$

El consumo efectivo, es un agregador CES⁹ - Elasticidad constante de sustitución- del consumo privado (C_t) y del gasto del gobierno (G_t). Esta función captura la idea de rendimientos marginales decrecientes del gasto del gobierno con el fin de mejorar el nivel de consumo privado *ceteris paribus* (Bouakez & Rebei, 2003).

$$\tilde{C}_t = \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}}$$

Formalmente, la función de utilidad del agente es

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{1}{1 - \mu} \left\{ \left[\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varpi} \right]^{1 - \mu} - 1 \right\}$$

$$\varphi > 0; \quad \varpi > 1; \quad \mu > 0; \quad 0 \geq x; \quad 0 < \beta < 1; \quad 0 \leq \Omega \leq 1$$

Donde G_t es el gasto del gobierno y C_t es el consumo privado agregado el cual considera los bienes transables (C_t^T) y no transables (C_t^N), Ω es el peso del consumo privado sobre el consumo efectivo, x es la elasticidad de sustitución entre el consumo privado y el gasto del gobierno, L_t es el trabajo, φ es un parámetro que regula la desutilidad del trabajo, μ es el coeficiente de aversión relativo al riesgo y ϖ es un parámetro que regula la elasticidad de los salarios de la oferta laboral.

El agregador del consumo privado se define de la siguiente manera

$$C_t = C_t^T{}^\theta C_t^N{}^{1-\theta} \quad 0 \leq \theta \leq 1$$

Donde C_t^T es el consumo transable, C_t^N el consumo no transable, y θ es la participación de los bienes transables en el consumo privado.

Adicionalmente, y considerando la composición de la restricción presupuestaria, por un lado, los agentes consumen bienes transables y no transables (C_t^T, C_t^N), y tienen la decisión de invertir y acumular capital dado que son dueños de las firmas (I_t); asimismo, tienen la posibilidad de acceder al mercado internacional de bonos que paga una tasa de interés r_t . Para este último, deben elegir secuencias de bonos $\{B_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}$ que cumplan con

⁸ Es dos veces diferenciable, y se puede asumir solución interior sin pérdida de generalidad. $\lim_{c \rightarrow 0} u'(c) = +\infty$; $\lim_{c \rightarrow +\infty} u'(c) = 0$

⁹ En el paper de Bouakez y Rebei se plantea que los siguientes autores fundamentan el uso de esta función CES de utilidad (Barro (1981), Aschauer (1985), Christiano and Eichenbaum (1992), Baxter and King (1993), Karras (1994), Ahmed and Yoo (1995), Ambler and Cardia (1997), Amano and Wirjanto (1997, 1998), and Cardia, Kozhaya, and Ruge-Murcia (2003)).



la condición de No Ponzi. Finalmente, los agentes pagan dos tipos impuestos al gobierno, de suma fija (τ_t^L) y petroleros (τ_t^O)

$$0 \geq \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{B_{T+1}}{\prod_{j=1}^T (1 + r_j)}$$

Por otro lado, los ingresos de los hogares proviene de los retornos de los factores de producción, es decir del salario obtenido por el trabajo ($w_t L_t$) y los intereses del capital ganados por la renta de las firmas ($r_t^k K_{t-1}$), así como de los beneficios de las firmas¹⁰ (π_t^T, π_t^N); del mismo modo, tienen ingresos por las decisiones de adquisición de bonos realizadas en el periodo anterior y su respectivo interés ganado ($(1 + r_t)B_t$), de las transferencias del gobierno (V_t), y del ingreso petrolero libre de impuestos $(1 - \tau_t^O)P_t^O Y_t^O$.

Formalmente, la restricción presupuestaria de los hogares está dada por:

$$C_t^T + p_{N,t} C_t^N + I_t + B_{t+1} + \tau_t^L = (1 + r_t)B_t + \pi_t^T + \pi_t^N + V_t + w_t L_t + r_t^k K_{t-1} + (1 - \tau_t^O)P_t^O Y_t^O$$

- **Problema de las firmas**

Los bienes transables y no transables se producen competitivamente usando los factores de producción de trabajo y capital de cada sector.

Las firmas de ambos sectores maximizan los beneficios eligiendo la secuencia óptima de capital (K_t^T, K_t^N); y trabajo (L_t^T, L_t^N). Estas maximizan la función de los ingresos libres de impuestos menos los costos de los factores de producción de cada sector.

Es así que las firmas del sector transable maximizan la siguiente función:

$$\pi_t^T = (1 - \tau_t^{No})Y_t^T - w_t L_t^T - r_t^k K_t^T$$

Donde Y_t^T es una función de producción Cobb – Douglas

$$Y_t^T = A^T K_t^{1-\alpha} L_t^\alpha$$

Asimismo, para el sector no transable la función objetivo está definida a continuación

$$\pi_t^N = (1 - \tau_t^{No})p_{N,t} Y_t^N - w_t L_t^N - r_t^k K_t^N$$

Donde Y_t^N es una función de producción función Cobb – Douglas

$$Y_t^N = A^N K_t^{1-\eta} L_t^\eta$$

- **Gobierno**

En este modelo se debe cumplir la restricción presupuestaria del gobierno. El gasto del gobierno central (G_t) y las transferencias (V_t) que hace a los hogares, es financiado mediante los ingresos del gobierno central (T_t) y por los ingresos del impuesto de suma fija (τ_t^L). Este último a su vez, se compone por los ingresos petroleros (T^O) y no petroleros (T_t^{No}). Cabe mencionar que el gasto del gobierno es no transable, lo cual es consistente con la información de cuentas nacionales del Ecuador.

¹⁰ Dado que es competencia perfecta, esto será igual a cero.



Formalmente la restricción está definida de la siguiente manera:

$$T_t + \tau_t^l = p_{N,t}G_t + V_t$$

Donde, como se comentó previamente, el ingreso total se conforma por el ingreso petrolero y no petrolero.

$$T_t = T^o + T^{no}$$

El ingreso petrolero es entendido como la recaudación del impuesto petrolero (τ_t^o) que recae sobre el sector petrolero.

$$T^o = \tau_t^o P_t^o Y_t^o$$

Finalmente, el ingreso no petrolero es el que se recauda de los ingresos del sector transable y no transable mediante el impuesto no petrolero (τ_t^{No}).

$$T^{no} = \tau_t^{No} (Y_t^T + p_{N,t} Y_t^N)$$

- **Condiciones de mercado**

Acorde a la economía descrita previamente, que es una pequeña economía abierta exportadora de petróleo, a continuación se definen las condiciones de factibilidad que se deben cumplir para el sector no transable y transable.

$$C_t^N + G_t = Y_t^N$$

$$C_t^T + I_t + TB_t = Y_t^T + P_t^o Y_t^o$$

Donde la especificación de la balanza comercial (TB_t) es similar al estándar de RBC (McCandless, 2008)

$$TB_t = B_{t+1} - (1 + r_t)B_t$$

Además, note que el PIB de la economía es la agregación de los ingresos de los tres sectores (Pieschacón, 2011), formalmente:

$$Y_t = p_{N,t} Y_t^N + P_t^o Y_t^o + Y_t^T$$

4.3 Resolución del Modelo

El proceso general para resolver y analizar un modelo no lineal, dinámico y estocástico puede verse dividido en cinco etapas. Inicialmente, encontrar las ecuaciones necesarias que caracterizan el equilibrio, seguidamente, escoger los parámetros, la calibración y determinar las ecuaciones de estado estacionario; posteriormente, log linealizar las ecuaciones necesarias que caracterizan el equilibrio, subsiguientemente se debe resolver el modelo para lo cual se usa el MATLAB, el Toolkit de Uhlig, y finalmente se analiza la solución vía impulsos respuesta. (Uhlig, 1997)



4.3.1 Ecuaciones que caracterizan el equilibrio

En esta sección se detallan las ecuaciones que caracterizan al modelo planteado previamente y se determina la solución del problema del agente y de las firmas.

Para el agente, de las condiciones de primer orden se obtiene las dos ecuaciones intratemporales del consumo y del trabajo, así como las dos ecuaciones intertemporales de Euler de bonos y capital.

Por una parte, en el análisis intratemporal, la ecuación del consumo determina la relación entre el tipo de cambio real con el consumo transable, no transable y su elasticidad de sustitución. Esto parte de que el beneficio marginal de consumir una unidad más del bien *transable* y *no transable*, iguala al costo marginal de consumirlo, combinando los dos sectores, se obtiene que la tasa marginal de sustitución que iguala al ratio de precios relativos, siendo este último la inversa del tipo de cambio real.

Formalmente:

$$p_{N,t} = \frac{(1 - \theta) C_t^T}{\theta C_t^N}$$

Asimismo, la ecuación intratemporal del trabajo plantea la relación que existe en el periodo entre la decisión de consumo y trabajo

$$\varphi \omega L_t^{\varpi-1} = \theta \Omega \omega_t \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{1}{x-1}} (C_t^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C_t^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}$$

La ecuación de Euler de los bonos por otro lado presenta la relación intertemporal entre el consumo agregado (transable y no transable) el trabajo, el gasto del gobierno y la tasa de interés de los bonos.

Formalmente:

$$1 = E_t \left\{ \beta(1 + r_{t+1}) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varpi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varpi}} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\}$$

A diferencia de la anterior, la ecuación de Euler del capital muestra la relación entre las mismas variables pero considera la tasa de interés del capital y la depreciación.

Formalmente:

$$1 = E_t \left\{ \beta(1 + r_{t+1}^k - \delta) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varpi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varpi}} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\}$$

Note que en ambos casos, esto parte de que el precio actual iguala al valor esperado descontado de mañana.

Por otro lado, considerando el problema de las firmas, para los dos sectores, *transable* y *no transable*, las firmas eligen (K_t^T, K_t^N) ; y trabajo (L_t^T, L_t^N) cada periodo a fin de maximizar sus beneficios.

Es así que al trabajar con las condiciones de primer orden se llega a las ecuaciones que relacionan el producto marginal y el precio de los insumos



Para el sector transable queda definido de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} (1 - \tau_t^{No})(1 - \alpha)A^T K_t^{T-\alpha} L_t^{\alpha} &= r_t^k \\ (1 - \tau_t^{No})\alpha A^T K_t^{T^{1-\alpha}} L_t^{\alpha-1} &= w_t \end{aligned}$$

Análogamente, para el sector no transable:

$$\begin{aligned} (1 - \tau_t^{No})(1 - \eta)p_{N,t}A^N K_t^{N-\eta} L_t^{\eta} &= r_t^k \\ (1 - \tau_t^{No})\eta p_{N,t}A^N K_t^{N^{1-\eta}} L_t^{\eta-1} &= w_t \end{aligned}$$

Note que para ambos sectores, el producto marginal iguala al precio de los insumos; y como la función de producción es homogénea de grado uno los beneficios del equilibrio serán igual a cero (competencia perfecta).

