

## El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia

Juan Ricardo Perilla Jiménez\*

Recibido: Enero 2010 – Aprobado: Abril 2010

**Resumen.** Este artículo forma parte de una investigación sobre el efecto del precio del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia a nivel agregado y sectorial. La estimación del impacto se realiza a ambos niveles aplicando técnicas de series de tiempo. La evidencia sugiere que éste impacto existe y es asimétrico a nivel agregado. En el período de análisis la dinámica de los precios habría tenido efectos cambiarios que favorecieron la importación de bienes intermedios y de capital pero al mismo tiempo habrían tenido consecuencias negativas para las exportaciones sectoriales. La combinación de estos dos principales efectos sobre el comportamiento de la producción sectorial no es concluyente ni homogénea entre sectores.

**Palabras clave:** Crecimiento económico, Precios de energía, Series de Tiempo.

**Clasificación JEL:** O4, O13.

**Abstract.** This paper makes part of a research effort regarding the impact of oil prices over Colombian economic growth. Time series estimates for sector and aggregate activity are set which allow thinking of an asymmetrical relationship between price shocks and overall economic growth. Price dynamics would have impacted real exchange rate thus favoring imports of intermediates and capital goods, but also had jeopardizing effects for sector exports. Nevertheless, these main effects do not allow drawing conclusion for production at the sector level nor are identical between different sectors.

**Palabras clave:** Crecimiento económico, Precios de energía, Series de Tiempo.

**Clasificación JEL:** O4, O13.

---

\*Departamento Nacional de Planeación, Colombia. E-mail: iperilla@dnpc.gov.co y jperilla2002@yahoo.com

El autor agradece el soporte financiero del Fondo Colombiano para el Desarrollo FONADE, y el Proyecto para la Modernización de la Administración Financiera del Sector Público. Los comentarios recibidos de dos árbitros anónimos contribuyeron a mejorar este documento. El autor también agradece los comentarios recibidos a versiones preliminares del documento por parte de Manuel Ramírez, Jesús Otero, Gabriel Piraquive y demás asistentes a los seminarios internos de la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación. Los errores y omisiones que subsisten en el documento son entera responsabilidad del autor del documento y no comprometen a las personas mencionadas ni al Departamento Nacional de Planeación.

## 1. Introducción

Distintas contribuciones en la literatura señalan que tanto el incremento como la volatilidad de los precios del petróleo tienen efectos recesivos, aunque de magnitud reducida, sobre el crecimiento de la producción agregada, y que estos efectos son asimétricos en cuanto que las recesiones que ocasionan los ciclos de precios elevados no son compensadas por una mayor reactivación de la actividad económica en los períodos donde se observa una reducción pronunciada de los precios.

A nivel sectorial el cambio de precios afecta el costo de producción, a través del consumo de derivados (combustibles y otros productos de la refinación), e influye de diversas maneras en las decisiones de demanda: reduce el ingreso disponible de los hogares, deprime las compras de bienes durables que son complementarios con el consumo de derivados (por ejemplo automóviles), y genera un efecto sustitución por fuentes de energía más baratas y eficientes. Adicionalmente, las presiones cambiarias originadas en el cambio de precios deprime la competitividad en sectores dedicados a producir bienes transables en el mercado internacional. Estos efectos, donde unos sectores se benefician mientras otros se perjudican, generan desplazamientos de la producción como los que predice la literatura sobre enfermedad holandesa, pues el cambio en los precios relativos afecta la intensidad de uso, la movilidad intersectorial y la productividad de los factores. Efectos que permanecen ocultos a nivel agregado, pues la acumulación de las ganancias en productividad, experimentadas por los sectores que se benefician de los cambios de precios, compensan las pérdidas de los sectores perjudicados (Jorgenson et al, (1987); Jorgenson, 1988).

Los resultados del análisis empírico, aplicado en gran parte sobre la economía de Estados Unidos son confirmados, con diferencias obvias relacionadas con el periodo de análisis, el enfoque metodológico y las características específicas de cada economía, cuando el análisis se realiza para países como Japón, Alemania, Inglaterra, Canadá y Francia. Aun así, no es posible afirmar que se trata de resultados robustos pues tanto la magnitud como la duración temporal y, en ocasiones, la dirección del impacto varían aún entre estudios con características metodológicas y de información similares. Por otra parte, la literatura ha abordado sólo de manera marginal dimensiones del análisis que son importantes como las diferencias entre países que son exportadores netos del producto y aquellos que lo importan; y la causalidad entre precios y actividad económica. La experiencia de los países exportadores muestra que, a pesar de contar con tasas de ahorro superiores a las de países no exportadores, también presentan tasas de crecimiento más bajas o más volátiles.<sup>1</sup> Por otra parte,

