

**Comparación de Efectos Macroeconómicos entre Australia y Colombia Derivados de un
Choque sobre el Precio del Carbón**

Marlen Yamilet Cardona Botero

**Universidad del Valle
Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
Departamento de Economía
Cali (Valle del Cauca)**

2015

**Comparación de Efectos Macroeconómicos entre Australia y Colombia Derivados de un
Choque sobre el Precio del Carbón**

Marlen Yamilet Cardona Botero

Código: 1133252

Trabajo de Grado para Optar al Título de Economista

Tutor: Jorge Mario Uribe Gil

**Universidad del Valle
Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
Departamento de Economía
Cali (Valle del Cauca)**

2015

Tabla de contenido

1.	Introducción	1
1.1	Colombia	1
1.2	Australia	3
1.3	Hipótesis	4
2.	Revisión de Literatura.....	5
2.1	El carbón en Colombia y Australia.....	5
2.2	Análisis Histórico	7
2.3	Políticas.....	7
2.4	Volatilidad.....	8
2.5	Choques de Oferta y Demanda	9
2.6	Los Precios del Carbón, la Electricidad y sus Efectos	10
3.	Marco Teórico	12
4.	Metodología	14
4.1	Colombia	15
4.2	Australia	17
4.3	Datos.....	19
5.	Discusión de Resultados	21
5.1	Colombia	21
5.2	Australia	24
6.	Conclusiones.....	30
	Referencias	32

Índice de Gráficos y Tablas

Gráfico 1. Series Utilizadas para la Modelación Colombiana del VARX(2), 2000-2014.....	21
Gráfico 2. Funciones Impulso Respuesta (FIR) de las Series Incluidas en el Modelo ante Choques en los Precios Internacionales del Carbón.....	22
Gráfico 3. Series Australianas Utilizadas en el Modelo VAR(3), 1994-2013	25
Gráfico 4. Funciones Impulso Respuesta de las Series Australianas Ante un Choque Positivo Inesperado sobre el Precio Internacional del Carbón	26
Gráfico A1. Cantidad y Precios de las Exportaciones de Carbón	34
Gráfico A2. Demanda de Energía Global	34
Gráfico A3 Inversión en Minería	35
Tabla 1 Pruebas de Raíz Unitaria Colombia.....	35
Tabla 2 Pruebas de Raíz Unitaria Australia	35
Tabla 3. Métodos de Conversión	36
Tabla 4. Autocorrelación	36

Comparación de Efectos Macroeconómicos entre Australia y Colombia Derivados de un

Choque sobre el Precio del Carbón

RESUMEN

Este trabajo pretende dilucidar los efectos que se dan a nivel macroeconómico en Colombia, siendo una economía pequeña exportadora neta de carbón, cuando hay un choque sobre los precios del mineral y realizar una comparación con Australia, que se cataloga como el segundo mayor exportador a nivel mundial. En el análisis se incluyen variables macro que reflejan una economía abierta, tales como el tipo de cambio real, un índice de producción industrial y accionario, una tasa de interés nacional e internacional y la tasa de desempleo nacional. Los resultados para Colombia se obtienen a través de la metodología S-VARX que refleja el supuesto de economía pequeña. En el caso de Australia se emplea un modelo VAR con una identificación de las innovaciones por medio de una función impulso - respuesta generalizada. Los resultados que se encuentran están acorde con lo que plantea la teoría, de tal manera que un choque positivo sobre el precio del carbón lleva a disminuciones en la tasa de desempleo y a aumentos en el nivel generalizado de los precios.

Palabras Claves: Carbón, economía pequeña, choque inesperado, S-VARX, VAR estructural.

Clasificación JEL: C32, E37, Q27, Q43.

1. Introducción

Las variaciones del precio del carbón impactan la riqueza y el nivel de actividad económica de un país independientemente de su tamaño. Este estudio pretende encontrar las direcciones de estos efectos y su magnitud para Colombia, una economía pequeña exportadora neta de carbón en comparación con Australia, el segundo mayor exportador del mineral en la actualidad. En esta sección comenzaremos analizando el estado de esta actividad en cada país y sus expectativas hacia el futuro.

1.1 Colombia

En años recientes, según Rudas (2014) el país se ha favorecido con el crecimiento del sector extractivo, que pasó de 5,7% a 7,7% del PIB entre 2007 y 2012 como consecuencia del aumento de los precios del carbón desde mediados de la primera década del siglo XXI. En el informe se muestra también la pérdida de participación en el PIB del sector industrial, agropecuario y de servicios. Lo anterior, sumado a la expansión del sector de minería e hidrocarburos, condiciona que la economía colombiana continúe dependiendo de la abundancia de recursos básicos como el carbón.

El comportamiento de los precios del carbón que entre 2007 y 2008 llegaron hasta los US\$140 y 190 dólares por tonelada, alcanzaron un segundo pico histórico después de la crisis económica del 2009, pues hacia finales de 2010 la tonelada del mineral tenía un precio de US\$140 dólares. A partir de allí los precios han venido disminuyendo, sin embargo se mantienen en un nivel superior de los establecidos en el 2009 y continúan creciendo, de tal manera que la extracción de carbón con el fin de exportarse muestra un crecimiento sostenido y es una de las actividades más dinámicas de la economía (ver gráfico 1 en anexos).

Según un informe para la Agencia Internacional de la Energía realizado por Begoña (2012), el incremento de la demanda de carbón en el mundo ha ocurrido en una proporción un poco menor de la que han presentado el resto de energías (ver gráfico 2 en anexos). Esta tendencia de crecimiento

parecía prolongarse hasta el 2016, según el estudio, aunque en el presente año ha sido notoria la caída en el precio de la mayoría de minerales. El aumento en la demanda se traduce en una mayor explotación de depósitos que cada vez se van a encontrar más pobres, lo que encarece la extracción y produce aumentos en el precio del carbón.

En Colombia, el dinamismo del sector mencionado anteriormente y su continuo auge tiene impactos considerables sobre la actividad económica. El sector de minas e hidrocarburos ha contribuido a la generación de empleo en el país a pesar de ser intensivo en capital, el número de empleos creados por el sector pasó de 175 mil en el año 2005 a 249 mil en el año 2011. Además se emplean personas de poblaciones vulnerables como en el Norte de Santander, donde la mediana y pequeña minería crearon alrededor de 10.500 empleos y alrededor de 20 mil familias viven de la extracción del mineral, la cifra para Boyacá se encuentra entre 4.000 y 8.000 personas, para Cundinamarca el número de empleos es cercano a los 16.000 según Fedesarrollo (2012).

La proporción de inversión que es atraída por el sector minero-energético también es un aspecto relevante. El carbón ocupa el segundo lugar en las exportaciones con un total de USD\$ 13.786 millones de dólares en el año 2009, lo que se atribuye a la inversión extranjera directa (IED) de empresas asociadas al sector que aumentó en un 74% de 2006 a 2009 a pesar de la informalidad, la poca industrialización del sector y la debilidad institucional, según el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Sumado a lo anterior, el aumento de la participación del sector en el PIB y la IED tiene impactos sobre la transferencia de ingresos al gobierno. Según el DNP la participación del sector en el PIB ha aumentado en la última década, pasó de 8,8% a 9,2% del año 2006 al 2009, a la vez, un aumento en la IED tiene un efecto positivo sobre las exportaciones, que tomó valores de USD\$ 24.391 millones de dólares a USD\$ 32.853 en el mismo periodo. Los recursos generados por el sector y su creciente dinamismo contribuyen a la inversión social y productiva, en el año 2009 las transferencias se acercaron a \$20 billones derivadas de regalías, impuestos nacionales, locales y utilidades de las empresas.

Para concluir, las proyecciones de la producción de carbón mencionadas en el Plan Nacional de Desarrollo (PND, 2010-2014), que indican un aumento de la producción en el sector minero-energético y la actividad de exploración, en adición a la creciente demanda y el alza de los precios del carbón, sustentan la motivación de analizar los efectos sobre el crecimiento económico colombiano provenientes de un sector que se considera como una de las locomotoras del país.

1.2 Australia

Kong, Schwartz, & Chen (2012) realizan un análisis económico sobre Australia, en el que aseguran que la proximidad de este país con Asia ha sido el antídoto contra la desaceleración de las economías avanzadas gracias a la demanda por parte del continente de materias primas provenientes de Australia. Así lo demuestra el crecimiento positivo que tuvo el país durante la crisis financiera de los años 2008-2009, que se debió entre otras cosas a la elevada demanda de materias primas proveniente de China. Por otra parte, a pesar de la fortaleza que muestran indicadores económicos australianos como un PIB cerca del potencial, tasas alrededor del pleno empleo y un nivel de inflación que se mantiene dentro del rango objetivo, para el año 2012 no había grandes expectativas acerca del crecimiento de sectores ajenos al minero, mientras se esperaba que en los dos años siguientes éste creciera un 12%, para el resto se precisaba un crecimiento de 2%.

Havas (2014), en un informe para EXPOMINAS sobre Australia, cataloga la exploración y la minería como los responsables de impulsar el desarrollo económico y social del país. Desde el año 1850 el sector ha aportado al desarrollo económico del país, obligándolo a desarrollarse en términos tecnológicos y de infraestructura debido a las condiciones de trabajo en áreas remotas. Para el año 2014 Australia era el tercer productor de minerales más grande del mundo y el primer exportador de oro, mineral de hierro y carbón negro.

Australia cuenta con las mayores reservas a nivel mundial de uranio, níquel, zinc, plomo, mineral de hierro y carbón. Estos recursos aportan un 10,7% al PIB del país, de manera que las exportaciones atribuidas al sector representan un 42% de las exportaciones totales equivalente a US\$ 104 billones.

Sin embargo, los precios de las exportaciones pueden ser volátiles lo que vuelve la economía vulnerable a la variación de los términos de intercambio. El crecimiento continuo de la economía australiana, por cerca de 23 años, se ha debido en gran proporción a la creciente demanda mundial de energía, ante lo que el país aumentó sus inversiones en minería para aumentar su producción de 2% del PIB en 2002 a casi 8% en 2013. Dichas inversiones se concentraron en la extracción de mineral de hierro, carbón y gas natural licuado.