Por otro lado, como se comentó previamente, el gobierno cumple con su restricción presupuestaria.

$$\tau_t^o P_t^o Y_t^o + \tau_t^{No} (Y_t^T + p_{N,t} Y_t^N) + \tau_t^l = p_{N,t} G_t + V_t$$

Es así que las ecuaciones que caracterizan el equilibrio son:

$$p_{N,t} = \frac{(1-\theta)}{\theta} \frac{C_t^T}{C_t^N} \quad (1)$$

$$\varphi \omega L_t^{\varphi-1} = \theta \Omega w_t \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{1}{x-1}} (C_t^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C_t^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \quad (2)$$

$$1 = E_t \left\{ \beta(1 + r_{t+1}) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varphi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varphi}} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\} \quad (3)$$

$$1 = E_t \left\{ \beta(1 + r_{t+1}^k - \delta) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varphi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varphi}} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\} \quad (4)$$

$$(1 - \tau_t^{No})(1 - \alpha)A^T K_t^{T-\alpha} L_t^{\alpha} = r_t^k \quad (5)$$

$$(1 - \tau_t^{No})\alpha A^T K_t^{T^{1-\alpha}} L_t^{\alpha-1} = w_t \quad (6)$$

$$(1 - \tau_t^{No})(1 - \eta)p_{N,t}A^N K_t^{N-\eta} L_t^{\eta} = r_t^k \quad (7)$$

$$(1 - \tau_t^{No})\eta p_{N,t}A^N K_t^{N^{1-\eta}} L_t^{\eta-1} = w_t \quad (8)$$

$$T_t + \tau_t^l = p_{N,t} G_t + V_t \quad (9)$$

$$T_t = T^o + T_t^{no} \quad (10)$$

$$T^o = \tau_t^o P_t^o Y_t^o \quad (11)$$

$$T_t^{no} = \tau_t^{No} (Y_t^T + p_{N,t} Y_t^N) \quad (12)$$

$$C_t^T + I_t + TB_t = Y_t^T + P_t^o Y_t^o \quad (13)$$

$$C_t^N + G_t = Y_t^N \quad (14)$$

$$TB_t = B_{t+1} - (1 + r_t) B_t \quad (15)$$

$$Y_t = p_{N,t} Y_t^N + P_t^o Y_t^o + Y_t^T \quad (16)$$

$$Y_t^T = A^T K_t^{T^{1-\alpha}} L_t^{\alpha} \quad (17)$$

$$Y_t^N = A^N K_t^{N^{1-\eta}} L_t^{\eta} \quad (18)$$

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t \quad (19)$$

$$r_t = r^* + \psi_1 (e^{B_t - \bar{B}} - 1) \quad (20)$$

$$C_t = C_t^T \theta C_t^N^{1-\theta} \quad (21)$$

$$L_t = L_t^T + L_t^N \quad (22)$$

$$K_{t-1} = K_t^T + K_t^N \quad (23)$$



Y el shock exógeno al precio del petróleo que golpea a la economía ecuatoriana se cita a continuación:

$$\ln P_{t+1}^o = (1 - \tau) \ln P^o + \tau \ln P_t^o + \mu_{t+1}^o \quad (24)$$

Además, los procesos¹¹ estocásticos del producto petrolero, transferencias, impuestos petroleros y no petroleros e ingresos de suma fija.

4.3.2 Estado estacionario

En esta sección se presenta el desarrollo para la obtención del estado estacionario de esta economía. Se analizan las restricciones para emparar ciertas características de los datos con los del modelo, y se enlistan las ecuaciones de estado estacionario que caracterizan la economía.

Siguiendo lo realizado por (Pieschacón, 2011) y (Guerra-Salas, 2014) se impusieron algunas restricciones para que coincidan las características de los datos de Ecuador con los del modelo detallado previamente. El tratamiento del mismo se detalla a continuación.

Sin pérdida de generalidad se asume que $Y^N = Y^T = Y^O = 1$, de esta manera las diferencias relativas entre sectores son capturadas por los precios relativos.

En el mercado laboral siguiendo a (Correia, Neves, & Rebelo, 1995) se determina que el trabajo (L) es igual a la tasa de empleo multiplicado por el promedio de horas trabajadas en la semana y dividido para la cantidad de horas por semana. Es decir:

$$L = \frac{\text{tasa de empleo}(40)}{7(14)}$$

Donde la tasa de empleo se estimó como la cantidad de personas empleadas como porcentaje de la PEA (Población económicamente activa). En Ecuador la tasa de empleo es del 94% (Instituto de Estadísticas y Censos -INEC-, 2010). Usando esta información y aplicando la fórmula antes mencionada, se define que el valor del trabajo de estado estacionario es $L = 0.38$. Adicionalmente, con los datos de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo -ENEMDU- se estimó la proporción de personas que trabajan en el sector transable y no transable.

Acorde a la estructura de la economía ecuatoriana, y desde el punto de vista de la producción de bienes transables y no transables, la determinación del sector se define en función de las ramas de actividad CIU de la economía. Es así que, para la clasificación del trabajo por sector, se utilizaron los sectores económicos en los que las personas están empleadas. De este modo, el trabajo transable de la economía comprende la adición de personas que se encuentren trabajando en siguientes ramas de la economía: Agricultura, caza, silvicultura y pesca (CIU A), petróleo y minas (CIU B) y manufacturas (CIU C); en cuanto al sector no transable, se considera la suma de personas que trabajan en los sectores de: Electricidad, Gas y Agua (CIU D y E), Construcción (CIU F), Comercio, restaurantes y hoteles (CIU G e I), Transporte, almacenamiento y comunicaciones (CIU H y J), servicios financieros y a empresas (CIU K, L, M, y N) y servicios gubernamentales, sociales y personales (CIU O, P, Q, R, S, y T). (SIISE, 2000)

La proporción de personas que se encuentran trabajando en el sector transable es del 21%, esto quiere decir que el trabajo transable de estado estacionario, que se obtiene de multiplicar este porcentaje por el 0.38 estimado previamente, es $L^T = 0.08$; Además, usando la ecuación 22 del trabajo agregado, se determina que el trabajo no transable de estado estacionario es $L^N = 0.30$.

¹¹ Estos son modelos AR(1)



Por otro lado, bajo la misma línea de análisis, y considerando los datos de cuentas nacionales del periodo 1980-2013, con año base 2007, se estima la producción transable, no transable y petrolera de estado estacionario del modelo.

En el Ecuador la producción transable¹² representa, en promedio, el 23% del PIB, $\frac{Y^T}{Y} = 0.23$; dado que $Y^T = 1$ esto implica que el valor de estado estacionario del PIB es $Y = 4.26$. Por otro lado, la producción petrolera, en promedio, es el 11% del PIB, $\frac{P^O Y^O}{Y} = 0.11$, y dados los valores de Y^O y Y en el modelo, el valor del precio del petróleo en estado estacionario es de $P^O = 0.48$. Además, la producción no transable en el país es, en promedio, el 65% del PIB, $\frac{p^N Y^N}{Y} = 0.65$; dado que se cuenta con los valores de Y^N y Y , se determina que el valor de estado estacionario del precio relativo del bien no transable¹³ es de $p^N = 2.78$

Del mismo modo, considerando la información de las cuentas fiscales del gobierno central del Ecuador en el periodo 1980-2013, con año base 2007, se estima el gasto, los ingresos, las transferencias y la deuda del gobierno de estado estacionario del modelo.

El gasto del gobierno¹⁴ representa, en promedio, el 12% del PIB, $\frac{p^N G}{Y} = 0.12$; considerando que ya se estimó Y y p^N previamente, el gasto del gobierno central de estado estacionario en el modelo es de $G = 0.19$. Respecto a los ingresos, el ingreso total en el país representa el 17.26% del PIB, $\frac{T}{Y} = 0.17$, considerando el valor de Y , en el modelo el valor de estado estacionario del ingreso total es de $T = 0.74$. Desglosándolo, el ingreso petrolero representa en promedio el 6.21% del PIB, $\frac{T^O}{Y} = \frac{\tau^O P^O Y^O}{Y} = 0.06$, por lo cual, dado que anteriormente se estimó el valor de P^O, Y^O e Y de estado estacionario, y considerando la ecuación, previa el valor de estado estacionario de la tasa impositiva del sector petrolero es de $\tau^O = 0.55$; del mismo modo, el ingreso no petrolero representa en promedio 11.05% del PIB, $\frac{T^{no}}{Y} = \frac{\tau^{no}(Y^T + p^N Y^N)}{Y} = 0.11$, y tomando los valores previamente obtenidos de Y^T, p^N, Y^N e Y , el valor de estado estacionario de la tasa impositiva del sector no petrolero es de $\tau^{no} = 0.12$. Asimismo, Las transferencias representan el 5.84% de PIB, $\frac{V}{Y} = 0.05$, por lo cual considerado el valor de Y , las transferencias del gobierno en el estado estacionario del modelo es de $V = 0.25$. Adicionalmente, el estado estacionario de esta economía, al ser no estocástico, debe cumplir que la esperanza del error del proceso estocástico¹⁵ debe ser igual a cero. Es decir, para el del precio del petróleo:

$$\mu_{t+1}^O = E(\mu_{t+1}^O) = 0 \quad (25)$$

Asimismo, en estado estacionario el *risk Premium* es cero, puesto que se cumple

$$\psi_1(e^{B_t - \bar{B}} - 1) = 0 \quad (26)$$

Notar que para eso, debe darse que

$$B = \bar{B} \quad (27)$$

Este valor se obtuvo de los datos de la economía ecuatoriana en el periodo 1980-2013. La deuda (pública y privada) representa, en promedio, el 47.9% del PIB, $\frac{\bar{B}}{Y} = 0.479$. Previamente se calculó el valor de Y , por lo cual, en estado estacionario la deuda en el modelo es de $\bar{B} = 2.04$

¹² Sin considerar el sector petrolero.

¹³ Este también puede ser estimado usando la ecuación 16 del producto agregado y da el mismo valor.

¹⁴ Sin considerar transferencias.

¹⁵ Se hace lo mismo para los demás procesos: $\varepsilon_{t+1}^{Y^O} = E(\varepsilon_{t+1}^{Y^O}) = 0$; $\varepsilon_{t+1}^{\tau^O} = E(\varepsilon_{t+1}^{\tau^O}) = 0$; $\varepsilon_{t+1}^{\tau^{no}} = E(\varepsilon_{t+1}^{\tau^{no}}) = 0$; $\varepsilon_{t+1}^V = E(\varepsilon_{t+1}^V) = 0$; $\varepsilon_{t+1}^{\tau^L} = E(\varepsilon_{t+1}^{\tau^L}) = 0$



De este modo, la ecuación 20 en estado estacionario se traduce a que la tasa de interés iguala a la internacional en estado estacionario.

$$r = r^* \quad (28)$$

Para obtener el parámetro se necesita el valor de la tasa de interés internacional r^* ; esta se estimó como el promedio de la tasa anual real de los bonos¹⁶ libres de riesgo de Estados Unidos en el periodo de estudio y los datos nominales fueron tomados de la Reserva Federal. El valor de la tasa internacional es de $r^* = 0.013$.

Sabiendo que en estado estacionario todas las variables satisfacen que $x_{t+1} = x_t = x$; se trabajó con las ecuaciones que caracterizan el equilibrio y se combinó esto con los datos previamente establecidos ($Y, Y^o, Y^T, Y^N, G, V, B, P^o, p^N, T, T^o, T^{no}, \tau^o, \tau^{no}, \tau^L, L, L^T, L^N$) para determinar los valores de estado estacionario de las ecuaciones restantes.