---

<sup>1</sup>La preocupación por el impacto de los precios del petróleo sobre la economía de los países exportadores radica en gran medida en la incertidumbre sobre su nivel y la volatilidad que este exhibe. El foro mundial del petróleo realizado en Londres en Julio de 2009, refleja esta preocupación al establecer precios de convergencia para el corto plazo entre US\$70-US\$80 por barril pero con dispersiones que van de US\$35-US\$147 por barril. Para los países exportadores asociados a la OPEP la dinámica de los precios es una decisión endógena determinada en gran parte por la oferta y consideraciones ligadas a la geopolítica, aunque con un componente exógeno proveniente del comportamiento de la demanda en los países

la literatura reciente señala que los precios no necesariamente son una variable exógena en el caso de las economías grandes, ya que éstas generalmente tienen capacidad para influir sobre el precio internacional. No obstante, en el caso de las economías pequeñas, si lo son, pues el reducido volumen de su comercio no tiene capacidad para influir el mercado.

En el caso colombiano, el volumen de producción que registra el país es bajo en relación al mercado total por lo que, a pesar de ser exportador neto, el país no está clasificado en la lista de países petroleros. Colombia fue importador neto en el período de altos precios internacionales, registrado entre 1974 y 1986 y posteriormente, gracias al descubrimiento de varios yacimientos importantes, el país volvió a ser exportador en el ciclo de menores precios observado entre 1986-1999. Más recientemente, mientras los precios internacionales empezaron a incrementarse a partir de 2002, por algunos años el país enfrentó la posibilidad de convertirse nuevamente en importador neto, dados el agotamiento de yacimientos existentes y el reducido hallazgo de nuevos pozos productores. Decisiones recientes en el sentido de democratizar y capitalizar la empresa colombiana de petróleo y reformas en los mecanismos de contratación han incrementado el flujo de inversión nacional y extranjera hacia el sector así como las perspectivas de un nuevo incremento en el ritmo de producción.

La contribución directa del sector petróleo sobre el crecimiento del PIB en Colombia es aparentemente reducida, la participación del PIB petrolero sobre el total oscila entre 3.5%-5% en el periodo 2000-2008; y sus efectos indirectos sobre la actividad económica son, también de manera aparente reducidos. Este sector es intensivo en capital, particularmente tecnología de punta, su demanda por servicios laborales es baja y está concentrada en trabajo con alto nivel de calificación. Su costo de producción está compuesto en gran parte por insumos importados y sus necesidades financieras son cubiertas en gran parte por flujos de Inversión Extranjera Directa. No obstante, la variación de los precios en el mercado internacional puede terminar afectando el crecimiento a través de distintos canales. Por una parte, los derivados y productos de la refinación del petróleo continúan siendo el principal componente dentro del mercado energético como fuente de abastecimiento de la demanda doméstica. Si bien existen en la economía colombiana controles que buscan retardar o prevenir la transmisión del cambio de precios del petróleo al de los combustibles, no es descartable que los choques de precios terminen afectando la función de costos y generen desplazamientos de la producción sectorial.

Por otra parte, la variación de los precios tiene consecuencias sobre la estabilidad cambiaria y fiscal. Tanto los excedentes de petróleo que se exportan como los destinados a la actividad doméstica (50 en cada caso), representan para el país los mayores ingresos generados por un producto individual. Como actividad económica, este sector representa importantes recursos tributarios y de capital, que contribuyen a mejorar el desempeño de las finanzas públicas y de la actividad económica en general. No obstante la magnitud, dirección y

---

importadores. No obstante, para países que como Colombia se clasifican como pequeños exportadores los precios relevantes del petróleo y su volatilidad son estrictamente exógenos a las decisiones de oferta domésticas.

duración de estos efectos y sus mecanismos de transmisión no han sido determinadas con algún nivel de certeza.

El objetivo de este documento consiste entonces en explorar e identificar el impacto que tienen los precios del petróleo de manera directa sobre el crecimiento económico y de manera indirecta por su impacto sobre otras variables macroeconómicas, así como el impacto que tienen estos precios sobre sectores económicos específicos a nivel sectorial.

El documento está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta una breve revisión sobre la manera como se ha abordado en la literatura internacional el análisis del impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico y la manera como se ha abordado este mismo tema en el caso de la economía colombiana. En la sección 3 se discuten los precios de referencia del petróleo que son relevantes para el análisis y se presenta un análisis detallado de la manera como las variaciones del precio, en las distintas alternativas consideradas, han influido en el crecimiento a nivel agregado. Mediante el uso de técnicas econométricas sencillas se estiman los efectos directos e indirectos que un cambio de los precios tiene sobre la actividad económica a nivel agregado. Se destaca también en esta sección la importancia de dividir el período de análisis para concentrarse principalmente en la relación entre los precios y el crecimiento posterior a la recesión de 1999. En la sección 4 se exploran los efectos a nivel sectorial desde el punto de vista del impacto sobre los precios al productor y desde el punto de vista real: el valor de la producción, el empleo, las exportaciones y las importaciones. La sección 5 presenta algunos comentarios finales.