El sector minero energético seguirá siendo de los más importantes en el país, pues además de tener abundancia de recursos como ya se mencionó anteriormente, la producción es de bajo costo y por tanto muy competitiva. Sin embargo, Stuart (2014) plantea una posible reducción del precio internacional del mineral de hierro y del carbón debida a un aumento en la oferta de materias primas, por lo que se prevé un decaimiento en la inversión destinada al sector (ver gráfico 3 en anexos). Debido a lo anterior, el país deberá buscar una solución para mantener un crecimiento sostenido en el largo plazo. Por esto vale la pena estudiar los efectos que puede tener una variación en los precios del carbón como la que menciona Stuart (2014) y contemplar los efectos que tiene este choque sobre la actividad económica australiana.

1.3 Hipótesis

Los choques en los precios de las materias primas hacen parte de los choques externos que tienen incidencia sobre la variación del crecimiento económico de un país. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2012) los efectos macroeconómicos del sector exportador de productos básicos varían según el ciclo de sus precios. De esta manera, se espera que ante descensos en los precios haya declives en la actividad económica, por el contrario, cuando aumenten que haya dinamismo. Así sucede para los países exportadores netos de petróleo, combustible que hace parte del mismo sector en el que se encuentra el carbón (minero-energético). En relación al caso colombiano se analizarán los efectos de ser un exportador neto carbón siendo una economía emergente, lo que posiciona a este país como

vulnerable ante cambios en los precios del mineral a nivel internacional debido a que no tiene influencia sobre ellos. En el caso de Australia, por ser una economía de gran tamaño, se espera que algunos de los efectos que se darían de manera más acentuada para una economía pequeña no sucedan o se contrarresten con otros que ocurren a nivel macroeconómico dentro del país.

2. Revisión de Literatura

La dependencia de los países emergentes de una gran proporción de las exportaciones netas de productos básicos con relación al PIB es un tema cada vez más importante, como también lo es para los principales exportadores de materias primas, pues esta actividad impulsa en gran medida su economía. Durante los últimos años estos países se han visto beneficiados por el incremento de los precios de los bienes básicos, sin embargo, los primeros son vulnerables en una mayor proporción que los segundos ante caídas en los precios. Por lo tanto, se deben tener presentes políticas para contrarrestar los efectos negativos sobre la economía que puedan derivarse de determinados choques. De acuerdo a esto, se han realizado diferentes estudios con el fin de que los países que cuentan con una gran cantidad de recursos primarios puedan guiarse sobre cómo esta abundancia los lleve hacia el dinamismo y crecimiento de su economía sin depender de un único sector.

2.1 El carbón en Colombia y Australia

Los estudios sobre los efectos que tiene la variación de los precios del carbón en Colombia a nivel macroeconómico son realmente escasos, en su mayoría tratan de análisis medioambientales, del lugar de donde se extrae el recurso o de su composición y la cantidad de reservas. Sin embargo, hay dos estudios que vale la pena resaltar:

En primer lugar, tenemos lo que plantean Martínez & Aguilar (2013) en un estudio para Fedesarrollo, acerca de los impactos del sector minero sobre la economía colombiana. Dada la proporción de las

exportaciones de productos básicos en el total de las exportaciones, en el PIB, en la balanza de pagos, en las regalías y en la inversión extranjera directa, se pueden presentar apreciaciones en el país y la oferta puede concentrarse sólo en estos productos, debido a lo que se pierde diversificación en las exportaciones y se advierte mayor vulnerabilidad ante cambios en los precios de las materias primas.

En el trabajo se realizan comparaciones frente a 3 economías, Chile, Australia y Canadá, que han sabido manejar el potencial del sector y lo han aprovechado como un impulso para crecer. Para analizar el caso colombiano recurren al Modelo Insumo Producto y observan los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás que se derivan de la actividad en el sector, concluyendo que es necesario ampliar ambos encadenamientos, es decir, que es importante desarrollar actividades productivas que utilizan productos mineros y promover el respaldo a los proveedores nacionales del sector.

En segundo lugar, se encuentra el informe realizado por Guillermo Rudas (2014) para Fescol acerca de la minería de carbón a gran escala en Colombia. En este estudio se realiza un análisis descriptivo del cual se concluye que las exportaciones de carbón procedentes de la minería a gran escala, destinadas a Estados Unidos y Europa, vienen creciendo considerablemente. Esta práctica ha aumentado sobre todo en los departamentos de Guajira y Cesar, lugares donde se adelanta en mayor medida esta actividad. Además, estas prácticas generan rentas para el fisco nacional que se invierten en departamentos y municipios, lo que contribuye a su desarrollo; aunque por ser una actividad intensiva en capital, baja capacidad para crear empleo y poca inversión en actividades alrededor de la zona minera su efecto sobre el crecimiento de las economías locales es mínimo. Por lo tanto, se da una paradoja entre el crecimiento acelerado del producto y las condiciones de las personas que se encuentran cerca al lugar de extracción en términos económicos, medioambientales y de violencia.

Finalmente, Connolly, Jääskelä & Merwe (2013) realizan un análisis descriptivo para Australia, Brasil, Canadá, Chile, Rusia y Suráfrica con el fin de determinar los impactos macroeconómicos que tiene sobre estos países la exportación de *commodities*. A partir de lo analizado se halla que gracias al

crecimiento de la demanda de materias primas han aumentado los términos de intercambio, además de la inversión en cada uno de los países, que sin duda ha sido mayor en el caso de Australia. También se han presentado apreciaciones del tipo de cambio real en todas las economías estudiadas, mientras otros sectores se han visto beneficiados de los ingresos provenientes del auge minero, de tal manera que estos países han experimentado dinamismo en su actividad económica a la vez que la inflación se ha mantenido dentro de rangos razonables en comparación con auges de materias primas en épocas anteriores.

2.2 Análisis Histórico

De Colombia y Australia pasamos a un plano más general del que proceden conclusiones importantes en cuanto al tema en cuestión para una amplia gama de países y para un período de 40 años:

Adler & Sosa (2011) se proponen determinar los aspectos que hacen que se mitiguen los impactos de caídas en los precios de las materias primas. A partir de un estudio de corte transversal de choques negativos de gran importancia y un modelo de datos panel desde el año 1970 hasta 2010 para 64 países emergentes y economías desarrolladas exportadoras de productos básicos, se estudia el comportamiento de los precios las materias primas. Del análisis se derivan conclusiones acerca de políticas macroeconómicas sobre todo en momentos de fuertes variaciones en los precios, de tal manera que se deben tener presentes la dependencia, la calidad y flexibilidad de las políticas a la hora de mitigar efectos negativos sobre la economía del país. Por lo anterior encuentran que políticas fiscales expansivas, poca flexibilidad cambiaria, una débil posición en el exterior y políticas erróneas ejecutadas con anterioridad a dinamismos en el sector intensifican dichos efectos.

2.3 Políticas

A partir del análisis histórico anteriormente descrito que concluye que son importantes las políticas adoptadas por un país, se presenta el estudio de Chen, Rogoff y Rosi (2008) en el que analizan la importancia del tipo de cambio como instrumento de política. Estudian si éste puede predecir los

cambios en los precios de los productos básicos. Demuestran que el tipo de cambio vaticina de manera robusta el precio futuro de las mercancías básicas, hallazgo que permite contar con un mayor número de índices globales asociados a las materias primas. Los autores usaron el enfoque teórico del valor presente para demostrar la predictibilidad de los precios de los bienes básicos a través del tipo de cambio, a su vez, analizaron la relación inversa que resultó no ser tan robusta. Además, señalan que hay una causalidad de Granger del tipo de cambio en relación con los precios de los productos básicos en cada país, encontrando mayor previsión de esta forma en comparación con un modelo de caminata aleatoria o uno autorregresivo.

2.4 Volatilidad

La predictibilidad mencionada anteriormente es importante pues la volatilidad de los precios de las materias primas tiene efectos sobre la posición fiscal de los países. Medina (2010) analiza estos efectos por medio de un Vector Autorregresivo, para 8 países de América Latina exportadores de materias primas (Perú, Colombia, Argentina, Brasil, Chile, Venezuela, Ecuador y Mexico), región especialmente vulnerable ante los cambios en los precios de los productos básicos, usando un conjunto de variables trimestrales que contienen índices de precios de las mercancías básicas y medidas del gasto público en cada país. Los resultados señalan que los países ven afectada su posición fiscal cuando varían los precios. En Venezuela las variables fiscales suelen ser más sensibles ante los choques y los gastos reaccionan más que los ingresos. Mientras que en Chile los gastos varían muy poco, comportamiento observado en los países de ingresos altos que puede atribuirse a la transparencia y al compromiso político de cada país con las decisiones que se toman en cada uno.

También se realiza un estudio para África sobre el porqué de la volatilidad de los precios de las materias primas y lo que retarda el desarrollo en el continente con el fin de proporcionar información a los formuladores de política. Deaton (1999) realiza una revisión de literatura sobre los precios de las materias primas exportadas por África y cómo ha sido su relación con el desarrollo del continente; de

manera que encuentra aspectos que no favorecen a los países africanos, tales como los reducidos niveles de educación, las guerras, las enfermedades y los conflictos políticos que causan déficits temporales en la producción. Además, encuentra que en el largo plazo los precios reales de las materias primas tienen una tendencia a la baja, lo que perjudica a los países que dependen en gran parte de sus exportaciones. En adición, también halla que incrementos en los precios no solucionan los problemas de distribución del ingreso, debido a que dichos aumentos no son previstos en el corto plazo y por tanto no hay políticas que respalden los choques. Por último, concluye que la mala calidad del gobierno y las inversiones inadecuadas son los aspectos que más influyen sobre el desarrollo del continente.

2.5 Choques de Oferta y Demanda

La volatilidad en los precios de las materias primas mencionada anteriormente puede ser causada por choques de oferta y demanda. Aastveit, Bjørnland, & Thorsrud (2014) analizan la vulnerabilidad de las economías emergentes y desarrolladas, específicamente para cambios en los precios del petróleo que se dan como consecuencia de dichos choques. Para esto se emplea un modelo FAVAR (*Factor Augmented Vector Autorregresive*) que se aplica a 33 países (18 países de la OECD y 15 emergentes) para el periodo de análisis 1992 – 2009. De esta manera, se capturan los cambios en la demanda de petróleo para cada tipo de economía y se observan funciones impulso - respuesta que dan cuenta de los efectos de choques de demanda sobre diferentes variables como la producción, el precio del petróleo y la actividad económica de las economías emergentes y desarrolladas.