Es así que las ecuaciones que caracterizan el estado estacionario de la economía ecuatoriana se detallan a continuación:

$$TB = -rB \quad (29)$$

$$L = L^T + L^N \quad (30)$$

$$K^T = \left(\frac{Y^T}{L^T \alpha} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (31)$$

$$K^N = \left(\frac{Y^N}{L^N \eta} \right)^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (32)$$

$$K = K^T + K^N \quad (33)$$

$$K\delta = I \quad (34)$$

$$C^T = Y^T + P^o Y^o - TB - I \quad (35)$$

$$C^N = Y^N - G \quad (36)$$

$$C = C^T \theta C^{N^{1-\theta}} \quad (37)$$

$$w = (1 - \tau^{No}) \alpha \frac{Y^T}{L^T} \quad (38)$$

$$rk = (1 - \tau^{No})(1 - \alpha) \frac{Y^T}{K^T} \quad (39)$$

$$P^o = P^o \quad (40)$$

Cabe mencionar que aplicando lo detallado previamente, las siguientes ecuaciones de estado estacionario se cumplen.

$$\frac{\varphi \omega L^{\omega-1}}{\theta \Omega w_t \left(\Omega C^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{1}{x-1}} (C^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}} = (1 - \tau^{No}) \alpha \frac{Y^T}{L^T} \quad (41)$$

$$(1 - \alpha) \frac{Y^T}{K^T} = (1 - \eta) p_N \frac{Y^N}{K^N} \quad (42)$$

$$\tau^o P^o Y^o + \tau^{No} (Y^T + p_N Y^N) + \tau^L = p_N G + V \quad (43)$$

$$Y = p_N Y^N + P^o Y^o + Y^T \quad (44)$$

$$Y^N = A^N K^{N^{1-\eta}} L^{N\eta} \quad (45)$$

¹⁶ 3-month Treasury bill secondary market rate



4.3.3 Parámetros y calibración

Para la calibración se usan las variables de estado estacionario, además las series anuales de las variables de Ecuador en el periodo comprendido entre 1980- 2013 en dólares del 2007

Se parte con la calibración de θ , que es la participación de los bienes transables en el consumo privado; siguiendo a (Pieschacón, 2011) este debe igualar al peso que tienen los bienes transables¹⁷ en el IPC del país, de este modo, considerando los datos de Ecuador, el valor de este parámetro es $\theta = 0.20$. Seguidamente se calibra a ω , para lo cual se usa la información de las series de consumo en el país; el consumo privado representa el 85% del consumo general¹⁸, por lo cual, el valor del parámetro en el modelo es de $\Omega = 0.85$.

Por otro lado, el coeficiente de aversión relativa al riesgo considera un valor estándar utilizado en la literatura de pequeñas economías abiertas, es así que $\mu = 2$ (Guerra-Salas, 2014) (Neumeyer A. , 2010) (Uribe & Schmitt-Grohé, 2014). Además, siguiendo a (Burstein, Neves, & Rebelo, 2003), la tasa de depreciación del capital es igual a $\delta = 2.5\%$

Teniendo la información de la tasa de interés internacional, se procede a calibrar el factor de descuento β . Se parte de la ecuación de estado estacionario intertemporal de Euler, procedimiento usualmente usado (Uribe & Schmitt-Grohé, 2002) (De Miguel, Manzano, & Martin-Moreno, 2005) (McCandless, 2008). Es así que el valor del factor de descuento para la economía ecuatoriana es:

$$\beta = \frac{1}{1 + r^*} = 0.99$$

Con respecto al parámetro que regula la elasticidad del salario de la oferta laboral, ϖ , siguiendo a (Pieschacón, 2011) (Guerra-Salas, 2014) se calibro este valor con $\varpi = 3$, lo que implica que la elasticidad del salario es $\zeta^\varpi = 0.5$. De este modo $\varpi = \left(\frac{1}{\zeta^\varpi}\right) + 1$.

La calibración de los siguientes parámetros minimiza la brecha entre los datos del modelo y los datos empíricos del Ecuador. La participación del trabajo en la función de producción de cada sector se determina que es $\alpha = 0.53$ y $\eta=0.71$. Del mismo modo, la elasticidad de sustitución entre consumo privado y gasto del gobierno es de 0.3. Finalmente, el parámetro que regula la prima al riesgo es de $\psi = 7.33$.

Por último, para estimar la persistencia del shock del precio del petróleo, se realiza una estimación mediante mínimos cuadrados ordinarios¹⁹, usando el precio de petróleo y su rezago. El precio del petróleo esta deflactado con el deflactor del PIB (De Miguel, Manzano, & Martin-Moreno, 2005) . El valor estimado para la persistencia es de $\tau = 0.76$.

De esta manera, en la siguiente tabla se presentan los parámetros y su valor calibrado respectivo.

¹⁷ El Instituto Nacional de estadísticas y Censos –INEC- publica el IPC ya separado por transables y no transables.

¹⁸ Considera el consumo privado y gasto del gobierno.

¹⁹ Para los demás procesos estocásticos se realizó la misma estimación de los datos.



Tabla 3 Resumen de parámetros del modelo

Parámetro	Valor
$\Omega =$	0.85
$x =$	3
$\mu =$	2
$\delta =$	0.025
$\beta =$	0.99
$\varpi =$	3
$\theta =$	0.20
$\alpha =$	0.53
$\eta =$	0.71
$\tau =$	0.76

4.3.4 Log linealización

El modelo se soluciona usando la metodología de análisis de Modelos no lineales, dinámicos y estocásticos desarrollado por Uhlig. Con base en esta metodología, en esta sección se presentan las ecuaciones log linealizadas que caracterizan al equilibrio.

El principio de la log linealización es usar aproximaciones de Taylor alrededor del estado estacionario para reemplazar todas las ecuaciones por aproximaciones, las mismas que son funciones lineales en log desviaciones de las variables (Uhlig, 1997).

Formalmente, sea X_t el vector de variables y X sus estados estacionarios, el vector de log linealizaciones (\widetilde{X}_t) se define de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\widetilde{X}_t &\equiv \ln X_t - \ln X \\ X_t &\equiv X e^{\widetilde{X}_t}\end{aligned}$$

Además, como es usual, se usan las siguientes definiciones (Uhlig, 1997):

- $e^{\widetilde{X}_t} \cong 1 + \widetilde{X}_t$
- $e^{\widetilde{X}_t + a\widetilde{Y}_t} \cong 1 + \widetilde{X}_t + a\widetilde{Y}_t$
- $\widetilde{Y}_t \widetilde{X}_t \cong 0$

Considerando las ecuaciones que caracterizan el equilibrio y las ecuaciones de estado estacionario, se identifican en este modelo 2 variables endógenas de estado y 21 de control. Además, 6 variables exógenas de estado. El detalle se muestra en el anexo.

De esta manera, hay un sistema de ecuaciones de 29 variables con 29 incógnitas. El sistema a resolver se lo presenta a continuación (Uhlig, 1997) :

$$\begin{aligned}0 &= Ax_t + Bx_{t-1} + Cy_t + Dz_t \\ 0 &= E_t\{Fx_{t+1} + Gx_t + Hx_{t-1} + Jy_{t+1} + Ky_t + Lz_{t+1} + Mz_t\} \\ z_{t+1} &= Nz_t + \varepsilon_{t+1} \quad \text{Con } E(\varepsilon_{t+1}) = 0\end{aligned}$$

Los vectores y las matrices de coeficientes de este sistema se presentan en el anexo.



Es así que las ecuaciones que caracterizan el equilibrio son:

- *Ecuaciones intratemporales*

$$0 = \widetilde{C}_t^T - \widetilde{C}_t^N - \widetilde{p}_{N,t} \quad (46)$$

$$0 = p_N G \widetilde{G}_t + p_N G \widetilde{p}_{N,t} + V \widetilde{V}_t - T \widetilde{T}_t - \tau^L \widetilde{\tau}_t^L \quad (47)$$

$$0 = (1 - \alpha) \widetilde{K}_t^T + \alpha \widetilde{L}_t^T - \widetilde{Y}_t^T \quad (48)$$

$$0 = (1 - \eta) \widetilde{K}_t^N + \eta \widetilde{L}_t^N - \widetilde{Y}_t^N \quad (49)$$

$$0 = \psi_1 B \widetilde{B}_t - r \widetilde{r}_t \quad (50)$$

$$0 = (1 - \delta) \widetilde{K}_{t-1} + \delta \widetilde{I}_t - \widetilde{K}_t \quad (51)$$

$$0 = B \widetilde{B}_{t+1} - (1 + r) B \widetilde{B}_t - r B \widetilde{r}_t - T B \widetilde{T} B_t \quad (52)$$

$$0 = C^T \widetilde{C}_t^T + I \widetilde{I}_t + T B \widetilde{T} B_t - Y^T \widetilde{Y}_t^T - P^O Y^O \widetilde{P}_t^O - P^O Y^O \widetilde{Y}_t^O \quad (53)$$

$$0 = Y^N p_N \widetilde{p}_{N,t} + Y^N p_N \widetilde{Y}_t^N + Y^T \widetilde{Y}_t^T + P^O Y^O \widetilde{P}_t^O + P^O Y^O \widetilde{Y}_t^O - Y \widetilde{Y}_t \quad (54)$$

$$0 = \theta \widetilde{C}_t^T + (1 - \theta) \widetilde{C}_t^N - \widetilde{C}_t \quad (55)$$

$$0 = T^O \widetilde{T}_t^O + T^{no} \widetilde{T}_t^{no} - T \widetilde{T}_t \quad (56)$$

$$0 = \widetilde{P}_t^O + \widetilde{Y}_t^O + \widetilde{\tau}^O - \widetilde{T}_t^O \quad (57)$$

$$0 = \tau^{no} Y^N p_N \widetilde{p}_{N,t} + (Y^T + Y^N p_N) \tau^{no} \widetilde{\tau}^{no}_t + Y^T \tau^{no} \widetilde{Y}_t^T + \tau^{no} p_N Y^N \widetilde{Y}_t^N - T^{no} \widetilde{T}^{no}_t \quad (58)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^T - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{K}_t^T - \widetilde{r}_t^k \quad (59)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^T - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{L}_t^T - \widetilde{w}^t \quad (60)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^N + \widetilde{p}_{N,t} - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{K}_t^N - \widetilde{r}_t^k \quad (61)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^N + \widetilde{p}_{N,t} - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{L}_t^N - \widetilde{w}^t \quad (62)$$

$$0 = K^N \widetilde{K}_t^N + K^T \widetilde{K}_t^T - K \widetilde{K}_{t-1} \quad (63)$$

$$0 = L^N \widetilde{L}_t^N + L^T \widetilde{L}_t^T - L \widetilde{L}_t \quad (64)$$

$$0 = \frac{\Omega C^x}{NX} \widetilde{C}_t + \frac{(1 - \Omega) G^x}{NX} \widetilde{G}_t + \gamma \widetilde{C}_t^N + \phi \widetilde{C}_t^T + \widetilde{w}^t - (\varpi - 1) \widetilde{L}_t \quad (65)$$

- *Ecuaciones intertemporales*

$$0 = Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_{t+1} + Z(1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_{t+1} + Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_t + Z(1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_t + F L_{t+1} - F \widetilde{L}_t + \phi \widetilde{C}_{t+1}^T - \phi \widetilde{C}_t^T + \gamma \widetilde{C}_{t+1}^N - \gamma \widetilde{C}_t^N + \frac{r}{1+r} \widetilde{r}_{t+1} \quad (66)$$

$$0 = Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_{t+1} + Z(1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_{t+1} + Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_t + Z(1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_t + F L_{t+1} - F \widetilde{L}_t + \phi \widetilde{C}_{t+1}^T - \phi \widetilde{C}_t^T + \gamma \widetilde{C}_{t+1}^N - \gamma \widetilde{C}_t^N + \frac{r^k}{1 - \delta + r^k} \widetilde{r}_{t+1}^k \quad (67)$$

Dónde

$$Z = \frac{1}{NX(X-1)} - \frac{\mu N X^{\frac{1}{X}-1}}{N X^{\frac{1}{X}-1} - J} \quad J = \phi L^{\varpi} \quad F = \frac{J \varpi \mu}{N X^{\frac{1}{X}-1} - J}$$

- *Shock*²⁰

$$\widetilde{P}_{t+1}^O = \tau \widetilde{P}_t^O + \mu_{t+1}^O \quad (68)$$

²⁰ Para los demás shocks desarrolla de la misma manera.