## 2. Impacto Económico de los Precios del Petróleo

La literatura teórica y los estudios empíricos que exploran la relación entre el precio del petróleo y el crecimiento económico pueden clasificarse en tres grupos. El primero se concentra en cuestiones de sostenibilidad, los aspectos institucionales y de política económica que tienen impacto sobre la oferta energética y la sustitución de fuentes en el lado de la demanda (Solow, 1974; Stiglitz, 1974; Dasgupta y Heal, 1974 y 1979, entre otros).

El segundo se dedica a explorar la causalidad entre los precios de la energía y los fundamentales macroeconómicos. Los estudios empíricos que analizan el impacto de los precios del petróleo en el crecimiento agregado lo realizan algunos autores partiendo de extensiones del modelo neo-clásico donde se incluye el precio del petróleo como un factor más en la producción – referencias en este aspecto puede encontrarse en Hamilton (2005) y Jiménez-Rodríguez (2008). Mientras que otros de dedican simplemente a analizar empíricamente el impacto de los precios del petróleo sobre diversos agregados económicos: el producto total, el consumo privado, el nivel de inflación, el balance fiscal, etc. – una extensa revisión de estos aspectos para el caso de Estados Unidos puede ser consultada en Killian (2008) y Barski y Killian (2004)–.<sup>2</sup> En estos tra-

<sup>2</sup>Los efectos ocasionados en la actividad económica para el caso de Estados Unidos han girado, al menos en parte, en torno al grado de exogeneidad de las variaciones en el precio

bajos se encuentra que, generalmente, el incremento en los precios del petróleo tiene un impacto negativo sobre el crecimiento; aunque este resultado presenta diferencias de impacto entre países importadores y exportadores dado que el incremento de precios implica una transferencia de ingreso de los primeros a los segundos. También se encuentra que la magnitud, la duración temporal del efecto e inclusive el signo de estos efectos es ambiguo entre diferentes estudios,<sup>3</sup> y se encuentra que, en parte, estos efectos son indirectos y están asociados con variaciones en otras variables como la inflación o la tasa de cambio que terminan afectando las decisiones de consumo privado y la actividad sectorial.

El tercer enfoque se dedica a explorar los canales sectoriales a través de los cuales los precios del petróleo terminan por afectar los precios de otros productos industriales (Regnier 2007),<sup>4</sup> la intensidad en el empleo de los factores (Hamilton, 1988; Bretschger, 2006; Lee y Ni 2002) y generando presiones cambiarias que afectan la competitividad de sectores dedicados a la producción de bienes transables en el mercado internacional. En este contexto, el cambio de precios del petróleo afecta el costo de producción, a través del consumo de derivados (combustibles y otros productos de la refinación), e influye de diversas maneras en las decisiones de inversión en bienes durables que son complementarios con el consumo de derivados (por ejemplo equipo de transporte), y genera un efecto sustitución por fuentes de energía más baratas y eficientes.

Se argumenta que estos efectos, que se asocian con episodios de enfermedad holandesa, están más identificados con la volatilidad de los precios que con su nivel. Dos enfoques, que se destacan en la literatura, son el de los costos de reubicación — donde el choque de precios genera desempleo involuntario en algunos sectores económicos, pues los costos de búsqueda y re-entrenamiento previene la migración sectorial del trabajo (Hamilton, 1988; Lilien, 1982) — y el enfoque de incertidumbre — donde se argumenta que las empresas prefieren posponer indefinidamente proyectos irreversibles de nuevas inversiones ante la incertidumbre sobre la evolución futura del precio del petróleo (Bernanke, 1983).

---

internacional del petróleo respecto a la actividad económica de este país (Killian, 2008); el efecto que los cambios y la volatilidad de los precios ejercen sobre la actividad económica distingue entre enfoques de oferta que, tanto a nivel microeconómico como macroeconómico, se ocupan de determinar la relación entre el cambio de precios y las decisiones de ahorro-inversión; y enfoques de demanda, que buscan establecer las condiciones bajo las cuales el cambio de precios influye sobre las decisiones de gasto del consumidor.

<sup>3</sup>Para un incremento de 10% en el precio, Hooker (1996) estima que el crecimiento se reduciría en 0.6%, Hamilton (2000) en 1.4 y Rotemberg y Woodford (1996) en 2.5%, este efecto ocurre en el caso de Hooker después de 3-4 trimestres de ocurrido el choque de precios, después del cuarto trimestre en la estimación de Hamilton y después de 5-7 trimestres en el caso de Rotemberg y Woodford. Los resultados son estimados con series trimestrales para la economía de Estados Unidos entre 1948—1972 en el caso de Hooker y 1942-1980 en los otros dos casos.