Los resultados del estudio señalan que los choques de demanda afectan en una proporción mayor a los países emergentes que a las economías desarrolladas. Dichos impactos han impulsado el precio del petróleo en las dos últimas décadas en ambos tipos de economías, sin embargo, encuentran que diferentes regiones del mundo reaccionan de manera distinta ante los choques negativos de oferta que hacen que aumente el precio del combustible, en este caso, la actividad económica desmejora para Estados Unidos y Europa y mejora ocasionalmente para Suramérica y Asia.

Bond (1987) también estudia los choques de oferta y demanda, de manera específica, analiza cómo reaccionan las exportaciones de los bienes básicos ante estos para regiones de países en desarrollo que no exportan petróleo. Comienza señalando los cambios en la estructura de las exportaciones que han tenido los países en desarrollo y posteriormente muestra la evidencia empírica obtenida. Hallazgos que obtiene luego de construir y estimar por mínimos cuadrados no lineales y mínimos cuadrados ordinarios, las ecuaciones de oferta y demanda para cinco regiones y cinco productos básicos. Estudia las exportaciones de alimentos, energía, minerales, materias primas agrícolas, bebidas y tabaco de Asia, África, el Medio Oriente y el Hemisferio Occidental.

Para el periodo analizado, de 1963 hasta 1982, encuentra que la estructura de las exportaciones de los países en desarrollo cambió a causa del aumento en su capacidad de procesamiento. Lo anterior significa que estos países aumentaron su participación en el mercado mundial de manufacturas mientras caía la cantidad exportada de productos básicos. Sin embargo, insertarse en el mercado manufacturero no compensó las cuotas perdidas en el comercio internacional de materias primas, lo que sumado a los problemas de deuda de dichos países los ubica en una posición económica infortunada. Por esto, Bond (1987) recomienda que recuperen sus posiciones a nivel mundial como exportadores de materias primas, situación que les ayudaría además a mejorar sus perspectivas de crecimiento en el largo plazo.

2.6 Los Precios del Carbón, la Electricidad y sus Efectos

Zhihua, Meihua, & Bo (2011) utilizan distintas metodologías con el fin de predecir el efecto de variaciones en el precio del carbón sobre el IPC para la economía China. Entre los métodos econométricos que utilizan se encuentran el modelo de corrección de error (ECM) y la función impulso-respuesta. A partir de lo anterior se pretende hallar cuál es efecto y cuánto se demora una

variación del precio del carbón en impactar el IPC. Para realizar la estimación los datos se convirtieron en una base cuasi-fija a partir de enero de 2002 hasta octubre de 2010. Los resultados señalan que hay una relación de equilibrio a largo plazo entre los precios del mineral y el IPC, además de encontrar que la eficacia con la que afectan las variaciones del precio al IPC en el largo plazo es de 0,157%, mientras no se encuentra ningún impacto en el largo plazo cuando se trata de un impacto con retardo.

Por otra parte, He, Zhang, Yang, Wang, & Wang (2010) realizan un análisis sobre la relación entre los cambios del precio del carbón y de la electricidad para la economía China. Los resultados Se obtienen a partir de un conjunto de datos contenidos en una matriz de contabilidad social (SAM, por sus siglas en inglés) para el año 2005 y de la estimación de los resultados a través de un modelo CGE (*Computable General Equilibrium*). Los resultados de este estudio muestran que un aumento en el precio del carbón lleva a un incremento en el precio de la electricidad y a su vez, esta alza induce efectos adversos sobre el Producto Interno Bruto (PIB) y el Índice de Precios al Consumidor (IPC). Lo anterior se debe a que la producción de un país disminuye cuando aumenta el precio de la electricidad, por lo que el PIB disminuye y dicho aumento lleva a que haya un incremento en el IPC, según He et al. (2010).

Finalmente, Moreno, García-Álvarez, Ramos, & Fernández-Vázquez (2014) realizan un análisis sobre cómo se relacionan los precios de la electricidad a nivel industrial con la competitividad de España, que se ve determinada de manera importante por el costo de combustibles como el carbón, el petróleo y el gas natural. Los resultados son obtenidos a partir del enfoque denominado *General Maximum Entropy Econometric* para un periodo de tiempo de 13 años desde 1998 hasta 2011. En el estudio se concluye que el precio de un combustible importado determina de manera importante el nivel de estabilidad de los precios de la electricidad, lo que termina por afectar la competitividad del país en cuanto a industrias como la manufacturera, entre otras.

3. Marco Teórico

En esta sección se aclaran de manera teórica las relaciones dinámicas para las variables de carácter macroeconómico que han sido escogidas con el fin de determinar el efecto de un choque sobre el precio del carbón sobre Colombia y Australia, ambos exportadores netos del mineral. Moreira (2014) plantea un modelo dinámico, autorregresivo y estocástico, de tal manera que en el corto plazo el PIB de una economía con precios rígidos puede determinarse de la siguiente forma:

$$Y_t = \sum_{j=1}^n \alpha_{-j} Y_{t-j} - \sum_{j=1}^n b_{-j} i_{t-j} - E_t \sum_{j=0}^n B_j i_{t+j} + \vartheta_1 e_{t-1} + \vartheta_2 P_{t-1}^C + u_t \quad (1)$$

Donde Y_t es el PIB, i_t la tasa de interés nominal, e_t el tipo de cambio, P_t^C el precio de las materias primas y u_t el término de error, además, los parámetros α , b , B , ϑ_1 y ϑ_2 son positivos. En la ecuación anterior, Moreira (2014) incluye componentes *Backward Looking* que están descritos por los rezagos de las variables Y_{t-j} e i_{t-j} , desde $t-1$ hasta $t-n$, así como *Forward Looking*, que se expresa por la expectativa de la tasa de interés desde t hasta $t+n$.

A partir de la relación funcional (1) planteada por Moreira (2014) se explican los efectos esperados sobre el PIB derivados de un choque sobre el precio de carbón. En nuestro caso analizamos los canales de transmisión desde el punto de vista de un exportador neto de una o varias materias primas, de manera que un aumento en P_t^C lleva a un aumento en el PIB. Lo anterior se espera como consecuencia del aumento en la demanda de trabajo por parte del sector relacionado con la producción de la materia prima. Debido a que éste recibe más dólares por la misma cantidad exportada el sector se dinamiza, además de haber mayor dinamismo en el resto de la economía por haber más dinero en circulación, lo que lleva a la contratación de más trabajadores para elevar la producción y satisfacer el incremento en la demanda futura esperada.

Por otro lado, la entrada de dólares a la economía lleva a que e_t disminuya y la moneda local se aprecie, efecto que favorece al sector exportador de la materia prima pues recibe más dinero con cada

exportación, mientras que el resto de exportadores se ven perjudicados ante la caída del tipo de cambio, además se benefician las importaciones debido a la menor cantidad de dólares que deben pagarse por un bien traído del exterior. Por tanto, si el sector que exporta el bien cuyo precio aumenta es pequeño en comparación al resto de sectores que exportan, se espera que el PIB disminuya ante caídas en el tipo de cambio como lo sugiere (1). Debido a lo anterior se deberá establecer qué efectos prevalecen sobre los demás y así determinar lo que ocurre con el PIB.

Además de depender de los valores que tomó en el pasado, el PIB depende también de los valores pasados y esperados de la tasa de interés. Como consecuencia de la mayor entrada de dólares a la economía y las expectativas acerca de la demanda futura, la autoridad monetaria debe involucrar en sus expectativas posibles aumentos en la inflación. Para frenar dicho efecto la autoridad eleva la tasa de referencia lo que conduce a los bancos comerciales a aumentar las tasas de colocación, de manera que la inversión se ve retraída y el PIB disminuye.

A continuación se analiza la inflación determinada como sigue:

$$\pi_t = \sum_{j=1}^n l_{-j} \pi_{t-j} + E_t \sum_{j=0}^n \gamma_j \pi_{t+j} + \sum_{j=1}^n q_{-j} y_{t-j} + E_t \sum_{j=0}^n v_j y_{t+j} + \delta_1 e_{t-1} + \delta_2 P_{t-1}^C + \tau_t \quad (2)$$

Donde π es considerado la inflación al consumidor, los parámetros l , γ , q , v , δ_1 y δ_2 son positivos y τ es el término de error con media cero y varianza constante, que representa los choques de oferta. En (2) también se incorporan componentes *forward looking*, en representación de las expectativas que van desde t hasta $t + n$, así como *backward looking*, que simbolizan periodos anteriores, denotados por los rezagos a partir de t hasta $t - n$.

El comportamiento de la inflación depende de los valores pasados y esperados de ella misma y del PIB. Como se señaló anteriormente, dinamismos en la economía o un aumento del PIB llevan a que se eleve el nivel de precios generalizado de la economía, hecho que se deriva del aumento en el precio de la materia prima exportada, de manera que cuando aumentan y_t y P_t^C , π_t también lo hace. A la vez,

cuando el tipo de cambio disminuye (e_t), como ya se explicó, los bienes que son importados tienen un menor costo, hecho que ejerce presión hacia la baja sobre el precio de los bienes y servicios que involucran bienes importados para su correcta producción y distribución.

Para finalizar, Moreira (2014) analiza la política monetaria a través de una regla de Taylor *forward looking* inercial:

$$i_t = p(i_{t-1}) + (1 - p)[i_t^n + \sum_{j=1}^n m_{-j} \pi_{t-j}^* + E_t \sum_{j=0}^n \phi_j \pi_{t+j}^* + \sum_{j=1}^n n_{-j} y_{t-j} + E_t \sum_{j=0}^n k_j y_{t+j}] + \omega_t \quad (3)$$

Donde p es el coeficiente inercial, que indica la cuantía de i_{t-1} que es trasladada a i_t , por lo tanto, entre más alto sea p mayor será la inercia o suavidad de la política monetaria (Moreira, 2014). Además, i_t^n es la tasa de interés a la que la economía converge cuando son eliminadas las divergencias entre las tasas de inflación y el PIB. Los parámetros m , ϕ , n y k son positivos, de manera que la política monetaria será anti cíclica si m y ϕ son mayores a 1. En (3) también son incorporados componentes *backward looking* que se expresan por las variables rezagadas y *forward looking*, por las que denotan expectativas y ω_t representa los choques de política monetaria. Por lo tanto, la tasa de interés es ajustada según los objetivos de la política monetaria en tanto deban acercarse el PIB a su valor potencial y la inflación al valor establecido por la autoridad correspondiente.