5. RESULTADOS

Los resultados se presentan divididos en dos subsecciones, en la 5.1 el análisis de impulso respuesta y en la 5.2 los segundos momentos. En el primer caso se analiza lo que pasa con el PIB, el ingreso total, petrolero, no petrolero, el gasto del gobierno y el consumo de los hogares del modelo cuando la economía se enfrenta a un shock al precio de petróleo. Por otro lado, para el segundo caso, se analiza que tan bien simula el modelo a la economía ecuatoriana, esto se lo hace mediante el análisis de las propiedades de la series. Se compara el desvío estándar y el desvío estándar relativo al PIB de las series filtradas del modelo con los obtenidos de los datos de series de tiempo que se detallaron en la sección 3.

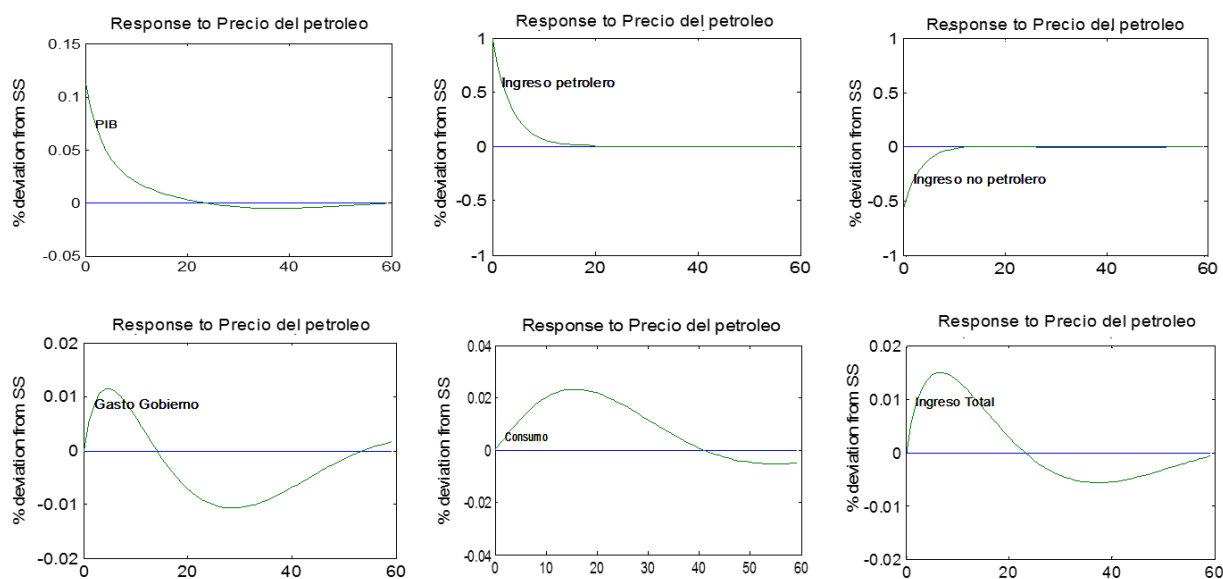
5.1 Impulso respuesta

Una manera de ver las propiedades dinámicas de una economía, sea la real o de un modelo, es estudiando las funciones impulso respuesta. (McCandless, 2008).

El análisis de impulso respuesta se realiza suponiendo que la economía se encuentra en estado estacionario -EE- y en el periodo inicial recibe un único shock exógeno, en este modelo, un shock al precio del petróleo. El mismo tiene una persistencia de 0.76 (como se comentó previamente).

La siguiente ilustración, presenta las funciones impulso - respuesta a un shock de una desviación estándar en el precio del petróleo. Note que el shock positivo genera un aumento en el ingreso petrolero, en el ingreso total, en el gasto del gobierno, en el consumo privado y en el PIB.

Ilustración 23 Impulso Respuesta a un shock al precio del petróleo



Claramente se identifica que el principal mecanismo de transmisión del shock a la economía es el ingreso petrolero. El impacto positivo en el precio del petróleo afecta casi en la misma proporción al ingreso petrolero, lo cual hace que este se vea incrementado por un periodo de tiempo y posteriormente regrese a su estado estacionario -EE-.

Al aumentar los precios del petróleo, el PIB petrolero aumenta por lo cual la recaudación petrolera del gobierno también es mayor. En este sentido, el ingreso total del gobierno (conformado por el ingreso petrolero y no petrolero) también se incrementa por este impacto en los ingresos petroleros, pero en menor proporción.



Este ingreso adicional generado por el shock positivo al precio del petróleo relaja la restricción presupuestaria del gobierno, permitiendo que haya un mayor gasto gubernamental en la economía.

El gasto del gobierno central aumenta en una proporción similar a la del ingreso total; sin embargo note que, a medida que el ingreso petrolero regresa a su estado estacionario, se observa también un efecto negativo en el gasto y en el ingreso previo a su retorno de EE.

Para el ingreso total el incremento por el shock supera el 0.01% en desvíos respecto al estado estacionario, mientras que la caída, si bien es proporcionalmente menor, se mantiene por debajo del EE por un periodo mayor. Por otro lado, para el gasto del gobierno se presenta un incremento y posteriormente una caída de 0.01 desvíos, y al igual que en el caso anterior, el gasto se mantiene por debajo del EE por un periodo mayor (casi el doble de tiempo).

El consumo de los hogares también se ve incrementado por el shock positivo al precio del petróleo, y la persistencia es mucho mayor a la presentada por el ingreso petrolero, total o el gasto del gobierno. Además, se observa que la caída que tiene antes de retornar a su estado estacionario en relación al incremento previo es considerablemente más baja. De alguna manera se suaviza el impacto.

Finalmente, el PIB de la economía se ve afectado positivamente casi en la misma proporción que el ingreso petrolero cuando hay un incremento en el precio del petróleo. Esto puede explicarse dado que el shock aumenta el PIB petrolero y por ende al PIB total de la economía. El desvío respecto a su EE se mantiene por encima de este por el periodo de tiempo en el que el ingreso petrolero fue afectado, sin embargo, posterior a eso cae un poco antes de retornar a su estado estacionario.

5.2 Segundos Momentos

En esta sección se contrasta las regularidades empíricas de la economía ecuatoriana con las del modelo simulado.

Tabla 4 Contraste empírico

ECUADOR: Comparación de resultados del modelo con los datos de las series de tiempo (1980-2013)				
Variables	Desvío Estándar		Desvío Estándar Relativo PIB	
	Datos	Modelo	Datos	Modelo
PIB	0.021	0.066	1.00	1.00
Consumo de los hogares	0.032	0.102	1.50	1.55
Inversión -FBKF-	0.071	0.499	3.30	7.56
Gasto del gobierno	0.160	0.507	7.70	7.68
ingreso total	0.140	0.286	6.70	4.33
ingreso petrolero	0.290	0.679	13.00	10.29
ingreso no petrolero	0.150	0.587	6.90	8.89
Exportaciones Netas	0.023	0.217	1.10	3.29

Fuente: Banco Central del Ecuador -BCE-

Elaboración: Propia

Como se observa en la tabla anterior, los momentos reportados por el modelo son parecidos a los reportados por la evidencia empírica. Considerando el consumo de los hogares, el gasto del gobierno, el ingreso total, petrolero y no petrolero, el modelo refleja las características estructurales de la economía ecuatoriana y en general de las economías emergentes. Por otro lado, la inversión y las exportaciones netas registran una mayor volatilidad



Siguiendo los modelos RBC, el consumo es usualmente modelado bajo la hipótesis del ingreso permanente, en este sentido la volatilidad del consumo debería ser más pequeña que la del producto dado que los agentes que optimizan intertemporalmente tienden a suavizar el consumo (De Gregorio, 2007). Sin embargo, el hecho de que el consumo sea más volátil que el producto (en los datos del Ecuador y en el modelo), en estos casos, puede ser entendido porque se incluye el consumo de bienes durables, los mismos que son más volátiles Y esto no necesariamente está en desacuerdo con la suavización del consumo que se plantea en el RBC, puesto que el consumo representa una inversión para el capital de los hogares más allá que un consumo directo (Uribe & Schmitt-Grohé, 2014). En este caso, el modelo replica bastante bien el desvío estándar relativo al PIB del consumo.

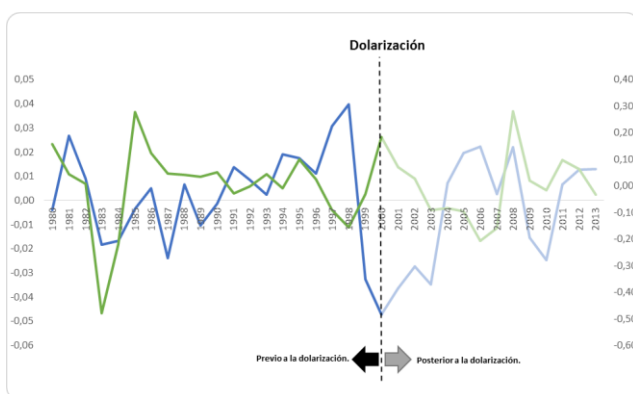
Si bien la inversión es uno de los componentes más volátiles en el Ecuador, en el modelo se registra una mayor volatilidad a la de los datos empíricos. Esto pudiera ser mejorado considerando costos de ajuste, instrumento generalmente utilizado para mejorar el ajuste y controlar la alta volatilidad de la inversión en los modelos. Además, la balanza comercial también presenta mayor volatilidad a lo registrado en los datos y una razón por la cual se dé la diferencia puede ser porque el modelo no captura las dinámicas de las exportaciones y de las importaciones.

Por otro lado, el gasto del gobierno central sin transferencias y los ingresos totales del gobierno central, como se presenta en la tabla 4, ambas series son considerablemente más volátiles que el PIB; el ingreso es 6.7 veces más variable y el gasto 7.7. Esto se explica, por un lado, por la composición del ingreso; si bien el ingreso no petrolero no presenta mucha volatilidad, el ingreso petrolero (que representa el 36% del ingreso total) es mucho más volátil por su relación con el precio del petróleo, por lo cual, manteniendo la cantidad de producción medianamente constante, el ingreso dependerá del precio absorbiendo su variabilidad.