<sup>4</sup>La evidencia hallada por Regnier (2007) para una muestra de precios industriales mensuales entre 1945-2005 encuentra que los precios de petróleo crudo, petróleo refinado y gas son más volátiles que el 95% de los productos industriales, el petróleo crudo es más volátil que el 65% de sus derivados y que la mayor volatilidad del petróleo crudo, respecto a sus derivados se acentúa en el período posterior a la reducción de precios observada en 1986.

Para el caso de la economía colombiana la evidencia reciente es muy reducida o no concluye de manera precisa sobre la magnitud de los efectos, su duración temporal o la dirección que tiene el impacto sobre las variables de interés. Un número considerable de estudios se ha dedicado a explorar las condiciones de oferta y demanda de energía, la recomendación de políticas coherentes con las necesidades de abastecimiento futuro y la formulación de escenarios plausibles de disponibilidad de distintas fuentes de energía (Vélez y Rodríguez, 1991; Mejía y Perry, 1982; Ramírez et al 1982; Perry, 1988 y Castro, 1974). Otra línea de trabajos se han dedicado a explorar la relación entre los precios del petróleo y los precios de los demás sectores de la economía a nivel desagregado (Ramírez et al, 1976), el efecto de los precios de los combustibles sobre la inflación (Ramírez et al 1975) y la presencia de efectos asimétricos en el ajuste de los precios de los combustibles (Hofstetter y Tovar, 2008). Finalmente, otros trabajos se dedican a analizar, aunque sin entrar en estimaciones econométricas, el tipo de impactos que se generan a raíz de los choques de precios del petróleo sobre las finanzas públicas, la balanza de pagos, el nivel general de precios y otras variables macroeconómicas (González y Zapata, 2005; Rincón et al, 2008 y Llinás, 2002).

### 3. Impacto Sobre el Crecimiento Agregado en Colombia

#### 3.1. Los Precios de Referencia

En este artículo se exploran distintas alternativas para capturar el impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento agregado y sectorial. El precio de referencia es WTI en dólares por barril de 42 galones, que se expresa en términos relativos frente a los precios domésticos usando el tipo de cambio de paridad de poder de compra (PPC). Esta transformación se justifica por que el precio del petróleo en dólares corrientes difiere del precio que se percibe domésticamente dado el efecto de la devaluación y la variación de la inflación.<sup>5</sup> Este precio de referencia se calcula con base en el siguiente criterio:

$$P_{petro_t} = \frac{P_t^{WTI}}{PPC_t}$$

$$PPC_t = \frac{\Delta TCN_{t,2007(12)} + \Delta ipcusa_{t,2007(12)} + \Delta ipccol_{t,2007(12)}}{100} + 1$$

Donde TCN es la tasa de cambio nominal peso \ dólar, y el tipo de cambio de paridad se expresa con base diciembre de 2007. Este precio de referencia se presenta en la figura 1 para el período 1990:1 a 2009:3 junto con otras alternativas que corrigen el precio nominal del petróleo WTI en dólares por el Índice de Tasa de Cambio Real del comercio global deflactado por el IPC que

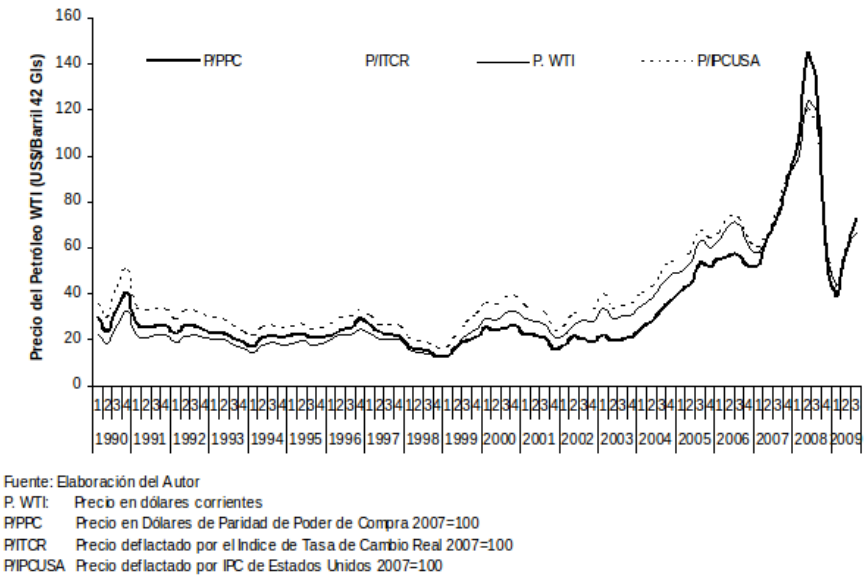
<sup>5</sup> Así un incremento del precio del petróleo del 20% podría ser compensado en su totalidad por una revaluación nominal en el mercado doméstico, o una pérdida del poder adquisitivo del dólar en el mercado externo, del 17%. Alternativamente, con tasa de cambio fija, éste incremento no tiene efectos reales si los precios domésticos para otros productos de consumo se incrementan de manera independiente en la misma proporción.