4. Metodología

En esta sección se plantea el modelo econométrico a través de cual se va a contrastar la hipótesis, las conjeturas de este trabajo están enmarcadas dentro de los planteamientos que el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2012) realiza en uno de sus informes acerca de las oscilaciones de los precios de las materias primas y otras consideraciones sobre los países exportadores de las mismas. Allí se plantea

que los efectos macroeconómicos del sector exportador de productos básicos varían según el ciclo de sus precios, por ende se tratan de probar las siguientes dos hipótesis:

- **En el caso de los países exportadores netos de carbón, los descensos en los precios del mineral llevan a declives en la actividad económica, por el contrario, cuando aumentan hay dinamismo.**
- **La vulnerabilidad de las economías grandes ante choques en los precios del carbón es menor que en el caso de economías pequeñas exportadoras del mineral.**

4.1 Colombia

Teniendo en cuenta que una correcta especificación del modelo a utilizar proporcionará resultados más certeros, para el caso colombiano se emplea un modelo S-VARX (*Structural Exogenous Vector Autoregressive*) que se hará explícito más adelante. Para desarrollarlo se deben realizar determinadas conjeturas acerca del grado de exogeneidad de las variables, lo que se encuentra estrechamente relacionado con las consideraciones acerca el tamaño de la economía para la cual se contrastarán las hipótesis descritas con antelación.

A partir de lo anterior, partiremos de que Colombia es una economía pequeña y como tal sus variables o rezagos no pueden ejercer presión sobre diferentes parámetros a nivel mundial. La metodología S-VARX es ideal al momento de considerar este supuesto debido a que Colombia no ejerce presión sobre el precio internacional del carbón, es decir, que esta variable es exógena para el país. Esta restricción permite, por medio del S-VARX, resolver los problemas de endogeneidad de las variables a emplear y estimar el modelo directamente, gracias a que este modelo es un VAR (*Vector Autoregressive*) convencional que involucra variables exógenas de manera que no tiene problemas de identificación que se analizan más adelante. De esta manera podemos tratar las variables que deseamos de forma exógena y probar los efectos de los choques de los precios del carbón dadas las características de la economía colombiana. Para empezar partimos de un Vector Autorregresivo (VAR):

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Con:

Y_t : Vector de variables endógenas

α : Vector de interceptos

A_i : Matriz de coeficientes autorregresivos de los p rezagos del modelo

ε_t : Vector de residuales ruido blanco de la forma reducida

El modelo (6) nos lleva a utilizar un método que permita capturar toda la información que recogen los choques estructurales debido a que en la ecuación (6) hay presencia de correlación transversal. Lo anterior, se debe a que Y_t contiene las variables endógenas del modelo, lo que significa que los rezagos de cada variable o menos se correlacionan con todas las demás o que las variables del sistema se retroalimentan, hecho que impide la identificación y posterior estimación del sistema de manera inmediata.

La metodología que ofrece el S-VARX permite que el sistema quede completamente identificado a través de un simple ordenamiento de las variables afectadas por los choques contemporáneos, es decir, que es de vital importancia saber qué variable es más o menos exógena que las demás. Después de realizar esta organización, el modelo en medias móviles (transformación posible gracias a la estabilidad del VAR) quedaría de la siguiente manera:

$$Y_t = \gamma + B_0 V_t + \sum_{i=1}^{\infty} B_i V_{t-i} \quad (7)$$

Donde:

B_0 : Matriz triangular inferior de los coeficientes que recogen los choques contemporáneos sobre las variables involucradas.

V_t : Vector de choques estructurales contemporáneos.

El ordenamiento descrito anteriormente es importante en este trabajo pues permite introducir el supuesto de economía pequeña o país de bajos ingresos como se mencionaba en la hipótesis. La economía colombiana no puede ejercer presión sobre variables tales como el precio del carbón y la tasa de interés internacional, considerando la exogeneidad de estas variables el modelo a estimar se representa así:

$$Y_t = \gamma + \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_i X_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} B_i V_{t-i} \quad (8)$$

Con:

φ_i : Vector de coeficientes de las variables exógenas.

X_{t-i} : Vector con las variables exógenas.

4.2 Australia

Sims (1980) propone una alternativa econométrica denominada VAR con el fin de determinar el efecto que tiene sobre la economía un choque, en este caso sobre el precio del carbón, metodología que resulta conveniente en tanto se trata con variables de carácter endógeno. A continuación se presenta el modelo que se estima para poder obtener posteriormente los choques a nivel estructural:

$$[Y_t] = C + A(L)[Y_{t-1}] + B^{-1}[\varepsilon_t] \quad (9)$$

Donde $\mathbf{Y}_t$ es un vector columna que incluye las variables endógenas del modelo, ε_y son los choques estructurales del sistema no correlacionados, $\mathbf{A}(L)$ es un polinomio de rezagos y $\mathbf{B}^{-1}$ es la matriz inversa de efectos contemporáneos. Dado que no hay presencia de correlación, la matriz de varianzas y covarianzas $\mathbf{U}$ del modelo en forma reducida (9) viene dada por la expresión:

$$\mathbf{U} = \mathbf{B}^{-1} \mathbf{B}'^{-1} \quad (10)$$

A partir de la expresión (10) se encuentra un problema de identificación, dado que para cualquier $\mathbf{U}$ existen infinitas matrices $\mathbf{B}^{-1}$ que proporcionan una solución al sistema, lo que significa que éste no está exactamente identificado. Para ello se deben imponer restricciones sobre $\mathbf{U}$ y de esta manera recuperar los choques estructurales del sistema.

Según el teorema de Wold (1938), un proceso autorregresivo como (8) puede ser representado en medias móviles como sigue:

$$Y_t = \varphi + \sum_{i=0}^{\infty} B_i \vartheta_{t-i} \quad (11)$$

Donde $B_i = (I_n - \sum_{i=1}^p A_i L^i)$ y $\varphi = (I_n - \sum_{i=1}^p A_i)$. Sin embargo, como hay infinitas soluciones para $\mathbf{U}$ el sistema (11) no se encuentra exactamente identificado, siendo éste del que se extraen las FIR (Funciones Impulso-Respuesta). Con el fin de resolver este problema a menudo es utilizada la factorización Cholesky de la matriz de varianzas y covarianzas (se imponen en $\mathbf{U}$ las restricciones necesarias para la identificación del sistema), no obstante, esta metodología requiere de un ordenamiento *ex ante* en cuanto a la exogeneidad contemporánea de las variables a utilizar, lo que es criticado frecuentemente pues los resultados obtenidos en las FIR dependen de dicha categorización de las variables (más o menos endógena).

Debido a lo anterior, Pesaran & Shin (1998) proponen un nuevo enfoque que consiste en escoger un único choque en lugar de tomar los efectos de todas las innovaciones e integrar el resto usando un determinado supuesto o por medio de la observación de la distribución de los errores a nivel histórico. De esta manera, se obtiene la medición del impacto de un choque en el tiempo t sobre los valores esperados de una variable dependiente en el tiempo $t + n$.

4.3 Datos

Una vez clara la representación de ambas metodologías, es necesario hacer explícito cuáles serán las variables que se incluirán en los modelos. Las variables seleccionadas para Colombia son de periodicidad mensual desde el año 2000 hasta 2014:

- Tasa de interés nominal (DTF): **Reflejo de la política monetaria y sus expectativas. Se toma de la página web del Banco de la República y el Departamento Nacional de Planeación.**
- Índice de precios al consumidor (IPC): **Variable tomada como referencia para las decisiones de política monetaria. Se toma de la página web Banco de la República.**
- Tasa de desempleo de las trece ciudades más grandes del país: **Medida de la actividad real. Tomada de la página web del Departamento Administrativo Nacional de Estadística.**
- Índice de producción de la Industria Manufacturera (IPI): **Medida de la actividad real. Tomado de la página web del Banco de la República.**
- Tasa LIBOR (*London Interbank Offered Rate*) a tres meses: **Reflejo de la política monetaria y sus expectativas en el exterior. Tomada de la página web del DNP.**
- Índice de Tipo de Cambio Real: **Relacionado estrechamente con la política monetaria. Tomado de la página web del Banco de la República.**
- Precios del carbón: **Tomados de la página de *Energy Information Administration* (EIA).**

Las variables a utilizar en el caso australiano serán las mismas que se emplean para Colombia aunque se añade un índice accionario. La razón que lleva a incluir dicho índice se debe a que hay algunas empresas extractoras y productoras de carbón que cotizan en éste, siendo interesante observar los efectos del choque sobre el mineral y el mercado bursátil.

Un índice de esta categoría no es incluido para Colombia debido a que el Índice General de la Bolsa de Valores (IGBC) refleja el comportamiento de acciones pertenecientes a ECOPETROL, Pacific Rubiales o Mineros S.A, la primera y la segunda empresas productoras de petróleo, la tercera de oro, más no se ha encontrado alguna que produzca el mineral. Además, según Uribe, Mosquera & Restrepo (2013) el IGBC no responde de manera significativa a dinámicas internas de la economía sino que varía a partir de cambios en los portafolios de inversión de las AFP (Administradoras de Fondos de Pensiones).