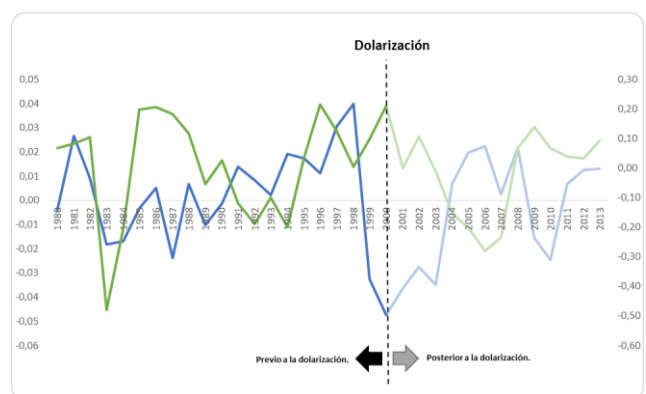
En la ilustración 24 y tabla 4 se observa que ambas series en el periodo de análisis son contra cíclicas, esto se asocia al hecho de que el precio del petróleo es contra cíclico y tiene efectos sobre el PIB en periodos rezagados, como se explicó previamente (ver ilustración 2, panel B).

Ilustración 24 Ciclo del ingreso, gasto y PIB del Ecuador – Filtro HP- : Periodo 1980-2013

Panel A: Comparación del ciclo del ingreso y del PIB



Panel B: Comparación del gasto y del PIB



Fuente: Banco Central del Ecuador –BCE-
Elaboración: Propia

Por otro lado, respecto al gasto, el gobierno puede cubrir el gasto mediante los ingresos (petroleros y no petroleros) o deuda. En este sentido, la deuda del Ecuador en el periodo analizado representa el 48% del PIB, sin embargo, en la etapa previa a la dolarización este valor se incrementa en 12 puntos porcentuales, llegando al 60% del PIB; posterior a la dolarización, la deuda en promedio representa el 30% del PIB. Esto quiere decir



que dentro de las políticas fiscales tomadas por el Ecuador, el apalancamiento en las recesiones siempre estuvo presente por lo cual se minimiza la prociclicidad de la serie.

Considerando lo mencionado, cuando el modelo intenta replicar los datos se identifica también una mayor volatilidad que el PIB lo cual se explica por la composición del ingreso, específicamente por el ingreso petrolero. La alta correlación que tiene con el precio del petróleo hace que la variabilidad de éste se refleje en este ingreso cíclico, note como el modelo replica este comportamiento.

6. CONCLUSIONES

- En el Ecuador se identificaron cinco crisis que golpearon fuertemente a la economía ecuatoriana: en 1983, 1987, 1999-2000, 2003 y 2009/2010. Cabe mencionar que actualmente el país se encuentra en una recesión económica desde mediados del 2015 por lo cual se esperaría ver los principales efectos en el 2016/2017.
- En Ecuador, en el periodo 1980-2015, la inversión representa el 22% del PIB, el consumo de los hogares el 64% y el gasto del gobierno equivale el 13% del PIB. Por otro lado, para Colombia en el periodo 1990-2000 (2000-2015), se identifica que la inversión representa el 20% (24%) del PIB, el consumo de los hogares el 65% (66%) y el gasto del gobierno es el 17% (16%) del PIB.
- Existe relación en la dinámica del ciclo del precio del petróleo y del PIB del Ecuador. Cada una de las crisis analizadas se relacionan con las principales caídas del precio del petróleo (1982, 1986, 1998, 2002 y 2009), y estas se presentan aproximadamente un año previo a cada crisis. A diferencia de esto, en Colombia se observa gráficamente una leve relación entre el ciclo económico del PIB y el ciclo del precio de petróleo. Sin embargo, el canal identificado para la transmisión de shocks al precio del petróleo es coincidente con el de Ecuador, y son los ingresos.
- La economía ecuatoriana y colombiana tienen características similares a las de una típica economía emergente, dado que presenta una inversión muy volátil, consumo e inversión pro cíclico y exportaciones netas contra cíclicas.
- En los últimos tres años donde hay un bajo precio de petróleo, se encuentra evidencia que Ecuador se ha visto afectado en mayor medida respecto a Colombia.
- Se desarrolló un modelo que busca explicar los efectos de shocks al precio de petróleo en los ciclos económicos ecuatorianos en el período 1980-2013 usando el enfoque metodológico de RBC. Es un modelo de equilibrio general dinámico estocástico de una pequeña economía abierta exportadora de petróleo. Los principales resultados plantean que al aumentar los precios del petróleo, el principal canal de transmisión es el aumento del ingreso petrolero del gobierno, el mismo que afecta directamente a los ingresos totales y por ende relajando la restricción presupuestaria permite que el gasto del gobierno también aumente. Además, el PIB aumenta por el incremento en el PIB petrolero. De este modo, un shock positivo en el precio del petróleo genera a la economía ecuatoriana un aumento en el ingreso petrolero, en el ingreso total, en el gasto del gobierno, en el consumo privado y en el PIB.
- El contraste de las regularidades empíricas plantea que en general los momentos reportados por el modelo son parecidos a los reportados por los datos del Ecuador. El modelo refleja las características estructurales de la economía ecuatoriana y en general de las economías emergentes respecto al consumo de los hogares, el gasto del gobierno, el ingreso total, petrolero y no petrolero,



- El modelo registra una mayor volatilidad en la inversión y las exportaciones netas. Esto puede ser explicado, para el primer caso, por la falta de costos de ajustes, y para el segundo caso por el hecho de que el modelo no captura las dinámicas de las exportaciones y de las importaciones.

7. APÉNDICE METODOLÓGICO: Criterio de similitud –Distancia de Mahalanobis–

Para definir la similitud de los países con Ecuador, se buscan países que presenten características, en términos de variables macroeconómicas, similares usando la distancia de Mahalanobis. La distancia de Mahalanobis es una medida multivariada estandarizada, donde al eliminar la variabilidad de cada estimador, se puede generar un solo indicador, pese a las distintas medidas que lo componen (Maeschlack, et al. 2000).

Su utilidad se basa sobre el hecho que permite determinar la similitud entre varias variables aleatorias multidimensionales. Además, se diferencia de la distancia euclídea al tener en cuenta la correlación entre las variables aleatorias y, además, no depende de las unidades de medida de las variables. En este sentido, empleando este tipo de distancia, solventamos el inconveniente de los efectos de unidades de medida distintas de las variables y obtenemos una distancia que no dependerá de estas unidades. Este es un aspecto muy importante ya que, para garantizar una definición del contexto que sea completa, han sido considerados factores que se refieren a aspectos de naturaleza diferente. Dentro del estudio se han analizado a los principales países de Sur América, específicamente aquellos que son caracterizados como países emergentes bajo los lineamientos de Uribe & Schmitt-Grohé.

7.1 Metodología

Para poder estimar la distancia construida sobre características con diferentes unidades de medición, se usa la estandarización. La estandarización, en el caso de la distancia de Mahalanobis, consiste en dividir la suma de cuadrados de las diferencias de las características seleccionadas entre dos individuos, para la matriz varianza – covarianza muestral. Esto viene expresado por la siguiente ecuación matricial:

$$d(\vec{x}_i, \vec{x}_j) = (\vec{x}_i - \vec{x}_j)^T \Sigma^{-1} (\vec{x}_i - \vec{x}_j)$$

Donde $d(\vec{x}_i, \vec{x}_j)$ es la distancia entre el país i en relación al país j por las características seleccionadas las cuales se encuentran en el vector de datos \vec{x} . El vector de datos para el país i viene a ser:

$$x_i = \begin{pmatrix} x_{1i} \\ \vdots \\ x_{pi} \end{pmatrix}$$

En dicho vector se tiene la información de cada una de las p características seleccionadas para cada país i . Por otra parte la matriz varianza – covarianza se obtiene de la siguiente manera:

- Dada una matriz de datos con p variables y n observaciones (7 variables para 10 países): $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)$
- La matriz varianza - covarianza muestral viene a ser:

$$\Sigma = (X^T * X) / (n - 1)$$

En la matriz Σ se tiene que la diagonal principal posee en cada posición $[p, p]$, la varianza de la correspondiente variable p , mientras que fuera de la diagonal principal en cada posición $[m, p]$, se tiene la covarianza entre las variables m y p .

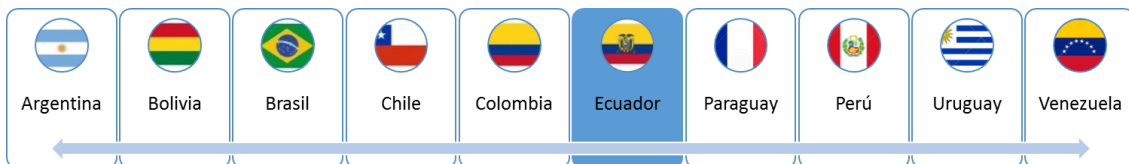


7.2 Datos y variables

Las variables usadas para este análisis multivariado son las principales variables macroeconómicas de cada país. A continuación se detallan las variables seleccionadas para el análisis:

- i) El PIB per cápita
- ii) El consumo de los hogares como porcentaje del PIB.
- iii) La formación bruta de capital fijo (inversión) como porcentaje del PIB.
- iv) El gasto del gobierno como porcentaje del PIB.
- v) Las exportaciones como porcentaje del PIB.
- vi) La tasa de crecimiento del PIB.
- vii) La inflación.

Los países considerados para este análisis, como se comentó, son aquellos definidos por Uribe & Schmitt-Grohé como países emergentes, en este sentido se hace este análisis multivariado con los 10 países de latinoamérica:



La información macroeconómica de todos los países se obtuvo de la base de datos del Banco Mundial y se refiere al promedio de los años 2000-2014. La estrategia de calcular el valor promedio se basa sobre la consideración de garantizar una definición del contexto de los países que no sea una descripción que puede depender meramente de una fase coyuntural.

7.3 Resultados

Con toda la información previa se estimó la distancia de Mahalanobis entre Ecuador y los diez países que se incluyeron en el análisis. Se puede notar que al comparar la distancia con Colombia, ésta resulta cercana al Ecuador como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5 Distancia de Mahalanobis con respecto a Ecuador

<i>País</i>	<i>Valor</i>
Uruguay	0.33
Perú	0.66
Paraguay	0.99
Ecuador	1.00
Venezuela, RB	1.32
Colombia	1.65
Chile	1.98
Brasil	2.31
Bolivia	2.64
Argentina	2.97