calcula el Banco de la República y el IPC de Estados Unidos calculado por el Bureau of Labor Statistics de ese país (BLS).

Los datos reflejan adecuadamente hechos bien conocidos en la evolución del precio del petróleo; en primer lugar no hay una diferencia marcada entre el precio en dólares corrientes y el deflactado por las distintas opciones propuestas, esto debido a que la magnitud del cambio en períodos de altos precios internacionales del petróleo es mucho mayor que el cambio observado en otros precios de la economía colombiana o estadounidense en cualquier trimestre. En segundo lugar, hay un incremento pronunciado de los precios a finales de 1990: al iniciarse la guerra del Golfo Pérsico, en el último trimestre de 1990 el precio nominal promedio del barril de 42 galones se ubica en US\$31.85, que es bastante alto frente a referentes históricos - un precio superior (US\$35.89) se registró sólo en el periodo 1980:I-1982:4 pero posteriormente, durante gran parte de la década de los 1980s el precio no supera el promedio de US\$20 por barril. Durante la década de los 1990s los precios se mantienen en niveles relativamente bajos, aunque con un marcado incremento de la volatilidad.

Finalmente, se observa un nuevo incremento de los precios que se inicia a finales del año 2002 y alcanza a US\$124 en el segundo trimestre de 2008, el máximo valor observado en términos históricos; el precio se reduce posteriormente a US\$42 en el primer semestre de 2009 y se incrementa nuevamente a US\$70 al final del período de análisis contemplado en este documento.

**Figura 1.** Precio de referencia del petróleo



La literatura relevante sobre el tema señala que la selección del precio de referencia es esencial para capturar su efecto sobre el crecimiento. Así, al evaluar

por separado el impacto de choques de precios positivos y negativos se encuentra que existen efectos asimétricos – en el sentido que las recesiones causadas por incrementos inesperados en el precio del petróleo, no son compensadas por una mayor expansión del crecimiento, cuando se presenta una reducción de precios (Mork, 1989; Mork et al, 1994). Por otra parte, se encuentra que no todos los cambios de precios son igualmente relevantes, cambios “grandes”, respecto a algún precio máximo observado en el pasado pueden ser más adecuados que cambios de reducida magnitud para explicar el impacto final sobre el crecimiento (Hamilton, 2003). Finalmente, se encuentra que la volatilidad, más que el cambio puntual en los precios, es la variable relevante para captar estos efectos (Ferderer, 1996).

Estas alternativas son revisadas para el caso colombiano en la sección que sigue. En el caso de los efectos asimétricos, se verifica si los incrementos netos del precio ( $\Delta P_{pos}$ ) tienen efectos diferentes sobre el crecimiento respecto a las reducciones netas ( $\Delta P_{neg}$ ) expresadas en valor absoluto de acuerdo a la siguiente regla (Mork 1989).

$$\Delta P_{post} = \begin{cases} \Delta P_{petr_t}, & \text{si } \Delta P_{petr_t} > 0 \\ 0 & \text{si } \Delta P_{petr_t} < 0 \end{cases} \quad |\Delta P_{pneg}| = \begin{cases} \Delta P_{petr_t}, & \text{si } \Delta P_{petr_t} < 0 \\ 0 & \text{si } \Delta P_{petr_t} > 0 \end{cases}$$

Para contrastar la hipótesis de cambios “grandes” en el precio se toma la diferencia del precio actual con respecto al precio mínimo observado en los tres últimos años. Este indicador es diferente al propuesto por Hamilton en la referencia señalada anteriormente pero, en opinión del autor de este documento, es intuitivamente más adecuado pues evalúa el efecto de un incremento elevado en los precios respecto a referentes históricos de precios bajos. El indicador se obtiene a partir del siguiente criterio.

$$\Delta P_{max_t} = \begin{cases} P_{petr_t} - \text{Min}(P_{petr_{t-1}} \cdots P_{petr_{t-12}}) \\ 0, & \text{si } \Delta P_{max_t} < 0 \end{cases}$$