Por tanto, las variables con periodicidad trimestral a partir del segundo trimestre de 1994 hasta el primer trimestre del 2013 son las siguientes:

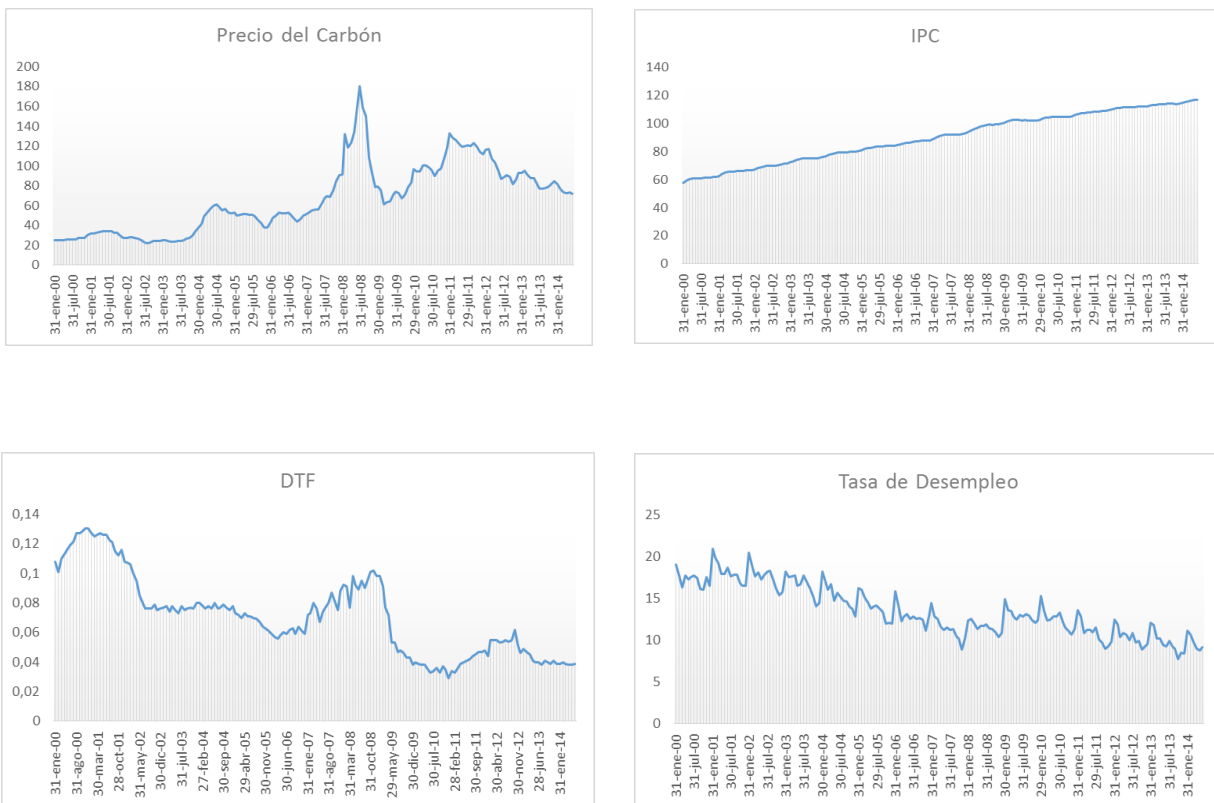
- Tasa de interés nominal: **Tomada de la página web de la Reserva Federal de Sant Louis.**
- Índice de precios al consumidor: **Tomado de la página web de la Reserva Federal de Sant Louis.**
- Tasa de desempleo entre los 15 y 64 años de edad: **Tomada de la página web de la Reserva Federal de Sant Louis.**
- Índice de producción de la Industria Manufacturera: **Medida de la actividad real. Tomado de la página web del Banco de la República.**
- S&P/ASX200: **Representa las posibilidades de invertir en el país. Tomado de la página web de la Bolsa de Valores de Colombia y del Banco de la República.**
- Tasa LIBOR (*London Interbank Offered Rate*) a tres meses: **Tomada de la página de la Reserva Federal de Sant Louis.**
- Índice de Tipo de Cambio Real: **Tomado de la página de la Reserva Federal de Sant Louis.**
- Precios del carbón: **Tomados de la página web del Banco Mundial.**

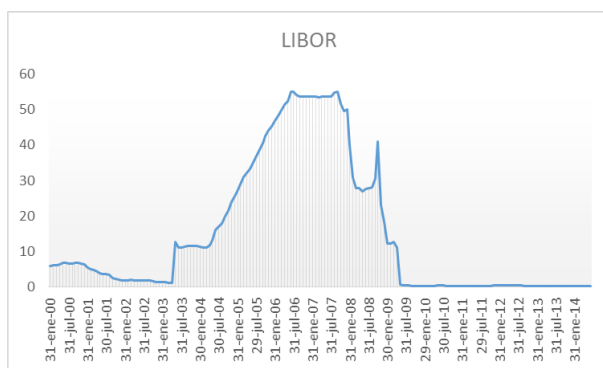
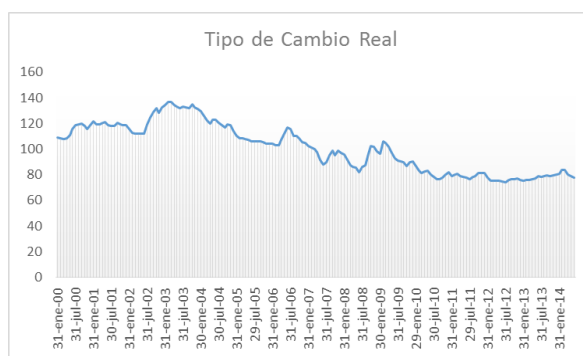
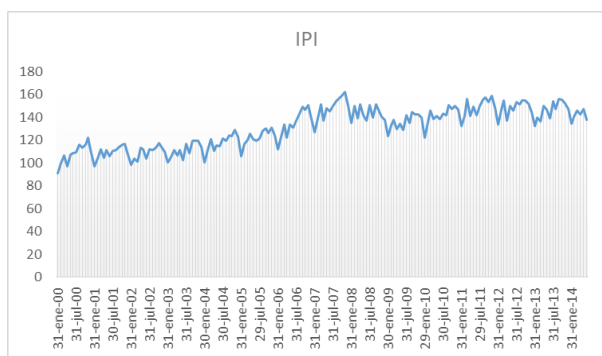
5. Discusión de Resultados

5.1 Colombia

En esta sección final del trabajo se presentarán las Funciones Impulso - Respuesta correspondientes a las variables mencionadas en la sección anterior, obtenidas como resultado de un análisis con periodicidad mensual de enero del año 2000 hasta junio de 2014. Los resultados se obtuvieron de un VARX de orden 2, según el criterio de información de Akaike. Las pruebas de raíz unitaria indicaron que las series debían ser diferenciadas, una vez ejecutado este proceso se realizó la prueba de Phillips - Perron, la cual indicó la presencia de estacionariedad necesaria para la adecuada inferencia estadística de los resultados.

Gráfico 1. Series Utilizadas para la Modelación Colombiana del VARX(2), 2000-2014

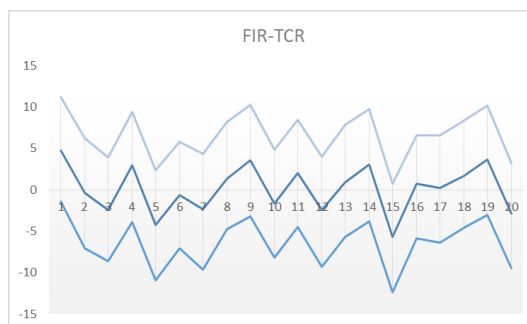
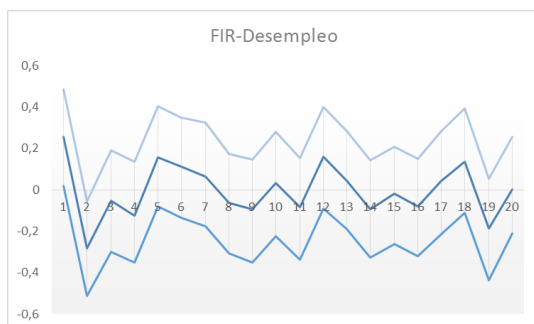


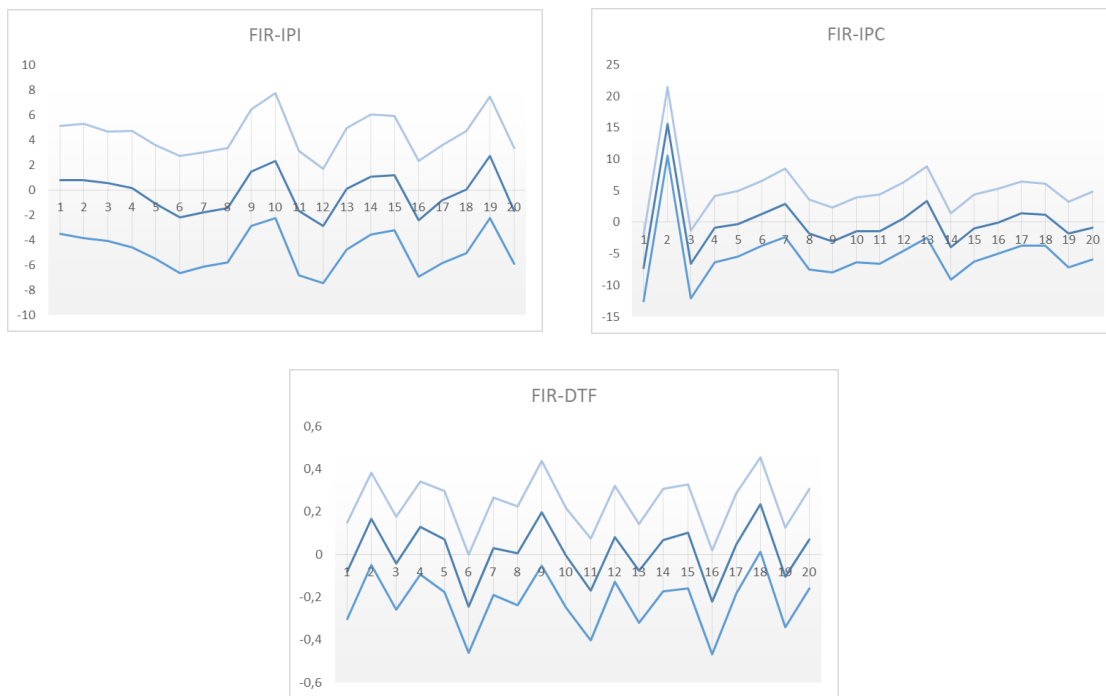


Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presentan las gráficas de las funciones impulso-respuesta obtenidas para Colombia, que muestran cómo afecta un choque positivo sobre el precio del mineral a las diferentes series macroeconómicas utilizadas:

Gráfico 2. Funciones Impulso Respuesta (FIR) de las Series Incluidas en el Modelo ante Choques en los Precios Internacionales del Carbón





Fuente: Elaboración propia.