Fuente: Banco Mundial
Elaboración: Propia



8. REFERENCIAS

- Acosta, A. (2006). *Breve historia económica del Ecuador*. Quito: Corporación editorial nacional .
- Anders Thorsrud, L. (2014). *International business cycles and oil market dynamics*.
- Asociación de la industria Hidrocarburífera del Ecuador. (16 de junio de 2012). El petróleo en Cifras. *Factores que inciden en el mercado mundial*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Banco Central del Ecuador. (15 de marzo de 2016). *Operaciones del Sector Público No financiero -SPNF- % del PIB; serie anual 1983-2011 & Operaciones del GC mensual*. Obtenido de Banco Central del Ecuador: www.bce.fin.ec/index.php/publicaciones-de-banca-central3
- Banco Central del Ecuador. (15 de marzo de 2016). *Publicación: 85 años del Banco Central del Ecuador (Series estadísticas históricas). Capítulo 2. & Publicación 35 del BCE*. Obtenido de Banco central del Ecuador: contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Anuario/80años.htm
- Banco de la República. (2006). *La economía colombiana: Situación actual frente a los noventa y sus perspectivas*.
- Banco de la República -BCC-. (2009). *La menor vulnerabilidad de la economía colombiana al choque externo negativo y la posibilidad de adelantar una política monetaria contracíclica sin comprometer la meta de inflación*.
- Bouakez, H., & Rebei, N. (2003). *Why does private consumption rise after a government spending shock*. Ontario: Bank of Canada.
- Bruno, C., & Portier, F. (1995). *A small open Economy RBC model: The French economy case*.
- Burstein, A., Neves, J., & Rebelo, S. (2003). *Distribution costs and real exchange rate dynamics during exchange rate-based stabilizations*. *Journal of Monetary Economics* 50, 1189-1214.
- Correia, I., Neves, J., & Rebelo, S. (1995). *Business Cycles in a Small Open Economy*. *European Economic Review*, 1089-1113.
- De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía: Teoría y política. 1era Edición*. Prentice Hall.
- De Miguel, C., Manzano, B., & Martín - Moreno, J. (2005). *Oil shocks and the Business Cycle in Europe*.
- De Miguel, C., Manzano, B., & Martín-Moreno, J. M. (2005). *Oil Shocks and the Business Cycle in Europe*. FEDA.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-. (2010). *Nueva serie de cuentas nacionales base 2005*.
- El comercio. (29 de junio de 2011). *El Comercio.com*. Recuperado el 16 de Junio de 2015, de <http://www.elcomercio.com/opinion/editorial/ingresos-petroleros.html>
- El comercio. (05 de Enero de 2015). *El comercio.com*. Recuperado el 16 de junio de 2015, de El comercio.com: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-recorta-presupuesto-precio-petroleo.html>
- El País . (11 de 1 de 2015). Los desafíos que enfrentará Colombia por la caída del petróleo. . *El País*.
- El Tiempo. (15 de 09 de 2003). Hechos que sacudieron al país. *El tiempo*.
- El Tiempo. (29 de 11 de 2014). Caída del precio del petróleo prende las alarmas en Colombia. *El Tiempo*.
- El Tiempo. (29 de 11 de 2014). Tenemos cómo compensar la caída de precios del petróleo. *El Tiempo*.
- Guerra-Salas, J. F. (2014). *Government Investment and the Business Cycle in Oil-Exporting Countries*.
- INEC. (2014). *INFLACIÓN ENERO 2014*. QUITO.
- Instituto de Estadísticas y Censos -INEC-. (2010). *Evolución del mercado laboral -Diciembre 2010*.
- Justiniano, A., Primiceri, G., & Tambalotti, A. (2010). "Investment Shocks and Business Cycles. *Journal of Monetary Economics* 57, 132-145.
- MaCurdy, T., & Blundell, R. (1999). "Labor Supply: A Review of Alternative. En O. Ashenfelter, D. Card, & (eds.), *Handbook of Labor Economics*, Vol. (págs. 1559-1695). Amsterdam,.
- McCandless, G. (2008). *The ABCs of the RBCs*.
- Mirzaei, H. (2005). *Modelling Iran's Business Cycles based on oil price shocks*.
- Naranjo, S. (1 de 05 de 2012). Hace 20 años Colombia sufrió el apagón. *El Colombiano*.
- Neumeyer, A. (2010). *Economía Monetaria Internacional, notas de clase*. Buenos Aires.
- Neumeyer, P., & Perri, F. (s.f.). *Business Cycles in Emerging Economies: The role of interest rates*.



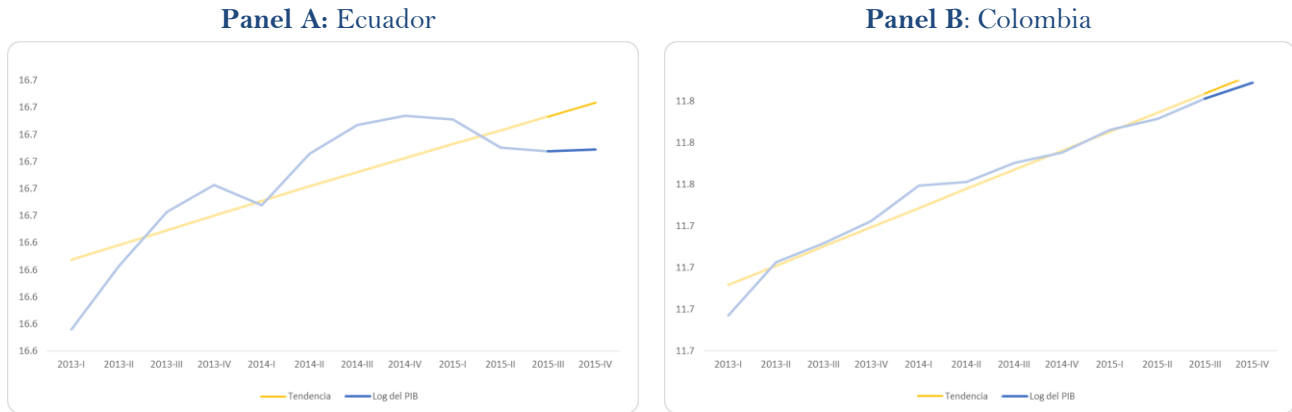
- Organization of the Petroleum Exporting Countries -OPEP-. (2014). *Annual Statistical Bulletin 2014*.
- Parma, A. (s.f.). *Aplicaciones de la función CES*. Buenos Aires.
- Pieschacón, A. (2011). *The Value of Fiscal Discipline for Oil-Exporting Countries*.
- Portafolio. (2002)., (pág. 32).
- Ramirez-Rondán, N., & Aquino, J. (2005). *Estimation of the share of Physical Capital in Output*. Peru.
- Schmidt, T., & Zimmermann, T. (2005). *Effects of oil price shocks on German business cycles*.
- Segovia, S. (2003). *Tipo de cambio real de equilibrio. Un análisis del caso ecuatoriano. Nota técnica N.71*. Banco Central del Ecuador.
- SIISE. (2000). *DOCUMENTOS DE TRABAJO DEL SIISE No 5*. Quito.
- Silva-Colamnares, J. (2003). Colombia: Crisis del crecimiento económico. Expresión en el comportamiento de la oferta final (1990-2002). *Economía y Desarrollo, volumen 2*.
- Smets, F., & Wouters, R. (2007). Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. *American Economic Review* 97, 586-606.
- Uhlig, H. (1997). *A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Stochastic Models Easily*. CentER, University of Tilburg, and CEPR.
- Uribe, M., & Schmitt-Grohé, S. (2002). *CLOSING SMALL OPEN ECONOMY MODELS*. Cambridge,.
- Uribe, M., & Schmitt-Grohé, S. (2011). *Pegs and Pain*.
- Uribe, M., & Schmitt-Grohé, S. (2014). *Open Economy Macroeconomics*. New York.



9. ANEXOS

Anexo 9. 1 Tendencia de las series del PIB trimestral de Colombia y Ecuador

Ilustración 25 Tendencia y ciclo del PIB-Filtro HP- : Periodo 2013 I -2015 IV



Fuente: Banco Central del Ecuador y Banco de la República –Banco Central de Colombia –
Elaboración: Propia

Anexo 9. 2 Desarrollo de la Log linealización del modelo

La log linealización se calcula para cada una de las ecuaciones que caracterizan el equilibrio

• Agente

➤ De (1)

$$p_{N,t} = \frac{(1 - \theta) C_t^T}{\theta C_t^N}$$

$$\widetilde{p}_{N,t} = \ln p_{N,t} - \ln p_N$$

$$\mathbf{0} = \widetilde{C}_t^T - \widetilde{C}_t^N - \widetilde{p}_{N,t}$$

➤ De (2)

$$\varphi \omega L_t^{\varpi-1} = \theta \Omega w_t \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{1}{x-1}} (C_t^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C_t^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}$$

Defino

$$N_t = \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1 - \Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)$$

$$A_t = \frac{\theta \Omega w_t (C_t^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C_t^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}}{\varphi \omega L_t^{\varpi-1}}$$

Se reemplaza en (2) y queda:

$$0 = N_t^{\frac{1}{x-1}} A_t - 1$$

Se log linealiza la expresión anterior.

$$0 = \frac{1}{x-1} \widetilde{N}_t + \frac{1}{x-1} A_t \quad (2^*)$$



Adicionalmente, se log linealiza y se determina el estado estacionario de cada una de las definiciones previamente planteadas.

$$\begin{aligned}\bar{N}_t &= \frac{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}}(x-1)}{NX} \bar{C}_t + \frac{(1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}}(x-1)}{NX} \bar{G}_t \\ \bar{A}_t &= \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \bar{C}_t^N + \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \bar{C}_t^T + \bar{w}^t - (\varpi-1)\bar{L}_t \\ N &= \left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}} \right) \\ A &= \frac{\theta\Omega w(C^T)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} (C^N)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}}{\varphi\omega L^{\varpi-1}}\end{aligned}$$

Luego se reemplaza en (2*)

$$0 = \frac{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \bar{C}_t + \frac{(1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \bar{G}_t + \gamma \bar{C}_t^N + \phi \bar{C}_t^T + \bar{w}^t - (\varpi-1)\bar{L}_t$$

Dónde

$$\gamma = \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \quad \phi = \frac{(\theta-1)x-\theta}{x}$$

➤ De (3)

$$1 = E_t \left\{ \beta(1+r_{t+1}) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varpi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varpi}} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\}$$

Se define:

$$\begin{aligned}B_t &= \frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^{\varpi}}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^{\varpi}} \\ C_t &= \frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega)G_t^{\frac{x-1}{x}}} \\ A_t &= \beta(1+r_{t+1}) \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}}\end{aligned}$$

Se reemplaza en (3) y queda:

$$0 = B_t^{-\mu} C_t^{\frac{1}{x-1}} A_t - 1$$

Se log linealiza la expresión anterior.

$$0 = B^{-\mu} C^{\frac{1}{x-1}} A \left(1 - \mu \bar{B}_t + \frac{1}{x-1} \bar{C}_t + \bar{A}_t \right) - 1$$



$$0 = -\mu \widetilde{B}_t + \frac{1}{x-1} \widetilde{C}_t + \widetilde{A}_t \quad (3^*)$$

Adicionalmente, se log linealiza y se determina el estado estacionario de cada una de las definiciones previamente planteadas

$$\begin{aligned} \widetilde{B}_t &= \frac{N^{\frac{1}{x-1}} \Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{C}_{t+1} + \frac{N^{\frac{1}{x-1}} (1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{G}_{t+1} - \frac{J\omega}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{L}_{t+1} + \frac{J\omega}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{L}_t - \frac{N^{\frac{1}{x-1}} \Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{C}_t - \frac{N^{\frac{1}{x-1}} (1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J\right)} \widetilde{G}_t \\ \widetilde{C}_t &= \frac{\Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{C}_{t+1} + \frac{(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{G}_{t+1} - \frac{\Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{C}_t - \frac{(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{G}_t \\ \widetilde{A}_t &= \frac{r}{1+r} \widetilde{r}_{t+1} + \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \widetilde{C}_{t+1}^r - \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \widetilde{C}_t^r + \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \widetilde{C}_{t+1}^N - \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \widetilde{C}_t^N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \beta(1+r) \\ B &= 1 \\ C &= 1 \end{aligned}$$

Luego se reemplaza en (3*)

$$0 = Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_{t+1} + Z(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_{t+1} + Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_t + Z(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_t + F \widetilde{L}_{t+1} - F \widetilde{L}_t + \phi \widetilde{C}_{t+1}^T - \phi \widetilde{C}_t^T + \gamma \widetilde{C}_{t+1}^N - \gamma \widetilde{C}_t^N + \frac{r}{1+r} \widetilde{r}_{t+1}$$