Finalmente, el efecto de la volatilidad en los precios se evalúa tomando como criterio la desviación estándar registrada en cada trimestre (q) con respecto al precio promedio para los meses (m) que conforman ese trimestre del año como se ilustra en la siguiente ecuación.

$$Vol_{q,A} = \left( \frac{\sum_m (pp_{m,q,A} - [\sum_m \frac{pp_{m,q,A}}{3}])^2}{2} \right)^{1/2}$$

$m = 1, 2, 3; \quad q = I, II, III, IV; \quad A = 1990 - 2009$

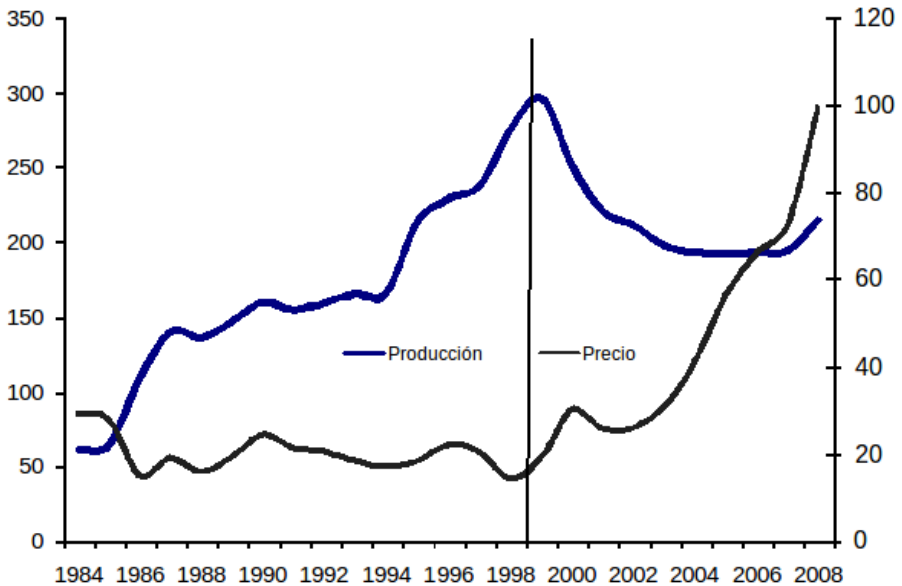
### 3.2. La Relación entre el Crecimiento Agregado y los Precios

La primera alternativa de análisis en el impacto de los precios del petróleo, siguiendo a Hamilton (2005), comienza por establecer la participación del sector petrolero sobre la producción agregada. En el caso de la economía colombiana



esta participación se ha reducido de manera continua, en términos reales, desde el año 1999 y se explica por la reducción de la producción de petróleo a una tasa promedio de 2% entre 1999 y 2008. Como se ilustra en las figuras 2 y 3 la reducción de la participación del valor agregado petrolero en el PIB sucede en un periodo donde se registran los mayores incrementos en el precio internacional. En este mismo período comienza a registrarse tasas altas en el crecimiento del PIB real, a tasas trimestrales superiores al 1% en promedio, lo cual lleva a preguntar por la relación de causalidad existente entre el comportamiento de los precios y el crecimiento económico.

**Figura 2.** Colombia: Precio y producción anual del petróleo



Para contrastar dicha causalidad se plantea una regresión simple como se muestra en la ecuación (1). Aquí, el crecimiento del PIB se expresa en función de valores rezagados de las tasas de crecimiento trimestral del PIB y del precio del petróleo.

$$\Delta PIB_t = C + \Delta PIB_{t-p} + \Delta P_{petr_{t-p}} + ds + dp + z_{1-3} + t \quad p = 1 \dots 4 \quad (1)$$

La regresión se realiza con cifras expresadas en logaritmos y ajustadas para corregir sesgos estacionales. Se incluye variables dummy estacionales (Z1-3), una variable de tendencia (t) que equivale a asumir que existe una tendencia cuadrática en niveles, una variable dummy (ds) que recoge el efecto de la recesión económica entre 1997-3 y 1999-4 y una variable dummy (dp) que recoge el efecto de los altos precios internacionales registrados en 2008.