Después que se produce el choque positivo inesperado sobre el precio del mineral, parece haber señales positivas acerca del devenir económico que son anticipadas por el sector industrial. Es decir, que la demanda futura esperada se incrementa puesto que esperan mayores ingresos por concepto de exportaciones, lo que lleva a aumentar la producción y la demanda de trabajo. Por lo tanto, la primera reacción que se observa en la FIR, que muestra la reacción del desempleo una vez se efectúa el choque positivo sobre el precio del carbón, es una disminución de la tasa (mes 2). Sin embargo, el choque parece no tener ningún efecto sobre el IPI (Índice de Producción Industrial), lo que muestra que el auge del sector repercute en el número de personas empleadas, pero este efecto y el posterior aumento en la producción no alcanza a tener un impacto trascendental en el producto a nivel agregado.

Por otro lado, la crisis que sufrió el país en la década de los 90's y la crisis financiera internacional del período 2008-2009 llevó a los Bancos Centrales de las principales economías a utilizar la política monetaria como un instrumento de apoyo a la recuperación del crecimiento económico. Además, en

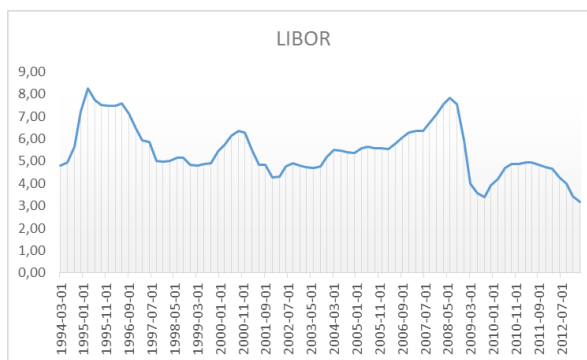
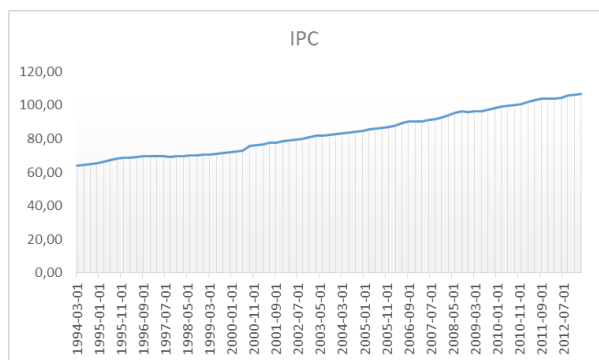
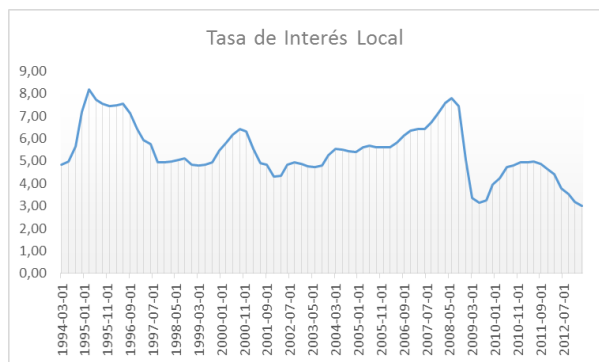
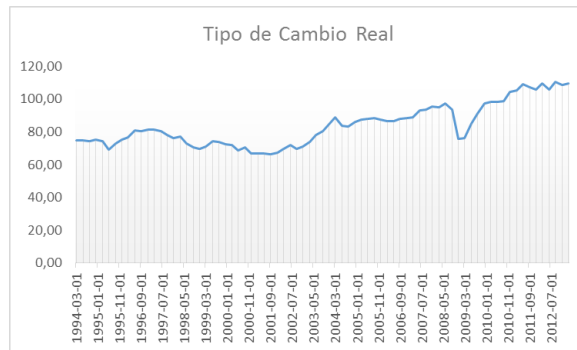
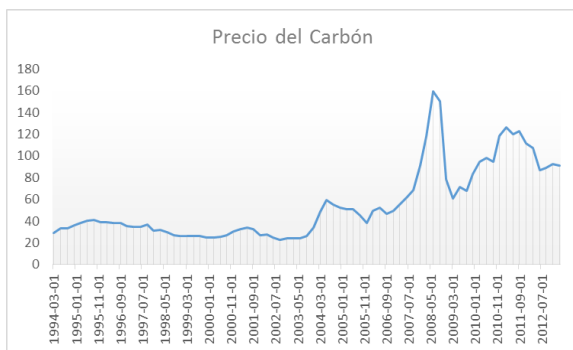
el año 2000 el país comenzó una serie de reformas importantes de tipo macroprudencial, como la adopción del esquema de inflación objetivo combinado con una tasa de cambio flexible. De allí vemos que aunque se espera que la DTF aumente ésta no parece responder ante el choque sobre el precio del carbón. Esto significa que hizo falta incorporar otras variables relacionadas con el tema en cuestión para poder apreciar el efecto del choque sobre esta variable que se ve permeada por múltiples factores.

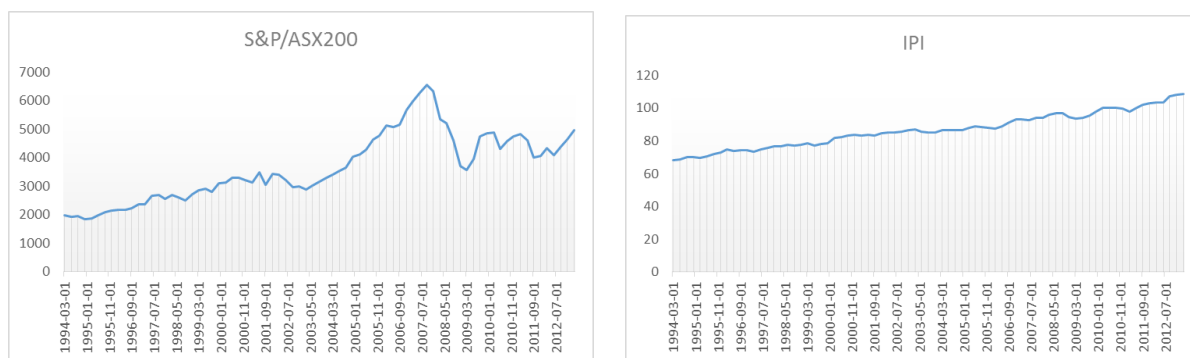
Además, se aprecia una disminución en la inflación en una oportunidad (mes 1) después que se da el efecto esperado (mes 2), este último obtenido como consecuencia de las expectativas de aumentos en la demanda interna. La caída en el nivel de precios (mes 1) refleja la adopción de la inflación objetivo y las políticas expansivas que se llevaban a cabo para superar los efectos de la crisis que se dio hacia finales de la década de los noventa, para este periodo la economía colombiana atravesó su crisis más fuerte en los últimos cien años. La actividad económica decreció un 4%, con grandes consecuencias sobre la inversión productiva y el ingreso de los hogares. La IED del año 1999 fue de 1,4% del PIB, y fluctuó entre 1,8% y 2,6% hasta 2004, en 2005 aumentó a 7% y en la crisis disminuyó a 3% y 2,4%.

5.2 Australia

Los resultados que discutiremos en esta sección se obtuvieron de la estimación de las series nombradas anteriormente con periodicidad trimestral, a partir del segundo trimestre de 1994 hasta el primer trimestre de 2013. Según las pruebas de raíz unitaria las series no son estacionarias, de tal manera que estimar el VAR con las variables en niveles no sería adecuado, razón por la que se han diferenciado las series en una oportunidad. El orden del modelo VAR se determinó a partir del criterio de selección del número de rezagos, según el estadístico LR 3 rezagos es una de las opciones apropiadas, que además ha sido escogida pues no se presenta autocorrelación en el modelo según el estadístico Multiplicadores de Lagrange (LM).