Dónde

$$\begin{aligned} \frac{1}{NX(x-1)} - \frac{\mu N^{\frac{1}{x-1}}}{\frac{x}{N^{x-1}} - J} &= Z & J &= \varphi L^\omega & F &= \frac{J\omega\mu}{\frac{x}{N^{x-1}} - J} \\ \gamma &= \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} & \phi &= \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \end{aligned}$$

➤ De (4)

$$1 = E_t \left\{ \beta(1+r_{t+1}^k - \delta) \left[\frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^\omega}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^\omega} \right]^{-\mu} \left[\frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \right]^{\frac{1}{x-1}} \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \right\}$$

Se define:

$$\begin{aligned} B_t &= \frac{\left(\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_{t+1}^\omega}{\left(\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}} \right)^{\frac{x}{x-1}} - \varphi L_t^\omega} \\ C_t &= \frac{\Omega C_{t+1}^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_{t+1}^{\frac{x-1}{x}}}{\Omega C_t^{\frac{x-1}{x}} + (1-\Omega) G_t^{\frac{x-1}{x}}} \\ A_t^k &= \beta(1+r_{t+1}^k - \delta) \left(\frac{C_{t+1}^T}{C_t^T} \right)^{\frac{(\theta-1)x-\theta}{x}} \left(\frac{C_{t+1}^N}{C_t^N} \right)^{\frac{(x-1)(1-\theta)}{x}} \end{aligned}$$



Se reemplaza en (4) y queda:

$$0 = B_t^{-\mu} C_t^{\frac{1}{x-1}} A_t^k - 1$$

Se log linealiza la expresión anterior.

$$0 = B^{-\mu} C^{\frac{1}{x-1}} A \left(1 - \mu \widetilde{B}_t + \frac{1}{x-1} \widetilde{C}_t + \widetilde{A}_t \right) - 1$$

$$0 = -\mu \widetilde{B}_t + \frac{1}{x-1} \widetilde{C}_t + \widetilde{A}_t^k \quad (4^*)$$

Adicionalmente, se log linealiza y se determina el estado estacionario de cada una de las definiciones previamente planteadas

$$\widetilde{B}_t = \frac{\frac{1}{N^{x-1}} \Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{C}_{t+1} + \frac{\frac{1}{N^{x-1}} (1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{G}_{t+1} - \frac{\frac{J\omega}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{L}_{t+1} + \frac{J\omega}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{L}_t - \frac{\frac{1}{N^{x-1}} \Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{C}_t - \frac{\frac{1}{N^{x-1}} (1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)} \widetilde{G}_t}{\left(\frac{x}{N^{x-1}} - J \right)}$$

$$\widetilde{C}_t = \frac{\Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{C}_{t+1} + \frac{(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{G}_{t+1} - \frac{\Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{C}_t - \frac{(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{NX} \widetilde{G}_t$$

$$\widetilde{A}_t^k = \frac{r^k}{1-\delta+r^k} \widetilde{r}_{t+1}^k + \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \widetilde{C}_{t+1}^T - \frac{(\theta-1)x-\theta}{x} \widetilde{C}_t^T + \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \widetilde{C}_{t+1}^N - \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \widetilde{C}_t^N$$

$$B = 1$$

$$C = 1$$

$$A^k = \beta(1+r^k-\delta)$$

Luego se reemplaza en (4*)

$$0 = Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_{t+1} + Z(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_{t+1} + Z \Omega C^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{C}_t + Z(1-\Omega) G^{\frac{x-1}{x}} \widetilde{G}_t + F \widetilde{L}_{t+1} - F \widetilde{L}_t + \phi \widetilde{C}_{t+1}^T - \phi \widetilde{C}_t^T + \gamma \widetilde{C}_{t+1}^N - \gamma \widetilde{C}_t^N + \frac{r^k}{1-\delta+r^k} \widetilde{r}_{t+1}^k$$

Donde

$$\frac{1}{NX(X-1)} - \frac{\frac{1}{\mu NX^{x-1}}}{\frac{x}{NX^{x-1}} - J} = Z \quad J = \varphi L^\omega \quad F = \frac{J\omega\mu}{\frac{x}{NX^{x-1}} - J}$$

$$\gamma = \frac{(x-1)(1-\theta)}{x} \quad \phi = \frac{(\theta-1)x-\theta}{x}$$

• Firms

➤ De (5)

$$r_t^k = (1-\tau_t^{No})(1-\alpha)A^T K_t^{T-\alpha} L_t^{\alpha}$$

$$r^k + r^k \widetilde{r}_t^k = (1-\tau_t^{No} - \tau^{No} \widetilde{\tau}_t^{No})(1-\alpha) \frac{Y^T}{K^T} (1 + \widetilde{Y}_t^T - \widetilde{K}_t^T)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^T - \frac{\tau^{no}}{(1-\tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{K}_t^T - \widetilde{r}_t^k$$

➤ De (6)

$$w_t = (1-\tau_t^{No})\alpha A^T K_t^{T-1-\alpha} L_t^{\alpha-1}$$

$$w + w \widetilde{w}_t = (1-\tau_t^{No} - \tau^{No} \widetilde{\tau}_t^{No})(1-\alpha) \frac{Y^T}{L^T} (1 + \widetilde{Y}_t^T - \widetilde{L}_t^T)$$

$$0 = \widetilde{Y}_t^T - \frac{\tau^{no}}{(1-\tau^{no})} \widetilde{\tau}^{no}_t - \widetilde{L}_t^T - \widetilde{w}_t$$



➤ De (7)

$$\begin{aligned} r_t^k &= (1 - \tau_t^{No})(1 - \eta)p_{N,t}A^N K_t^{N-\eta} L_t^{N\eta} \\ r^k + r^k \tilde{r}_t^k &= (1 - \tau_t^{No} - \tau^{No} \tilde{\tau}_t^{No})(1 - \eta) \frac{Y^N}{K^N} (1 + \tilde{Y}_t^N - \tilde{K}_t^N) \\ \mathbf{0} &= \tilde{Y}_t^N + \tilde{p}_{N,t} - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \tau^{no}_t - \tilde{K}_t^N - \tilde{r}_t^k \end{aligned}$$

➤ De (8)

$$\begin{aligned} (1 - \tau_t^{No})\eta p_{N,t}A^N K_t^{N-1-\eta} L_t^{N\eta-1} &= w_t \\ w + w\tilde{w}_t &= (1 - \tau_t^{No} - \tau^{No} \tilde{\tau}_t^{No})(1 - \alpha) \frac{Y^T}{L^T} (1 + \tilde{Y}_t^T - \tilde{L}_t^T) \\ \mathbf{0} &= \tilde{Y}_t^N + \tilde{p}_{N,t} - \frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})} \tau^{no}_t - \tilde{L}_t^N - \tilde{w}_t \end{aligned}$$

• **Gobierno**

➤ De (9)

$$\begin{aligned} T_t + \tau_t^L &= p_{N,t}G_t + V_t \\ \tau^L + \tau^L \tilde{\tau}_t^L + T + T\tilde{T}_t + \tau_t^L &= Gp_N + Gp_N \tilde{G}_t + Gp_N \tilde{p}_{N,t} + V + V\tilde{V}_t \\ \mathbf{0} &= p_N G \tilde{G}_t + p_N G \tilde{p}_{N,t} + V\tilde{V}_t - T\tilde{T}_t - \tau^L \tilde{\tau}_t^L \end{aligned}$$

➤ De (10)

$$\begin{aligned} T_t &= T^o + T_t^{no} \\ T + T\tilde{T}_t &= T^o + T^o \tilde{T}_t^o + T^{no} \tilde{T}_t^{no} \\ \mathbf{0} &= T^o \tilde{T}_t^o + T^{no} \tilde{T}_t^{no} - T\tilde{T}_t \end{aligned}$$

➤ De (11)

$$\begin{aligned} T^o &= \tau_t^o P_t^o Y_t^o \\ \tilde{T}_t^o &= \ln \tau_t^o + \ln P_t^o + \ln Y_t^o - \ln \tau^o - \ln P^o - \ln Y^o \\ \mathbf{0} &= \tilde{P}_t^o + \tilde{Y}_t^o + \tilde{\tau}^o - \tilde{T}_t^o \end{aligned}$$

➤ De (12)

$$\begin{aligned} T_t^{no} &= \tau_t^{No} (Y_t^T + p_{N,t} Y_t^N) \\ T^{no} + T^{no} \tilde{T}_t^{no} &= \tau^{no} Y^T + \tau^{no} Y^T \tilde{\tau}_t^{no} + \tau^{no} Y^T \tilde{Y}_t^T + \tau^{no} p_N Y^N + \tau^{no} p_N Y^N \tilde{\tau}_t^{no} + \tau^{no} p_N Y^N \tilde{p}_{N,t} + \tau^{no} p_N Y^N \tilde{Y}_t^N \\ \mathbf{0} &= \tau^{no} Y^N p_N \tilde{p}_{N,t} + (Y^T + Y^N p_N) \tau^{no} \tilde{\tau}_t^{no} + Y^T \tau^{no} \tilde{Y}_t^T + \tau^{no} p_N Y^N \tilde{Y}_t^N - T^{no} \tilde{T}_t^{no} \end{aligned}$$

• **Mercado**

➤ De (13)

$$\begin{aligned} C_t^T + I_t + TB_t &= Y_t^T + P_t^o Y_t^o \\ C^T + C^T \tilde{C}_t^T + I + \tilde{I}_t + TB + TB\tilde{T}_t = Y^T + Y^T \tilde{Y}_t^T + Y^o P^o + Y^o P^o \tilde{P}_t^o + P^o Y^o \tilde{Y}_t^o \\ \mathbf{0} &= C^T \tilde{C}_t^T + \tilde{I}_t + TB\tilde{T}_t - Y^T \tilde{Y}_t^T - P^o Y^o \tilde{P}_t^o - P^o Y^o \tilde{Y}_t^o \end{aligned}$$

➤ De (14)

$$\begin{aligned} C_t^N + G_t &= Y_t^N \\ C^N + C^N \tilde{C}_t^N + G + G\tilde{G}_t &= Y^N + Y^N \tilde{Y}_t^N \\ \mathbf{0} &= C^N \tilde{C}_t^N + G\tilde{G}_t - Y^N \tilde{Y}_t^N \end{aligned}$$



➤ De (15)

$$\begin{aligned} TB_t &= B_{t+1} - (1 + r_t)B_t \\ TB e^{\widetilde{TB}_t} &= B e^{\widetilde{B}_{t+1}} - (1 + r e^{\widetilde{r}_t}) B e^{\widetilde{B}_t} \\ \mathbf{0} &= \mathbf{B} \widetilde{\mathbf{B}}_{t+1} - (\mathbf{1} + \mathbf{r})\mathbf{B} \widetilde{\mathbf{B}}_t - \mathbf{r}\mathbf{B}\widetilde{\mathbf{r}}_t - \mathbf{TB} \widetilde{\mathbf{TB}}_t \end{aligned}$$