Es conveniente dedicar aquí algunas líneas a la justificación económica y la relevancia estadística de las variables Dummy consideradas: la figura 4 ilustra la caída que presenta el crecimiento del PIB a nivel agregado desde 1997. en

**Figura 3.** Participación % real del sector petróleo en el PIB

efecto, después de registrar una tasa de crecimiento del 3.4% en el segundo trimestre de 1997 la producción se reduce en los siguientes trimestres hasta alcanzar una disminución de 2.64% en el cuarto trimestre de 1998; la recuperación posterior se realiza de manera lenta a tasas de crecimiento de -1.48%, -0.08% y 1.97% entre el tercer trimestre de 1999 y el primer trimestre del año 2000.<sup>6</sup>

De manera similar, la figura 5 ilustra el incremento en la volatilidad de los precios del petróleo que se registra desde finales de 2007, pero que es particularmente elevada desde el primer trimestre de 2008. En la figura se observa que la volatilidad trimestral promedio se mantiene alrededor del 1.5% desde 1990 y hasta el año 2000. A partir de entonces esta volatilidad se incrementa hasta llegar a 2.3 a finales de 2004 y hasta 3.3 a finales de 2007. Sin embargo, el incremento es mucho más pronunciado entre el primero y el cuarto trimestre de 2008, donde la volatilidad pasa de 6.7 a 17.8.

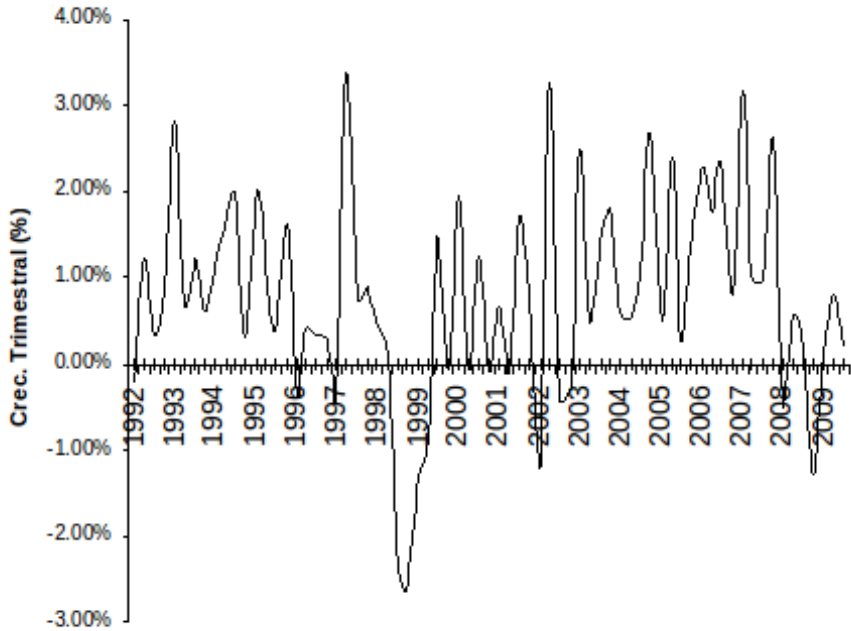
Adicionalmente a esta evidencia, la inclusión estadística de las variables  $ds$  y  $dp$  se valida con pruebas de estabilidad de los parámetros basadas en el test de Chow<sup>7</sup> y, como se observa en los resultados de las estimaciones econométricas que se reportan en el cuadro 1, estas variables Dummy son estadísticamente significativas con niveles de confianza del 90% en el caso de  $ds$  y 99% en el caso de  $dp$ .

La discusión sobre la evolución histórica de los precios y la producción de petróleo desarrollada hasta aquí muestra que existe una marcada diferencia en

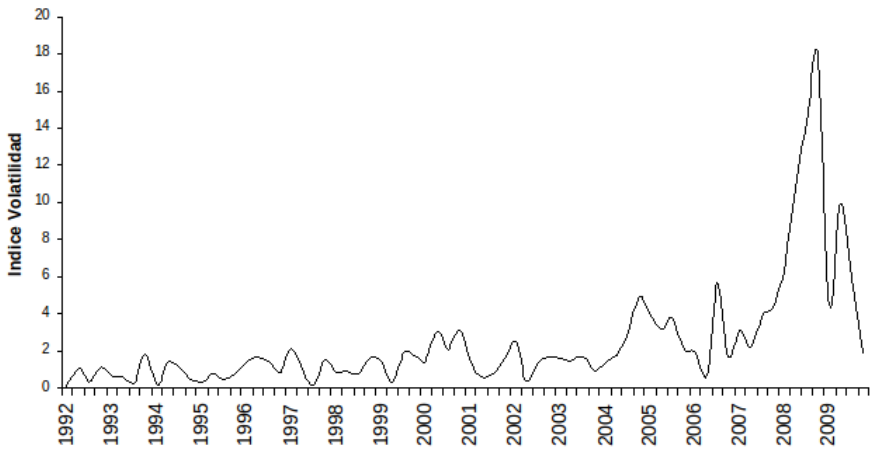
<sup>6</sup>En términos de crecimiento anual, es decir el trimestre de cada año frente a igual trimestre un año antes, las tasas de crecimiento correspondientes son 3.0% en el segundo trimestre de 1997, y la producción se reduce en los siguientes trimestres hasta alcanzar una disminución de 3.6% en el cuarto trimestre de 1998; la recuperación posterior se realiza a tasas de -3.9%, -2.6% y 3.3% entre el tercer trimestre de 1999 y el primer trimestre del año 2000.