Gráfico 3. Series Australianas Utilizadas en el Modelo VAR(3), 1994-2013

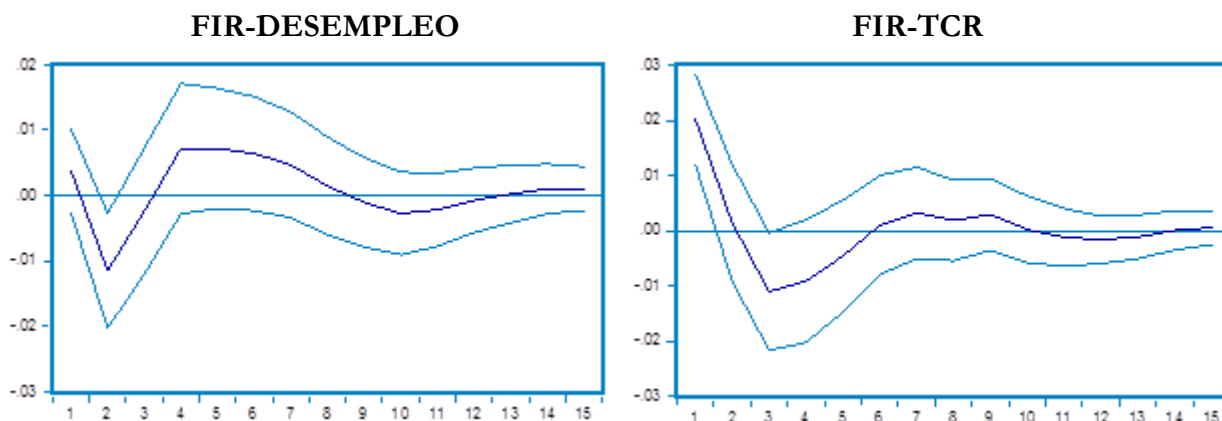


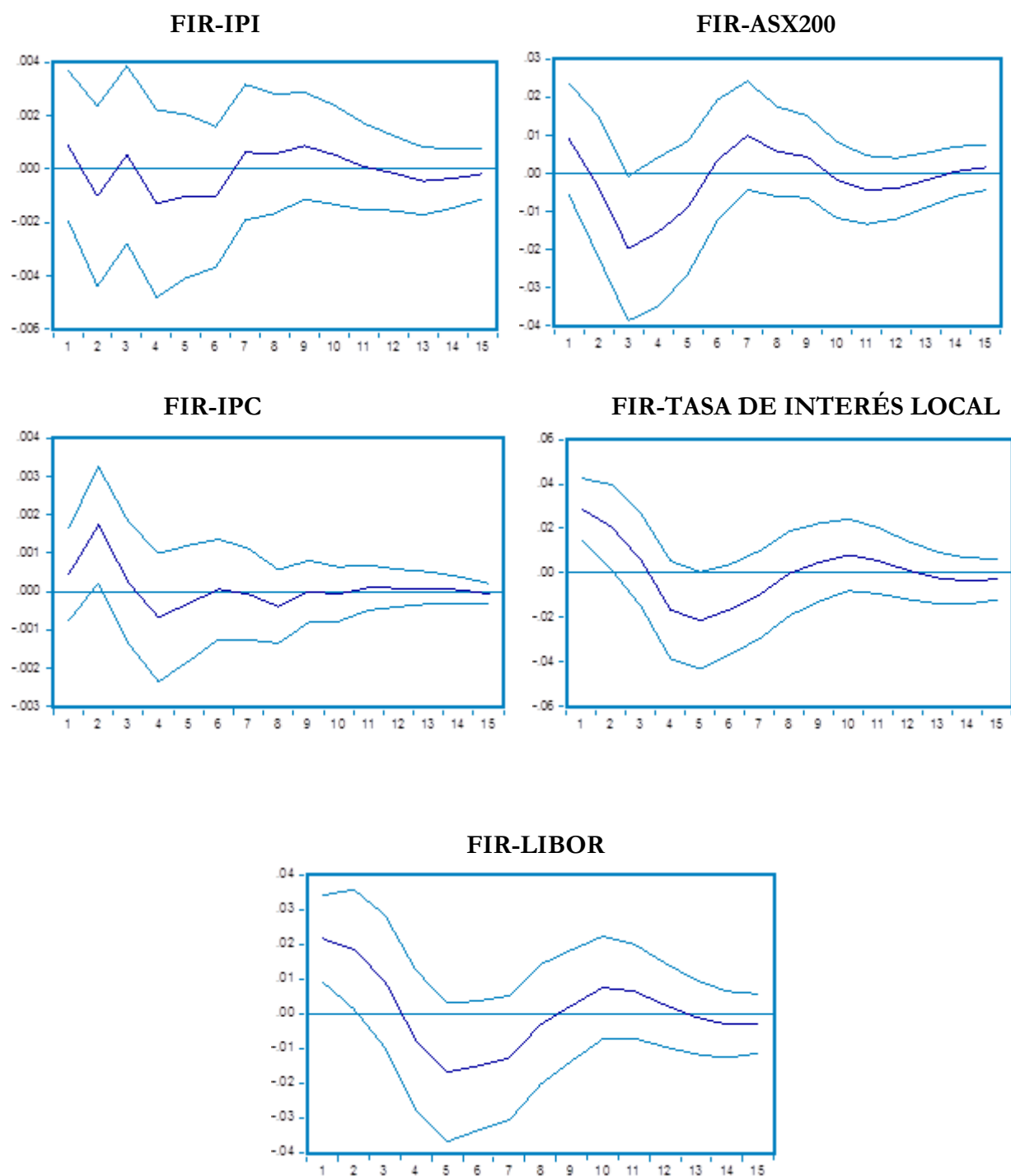


Fuente: Elaboración propia.

Una vez estimado el modelo VAR(3) se obtienen las funciones impulso-respuesta generalizadas (FIRG) que muestran el efecto de un choque positivo sobre el precio del carbón sobre cada variable utilizada que se presentan a continuación:

Gráfico 4. Funciones Impulso Respuesta de las Series Australianas Ante un Choque Positivo Inesperado sobre el Precio Internacional del Carbón





Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo planteado por el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2012) acerca de las repercusiones de aumentos o disminuciones en el precio de una materia prima sobre la actividad económica, se puede afirmar que se presentan algunos de los efectos esperados a nivel teórico. Partiendo de un choque

positivo inesperado sobre el precio del carbón se tiene que la economía se dinamiza gracias al fortalecimiento del sector minero-energético, lo que debe reflejarse en el S&P/ASX200 debido a que el precio de las acciones productoras de carbón que hacen parte del índice suben, sin embargo, se percibe una mínima disminución del índice en el tercer trimestre que desaparece rápidamente.

Por otro lado, se espera que el tipo de cambio real disminuya como consecuencia del efecto del choque positivo, pues teóricamente éste disminuye frente a aumentos en el precio del carbón debido a una mayor entrada de dólares al país. No obstante, si observamos la composición de las exportaciones de carbón en el total tenemos que este porcentaje no llega al 25%. Como se mencionó en un principio Australia es exportador neto de diversas materias primas pertenecientes al sector minero-energético, de manera que el total de las exportaciones del sector representan el 42% de las exportaciones, tal que es un país exportador neto en lo que se refiere al sector más no de carbón, llevando a que las variaciones del tipo de cambio no queden supeditadas propiamente a la exportación de dicho mineral.

Debido a la mayor entrada de dólares ocurrida cuando hay un choque positivo sobre el precio del carbón, teóricamente, habría de aumentar la inflación. Este es uno de los efectos esperados que se encuentra a partir de la estimación pues el nivel generalizado de los precios aumenta rápidamente (segundo trimestre). A nivel teórico también se cumple que el desempleo disminuye con una velocidad similar, situación esperada debido al aumento de las dinámicas productivas en el sector. Sin embargo, esto debería reflejarse en un aumento del IPI, hecho que no se percibe en la respectiva FIRG, según la cual el efecto de un choque positivo sobre el precio no es significativo.

Por último, encontramos que el choque inesperado genera aumentos en la tasa de interés local e internacional. Lo anterior refleja una acción de política monetaria en el primer caso con el fin de contrarrestar posibles efectos inflacionarios a nivel local. Por otro lado, la LIBOR manifiesta

adecuadamente lo que ocurre en el mercado a nivel mundial; debido a que los precios utilizados en el análisis recogen ampliamente lo que ocurre en el mercado del mineral se espera que la tasa de interés internacional (LIBOR) aumente como se aprecia en la FIR para los primeros 2 trimestres.

6. Conclusiones

Al tratarse de un país exportador neto de carbón, encontrarse en el cuarto lugar como exportador a nivel mundial y ser vulnerable ante cambios en los precios del mineral a nivel internacional debido a que su economía es pequeña, se encuentra que algunos de los efectos encontrados para Colombia, una vez se efectúa un choque positivo inesperado sobre el precio del carbón, son los esperados a nivel teórico debido a que se realiza un análisis no sólo de las FIR, sino del entorno económico y político en el que se ha desarrollado el país. De esta manera, el nivel generalizado de los precios aumenta en el segundo mes a partir de un choque positivo inesperado sobre el precio del carbón.

El dinamismo en la producción y exportación de carbón también se reflejan en el aumento generalizado de los precios que aumenta a partir del 2 mes una vez se inicia el choque, igualmente en la tasa de desempleo, que disminuye velozmente en el mismo mes. Por el contrario la DTF, el tipo de cambio real y el índice de producción industrial no se afectan de manera significativa, hallazgos a tener en cuenta para efectos de política monetaria. Al conocer las variables que se alteran o no con un choque inesperado los reformadores de política no tendrán que intervenir a menos que sea necesario, tal que se previenen efectos que se desencadenan no sólo sobre las variables que se quieren controlar sino sobre otras presentes en la economía.

Asimismo, para Australia sólo se encuentran algunos de los efectos teóricos esperados según las funciones impulso-respuesta, de manera que aumentan la inflación y la tasa de interés local mientras la tasa de desempleo disminuye. No sucede así para el tipo de cambio real y el S&P/ASX200 que muestran efectos opuestos a los esperados, pues aunque la cuota de exportación de carbón en el total es alta, Australia cuenta con las mayores reservas a nivel mundial de uranio, níquel, zinc, plomo, mineral de hierro y carbón, de tal manera que los precios de otros minerales o hidrocarburos pueden influir en el tipo de cambio.

Igualmente, la constitución del S&P/ASX200 que tiene una composición muy baja de empresas pertenecientes al sector minero-energético, puede ser lo que determine la proporción en la que el índice bursátil se ve afectado por cambios en el precio del carbón. En este caso se aprecia una disminución del índice, hecho que puede ser causado por dinamismos o declives de las empresas que lo componen. Finalmente la LIBOR responde ante el choque con un alza, lo que concuerda con lo esperado a nivel teórico dado que esta tasa de interés internacional, entre otras cosas, refleja lo que pasa continuamente en este mercado.

Además de lo anterior, debe tenerse en cuenta que cuando la proporción que se exporta de un recurso natural es muy grande en relación con los demás productos el tipo de cambio tiende a disminuir, es decir, tiende a apreciarse el peso. Si los sectores ajenos al minero energético han sido desplazados por las dinámicas del sector, dicha apreciación puede terminar perjudicando la competitividad de las exportaciones que no están asociadas al carbón, lo que se denomina enfermedad Holandesa. Aunque para el caso colombiano no se tiene ningún resultado significativo en este sentido y para Australia se halla uno totalmente opuesto al esperado, son países cuyas exportaciones se encuentran concentradas en recursos naturales, hecho que los puede perjudicar en el largo plazo siempre y cuando no se hagan los esfuerzos necesarios por fortalecer otros sectores exportadores.