➤ De (16)

$$\begin{aligned} Y_t &= p_{N,t}Y_t^N + P^o Y_t^o + Y_t^T \\ Y\widetilde{Y}_t + Y &= Y^N p_N (1 + \widetilde{Y}_t^N + \widetilde{p}_{N,t}) + P^o Y^o (1 + \widetilde{P}_t^o + \widetilde{Y}_t^o) + Y^T \widetilde{Y}_t^T + Y^T \\ \mathbf{0} &= \mathbf{Y}^N \mathbf{p}_N \widetilde{\mathbf{p}}_{N,t} + \mathbf{Y}^N \mathbf{p}_N \widetilde{\mathbf{Y}}_t^N + \mathbf{Y}^T \widetilde{\mathbf{Y}}_t^T + \mathbf{P}^o \mathbf{Y}^o \widetilde{\mathbf{P}}_t^o + \mathbf{P}^o \mathbf{Y}^o \widetilde{\mathbf{Y}}_t^o - \mathbf{Y}\widetilde{\mathbf{Y}}_t \end{aligned}$$

➤ De (17)

$$\begin{aligned} Y_t^T &= A^T K_t^{T1-\alpha} L_t^{T\alpha} \\ \widetilde{Y}_t^T &= \ln A^T + (1 - \alpha) \ln K_t^T + \alpha \ln L_t^T - \ln A^T - (1 - \alpha) \ln K^T - \alpha \ln L^T \\ \mathbf{0} &= (\mathbf{1} - \alpha)\mathbf{K}_t^T + \alpha\mathbf{L}_t^T - \mathbf{Y}_t^T \end{aligned}$$

➤ De (18)

$$\begin{aligned} Y_t^N &= A^N K_t^{N1-\eta} L_t^{N\eta} \\ \widetilde{Y}_t^N &= \ln A^N + (1 - \eta) \ln K_t^N + \eta \ln L_t^N - \ln A^N - (1 - \eta) \ln K^N - \eta \ln L^N \\ \mathbf{0} &= (\mathbf{1} - \eta)\mathbf{K}_t^N + \eta\mathbf{L}_t^N - \mathbf{Y}_t^N \end{aligned}$$

➤ De (19)

$$\begin{aligned} K_t &= (1 - \delta)K_{t-1} + I_t \\ K e^{\widetilde{K}_t} &= (1 - \delta)K e^{\widetilde{K}_{t-1}} + I e^{\widetilde{I}_t} \\ \mathbf{0} &= (\mathbf{1} - \delta)\mathbf{K}_{t-1} + \delta\mathbf{I}_t - \mathbf{K}_t \end{aligned}$$

➤ De (20)

$$\begin{aligned} r_t &= r^* + \psi_1 (e^{B_t - \bar{B}} - 1) \\ r e^{\widetilde{r}_t} &= r^* + \psi_1 (e^{B(1 + \widetilde{B}_t) - \bar{B}} - 1) \\ \mathbf{0} &= \psi_1 \mathbf{B} \widetilde{\mathbf{B}}_t - \mathbf{r} \widetilde{\mathbf{r}}_t \end{aligned}$$

➤ De (21)

$$\begin{aligned} C_t &= C_t^{T\theta} C_t^{N1-\theta} \\ \widetilde{C}_t &= \theta \ln C_t^T + (1 - \theta) \ln C_t^N - \theta \ln C^T + (1 - \theta) \ln C^N \\ \mathbf{0} &= \theta \mathbf{C}_t^T + (1 - \theta) \mathbf{C}_t^N - \mathbf{C}_t \end{aligned}$$

➤ De (22)

$$\begin{aligned} L_t &= L_t^T + L_t^N \\ L + L\widetilde{L}_t &= L^N + L^N \widetilde{L}_t^N + L^T + L^T \widetilde{L}_t^T \\ \mathbf{0} &= \mathbf{L}^N \widetilde{\mathbf{L}}_t^N + \mathbf{L}^T \widetilde{\mathbf{L}}_t^T - \mathbf{L}\widetilde{\mathbf{L}}_t \end{aligned}$$

➤ De (23)

$$\begin{aligned} K_{t-1} &= K_t^T + K_t^N \\ K + K\widetilde{K}_{t-1} &= K^N + K^N \widetilde{K}_t^N + K^T + K^T \widetilde{K}_t^T \\ \mathbf{0} &= \mathbf{K}^N \widetilde{\mathbf{K}}_t^N + \mathbf{K}^T \widetilde{\mathbf{K}}_t^T - \mathbf{K}\widetilde{\mathbf{K}}_{t-1} \end{aligned}$$



• Shock ²¹

➤ De (24)

$$\begin{aligned} \ln P_{t+1}^o &= (1 - \tau)\ln P^o + \tau \ln P_t^o + \mu_{t+1}^o \\ \widetilde{P}_{t+1}^o &= \ln P_{t+1}^o - \ln P^o \\ \widetilde{P}_{t+1}^o &= \tau P_t^o + \mu_{t+1}^o \end{aligned}$$

Anexo 9.3 Determinación de las variables del modelo con base en la metodología de Uhlig

Tabla 5 Variables del modelo: Metodología de Uhlig

Variables endógenas		Variables exógenas	
i Estado		i Estado	
1)	Bonos	1)	Precio del petróleo
2)	Capital	2)	PIB petrolero
i Control		3)	Tax petrolero
1)	Producto	4)	Tax no petrolero
2)	Producto transable	5)	Transferencias
3)	Producto no transable	6)	Ingreso de suma fija
4)	Inversión		
5)	Consumo		
6)	Consumo transable		
7)	Consumo no transable		
8)	Gasto del gobierno		
9)	Ingreso petrolero		
10)	Ingreso no petrolero		
11)	Ingreso total		
12)	Balanza comercial		
13)	Tasa de interés		
14)	Inversa del tipo de cambio real		
15)	Capital transable		
16)	Capital no transable		
17)	Trabajo transable		
18)	Trabajo no transable		
19)	Trabajo		
20)	Salario		
21)	Tasa interés del capital		

²¹ Para los demás shocks desarrolla de la misma manera.



Anexo 9. 4 Matrices del modelo: Metodología de Uhlig

Inicialmente se detallan los vectores de las variables y posteriormente se definen las matrices

➤ **Vectores**

$$y^t = \begin{bmatrix} \widetilde{Y}_t \\ \widetilde{Y}_t^T \\ \widetilde{Y}_t^N \\ \widetilde{I}_t \\ \widetilde{C}_t \\ \widetilde{C}_t^T \\ \widetilde{C}_t^N \\ \widetilde{G}_t \\ \widetilde{T}_t^o \\ \widetilde{T}_t^{no} \\ \widetilde{T}_t \\ \widetilde{T}\widetilde{B}_t \\ \widetilde{r}_t \\ \widetilde{p}\widetilde{m}_t \\ \widetilde{K}_t^T \\ \widetilde{K}_t^N \\ \widetilde{L}_t^T \\ \widetilde{L}_t^N \\ \widetilde{L}_t \\ \widetilde{W}_t \\ \widetilde{r}_t^k \end{bmatrix}$$

$$z_t = [\widetilde{P}_t^o \quad \widetilde{Y}_t^o \quad \widetilde{r}_t^o \quad \widetilde{r}_t^{no} \quad \widetilde{V}_t \quad \widetilde{r}_t^L]$$

$$x_t = [\widetilde{B}_{t+1} \quad \widetilde{K}_t]$$

$$\varepsilon_{t+1} = [\mu_{t+1}^o \quad \varepsilon_{t+1}^{y^o} \quad \mu_{t+1}^{to} \quad \mu_{t+1}^{tno} \quad \mu_{t+1}^v \quad \mu_{t+1}^{tL}]$$

➤ **Matrices**

$$A = (21 \times 2)$$

	1	2
1		
2		
3		
4		
5		
6		-1
7	B	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		

$$B = (21 \times 2)$$

	1	2
1		
2		
3		
4		
5		
6	$\psi_1 B$	(1 - δ)
7	-(1 + r)B	
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		-K
20		
21		



D= (21x6)

1	1	2	3	4	5	6
2					V	$-\tau^L$
3						
4						
5						
6						
7						
8	$-p^0 \gamma^0$	$-p^0 \gamma^0$				
9						
10	$p^0 \gamma^0$	$p^0 \gamma^0$				
11						
12						
13	1	1	1			
14				$(Y^T + Y^N p_N) \tau^{no}$		
15				$\frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})}$		
16				$\frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})}$		
17				$\frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})}$		
18				$\frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})}$		
19				$\frac{\tau^{no}}{(1 - \tau^{no})}$		
20						
21						



C= (21x21)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1						1	-1							-1							
2								$p_N G$			-T			$p_N G$							
3		-1													$(1 - \alpha)$		α				
4			-1													$(1 - \eta)$		η			
5													$-r$								
6				δ																	
7												$-TB$	$-rB$								
8		$-Y^T$		I		C^T						TB									
9			$-Y^N$				C^N	G													
10	$-Y$	Y^T	$Y^N p_N$												$Y^N p_N$						
11					-1	θ	$(1 - \theta)$														
12									T^o	T^{no}	$-T$										
13									-1												
14		$Y^T \tau^{no}$	$\tau^{no} p_N Y^N$							$-T^{no}$				$\tau^{no} Y^N p_N$							
15		1													-1						-1
16		1															-1				-1
17			1											1		-1					-1
18			1											1				-1			-1
19															K^T	K^N					
20																	L^T	L^N	$-L$		
21					$\frac{\Omega C^{\frac{x-1}{x}}}{NX}$	ϕ	γ	$\frac{(1 - \Omega) G^{\frac{x-1}{x}}}{NX}$											$-(\omega - 1)$	1	

MACROECONOMÍA Y PETRÓLEO: CASO EMPÍRICO ECUADOR



F= (2x2)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{c} \\ \end{array} \right| \end{matrix}$$

G= (2x2)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{c} \\ \end{array} \right| \end{matrix}$$

H= (2x2)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{c} \\ \end{array} \right| \end{matrix}$$

J= (2x21)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 19 & 20 & 21 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{ccccccccccccccccccc} & & & & Z\Omega C^{\frac{x-1}{x}} & \phi & \gamma & Z(1-\Omega)G^{\frac{x-1}{x}} & & & & & \frac{r}{1+r} & & & & & & F & & & \\ & & & & Z\Omega C^{\frac{x-1}{x}} & \phi & \gamma & Z(1-\Omega)G^{\frac{x-1}{x}} & & & & & & & & & & & & F & & & \frac{r^k}{1-\delta+r^k} \end{array} \right| \end{matrix}$$

K= (2x21)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 19 & 20 & 21 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{ccccccccccccccccccc} & & & & Z\Omega C^{\frac{x-1}{x}} & -\phi & -\gamma & Z(1-\Omega)G^{\frac{x-1}{x}} & & & & & & & & & & & & -F & & \\ & & & & Z\Omega C^{\frac{x-1}{x}} & -\phi & -\gamma & Z(1-\Omega)G^{\frac{x-1}{x}} & & & & & & & & & & & & & -F & & \end{array} \right| \end{matrix}$$

L= (2x6)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{c} \\ \end{array} \right| \end{matrix}$$

M= (2x6)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix} & \left| \begin{array}{c} \\ \end{array} \right| \end{matrix}$$

N= (6x6)

$$\begin{matrix} & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \left| \begin{array}{cccccc} \tau & & & & & \\ & m & & & & \\ & & j & & & \\ & & & o & & \\ & & & & n & \\ & & & & & q \end{array} \right| \end{matrix}$$