Para finalizar, se aprecia que sólo a partir de algunas FIR se puede comprobar que la economía se dinamiza cuando hay un choque positivo sobre el precio del carbón y poco se puede concluir acerca de la mayor vulnerabilidad de un país pequeño, como Colombia, frente a uno más sólido a nivel económico como Australia. El hecho que algunas de las FIR no muestren resultados significativos o se encuentren efectos contradictorios revela que hace falta incluir muchos más factores y elementos presentes en la economía que puedan conducir a conclusiones más certeras y a un análisis de carácter macroeconómico mucho más compacto.

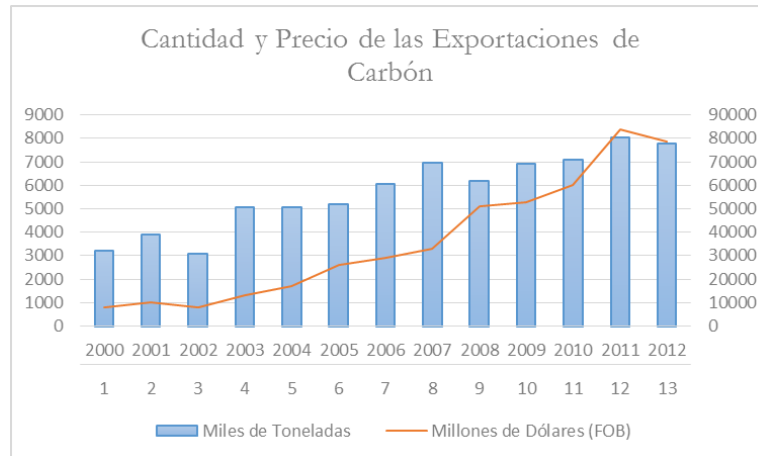
Referencias

- Aastveit, K. A., Bjørnland, H. C., & Thorsrud, L. A. (2014). What Drives Oil Prices? Emerging Versus Developed Economies. *Journal of Applied Econometrics*. <http://doi.org/10.1002/jae>
- Adler, G., & Sosa, S. (2011). Commodity Price Cycles : The Perils of Mismanaging the Boom. *International Monetary Fund*.
- Begoña, M. (2012). Mercado del Carbón a Medio Plazo. Tendencias de Mercado y Proyecciones a 2016. *Agencia Internacional de La Energía*, 1–10.
- Bond, Marian (1987). “An Econometric Study of Primary Commodity Exports from Developing Country Regions to the World”. *IMF Staff Papers*, 34(2), 199-227.
- Chen, Yu-Chin, Rogoff, Kenneth, & Rossi, Barbara. (2010). “Can Exchange Rates Forecast Commodity Prices?”. *Quarterly Journal of Economics*, 125(3), 1145-94.
- Connolly, E., Jääskelä, J., & Merwe, M. Van Der. (2013). The Performance of Resource-Exporting Economies. *Bulletin*, 19–30.
- Deaton, A. (1999). Commodity Prices and Growth in Africa. *Journal of Economic Perspectives*, 13(3), 23–40.
- Impacto Socioeconómico de la Minería en Colombia. (2012). *Fedesarrollo* (pp. 3-45).
- Havas, D. (2014). Australia País Minero e Inversiones en Perú. *Expomina*.
- He, Y. X., Zhang, S. L., Yang, L. Y., Wang, Y. J., & Wang, J. (2010). Economic Analysis of Coal Price – Electricity Price Adjustment in China Based on the CGE Model. *Energy Policy*, 38, 6629–6637. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.033>
- Kong, H., Schwartz, S., & Chen, F. (2012). El Margen de Maniobra en la Política Económica Limita los Riesgos. *Observatorio Económico*, 1–13.
- Martínez, A., & Aguilar, T. (2013). Estudio sobre los Impactos Socioeconómicos del Sector Minero en Colombia: Encadenamientos Sectoriales.
- Medina, Leandro (2010). “The Dynamic Effects of Commodity Prices on Fiscal Performance in Latin América”. IMF Working Paper 10/192 (Washington: International Monetary Fund).
- Moreira, R. R. (2014). Commodities Prices Volatility, Expected Inflation and GDP Levels: an Application for a Net-Exporting Economy. *Procedia Economics and Finance*, 14(14), 435–444. [http://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00732-1](http://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00732-1)

- Moreno, B., García-Álvarez, M. T., Ramos, C., & Fernández-Vázquez, E. (2014). A General Maximum Entropy Econometric Approach to Model Industrial Electricity Prices in Spain: A Challenge for the Competitiveness. *Applied Energy*, 135, 815–824.
- Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models. *Economics Letters*, 58(1), 17–29. [http://doi.org/10.1016/S0165-1765\(97\)00214-0](http://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0)
- Plan Nacional de Desarrollo. (2010-2014). *DNP* (pp. 19-538).
- Rudas, G. (2014). La Minería de Carbón a Gran Escala en Colombia : Impactos Económicos, Sociales, Laborales, Ambientales y Territoriales. *Análisis*.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48.
- Stuart, A. (2014). De Cara a Asia. *Finanzas & Desarrollo*.
- Uribe, J. M., Mosquera, S., & Restrepo, N. (2013). Mercado de Acciones Colombiano. Determinantes Macroeconómicos y Papel de las AFP. *Sociedad Y Economía*, 24, 207–230.
- Wold, H. (1954). *A Study in the Analysis of Stationary Time Series Almgvist and Wiksell*. Stockholm.
- World Economic and Financial Surveys. (2012). In *International Monetary Fund* (pp. 125–167).
- Zhihua, D., Meihua, Z., & Bo, N. (2011). Research on the Influencing Effect of Coal Price Fluctuation on CPI of China. *Energy Procedia*, 5, 1508–1513. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.258>

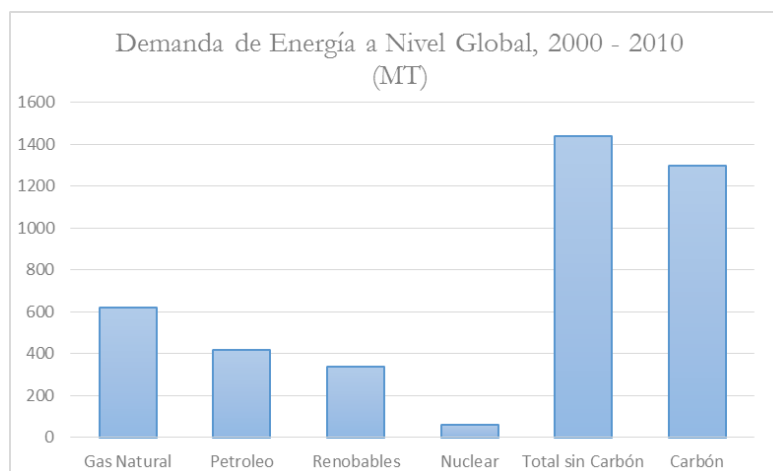
VII. Anexos

Gráfico A1. Cantidad y Precios de las Exportaciones de Carbón



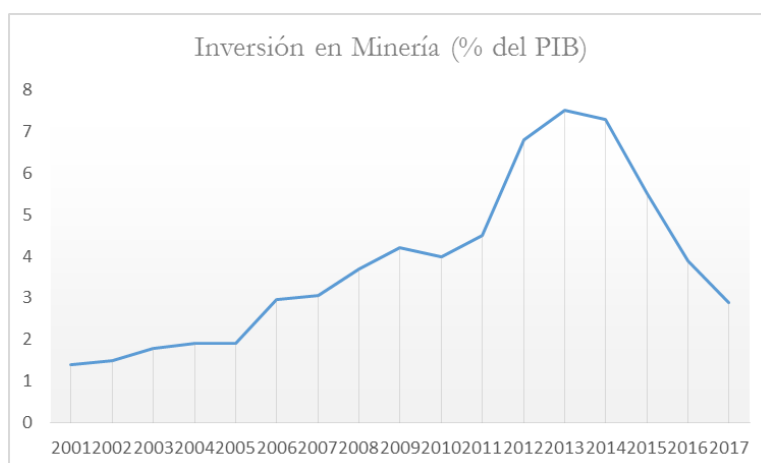
Fuente: Rudas (2014)

Gráfico A2. Demanda de Energía Global



Fuente: EIA 2012

Gráfico A3



Fuente: Stuart 2014

Tabla 1 Pruebas de Raíz Unitaria Colombia

Pruebas de Raíz Unitaria	ADF	Phillips - Perron
Precio del Carbón	0,1954	0,3302
Índice de Precios al Consumidor	0,5766	0,1710
Desempleo	0,6285	0,0334
Índice de Producción Industrial	0,5956	0,0177
Tasa de Interés Local	0,6638	0,5954
Tipo de Cambio Real	0,7592	0,8831
Tasa de Interés Internacional	0,8339	0,7336

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2 Pruebas de Raíz Unitaria Australia

Pruebas de Raíz Unitaria	ADF	Phillips - Perron
Precio del Carbón	0,5153	0,4599
Índice de Precios al Consumidor	0,9988	0,9988
Desempleo	0,17	0,0312
Índice de Producción Industrial	0,9747	0,9928
Tasa de Interés Local	0,0087	0,2213
Tipo de Cambio Real	0,9047	0,9037
Tasa de Interés Internacional	0,0097	0,1892
ASX/200	0,4921	0,5721

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Métodos de Conversión

Colombia		
Serie	Prueba	Estacionariedad
Precio del Carbón	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Índice de Precios al Consumidor	Augmented Dickey-Fuller	Tasa de Crecimiento - 2 veces
Desempleo	Augmented Dickey-Fuller	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Índice de Producción Industrial	Augmented Dickey-Fuller	Tasa de Crecimiento - 2 veces
Tasa de Interés Local	Augmented Dickey-Fuller	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Tipo de Cambio Real	Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Tasa de Interés Internacional	Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Australia		
Serie	Prueba	Estacionariedad
Precio del Carbón	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Índice de Precios al Consumidor	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Desempleo	Augmented Dickey-Fuller	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Índice de Producción Industrial	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Tasa de Interés Local	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
Tipo de Cambio Real	Augmented Dickey-Fuller y Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez
ASX/200	Phillips-Perron	Tasa de Crecimiento - 1 vez

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Autocorrelación

País	Rezagos	LM-Stat	P-Value
Colombia	2	66,69413	0,0014
Australia	3	48,49565	0,4935

Fuente: Elaboración Propia.