<sup>7</sup>Estas pruebas no se presentan aquí pero pueden ser solicitadas al autor del documento.

**Figura 4.** Colombia: crecimiento trimestral del PIB



**Figura 5.** Colombia: índice de volatilidad del precio del petróleo



las condiciones de mercado antes y después del año 2000. El primero de estos períodos se caracteriza por precios más bajos y mayor estabilidad relativa, si se comparan con las condiciones imperantes después del año 2000. En el lado de la producción petrolera, ésta se incrementa de manera continua entre 1990 y 1999, pero posteriormente registra un descenso que sólo se revierte levemente hacia finales de 2008. Así, desde el punto de vista meramente econométrico resulta difícil pretender que las condiciones del mercado imperantes en estos dos períodos son similares en términos de las estimaciones de su impacto sobre la actividad económica.

Entonces, la estrategia para manejar estas diferencias, en el análisis que sigue, consiste en realizar estimaciones econométricas para el período completo (1993:1-2009:3) y para el sub-período 2000:1-2009:3, donde se han consolidado gran parte de los cambios reportados. En el primer segmento del cuadro 1 se presentan los resultados de las estimaciones para el período 1993:1 a 2009:3 – los datos del periodo 1990:1 a 1992:4 se utilizan en el cálculo de  $\Delta pmax$  como se especifica arriba. Estos resultados muestran que efectivamente existe evidencia de un impacto significativo del cambio de precios del petróleo sobre el crecimiento económico, el coeficiente del rezago 1 en el primer bloque del cuadro indica que la elasticidad precio del crecimiento es 0.016 con un nivel de confianza del 90% y de 0.02 en el caso del rezago 3, con nivel de confianza de 95%. Sin embargo, una prueba *F* de significancia conjunta, donde se plantea que los cuatro rezagos del precio son estadísticamente iguales a cero – es decir que no ejercen un impacto significativo sobre la producción- no se rechaza a los niveles de confianza convencionales.

En la tabla 1, los resultados reportados en las columnas del primer segmento muestran que mientras los cambios positivos de precios ( $\Delta ppos$ ) no tienen efectos significativamente diferentes de cero, los cambios negativos ( $\Delta ppneg$ ), los denominados cambios “grandes” ( $\Delta pmax$ ) y el incremento de la volatilidad ( $\Delta Vol$ ) si parecen influenciar los resultados en términos del crecimiento del PIB. El crecimiento se reduciría en respuesta a la reducción del precio en una magnitud cercana al 0.2%, tomado como referencia un choque de 10% en este último, y este efecto es significativo a niveles de confianza del 95%. Por su parte,  $\Delta pmax$  tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de 0.15% aunque con un nivel de significancia estadística menor (90% de confianza). Finalmente, el incremento de la volatilidad reduce el crecimiento económico en una magnitud cercana al 1% después de 4 trimestres con nivel de confianza del 95%.

La evidencia obtenida para el período 1993:1-2009:3 puede ser interpretada de la siguiente manera: No se puede rechazar que efectivamente existen efectos directos de los cambios de precios del petróleo sobre el crecimiento económico, aunque estos efectos son generalmente de magnitud reducida y se producen con algunos trimestres de retardo. La dirección de los efectos es asimétrica y coherente con la condición de exportador neto del país, por lo que mientras el incremento de los precios internacionales medidos por  $\Delta ppos$  no reporta resultados estadístico diferente de cero, la reducción de los precios si reduce el crecimiento de manera significativa, a niveles de confianza del 95%. Por otra parte, la actividad económica no responde a los diversos choques de manera

similar en el sentido de que mientras los efectos de cambios positivos del precio ( $\Delta p_{pos}$ ) son estadísticamente cero, los cambios “grandes” ( $\Delta p_{max}$ ) tienen un efecto incremental sobre el crecimiento. El incremento de la volatilidad ( $\Delta Vol$ ) y los cambios negativos en el precio ( $\Delta p_{neg}$ ) por el contrario lo reducen.

Los resultados presentan un mejor ajuste estadístico al evaluar estos mismos efectos para el sub-período 2000:1 a 2009:3, las regresiones econométricas que se reportan en el segundo segmento del cuadro explican entre el 43% y el 70% de la varianza del modelo frente al 35%-42% que resulta explicado en el primer segmento. Adicionalmente, los coeficientes obtenidos son coherentes con los resultados anteriores pero de mayor magnitud en las distintas opciones de precios. Así, tomando nuevamente como referencia un choque inicial del 10% en el precio, la elasticidad del crecimiento al cambio de precios es alrededor de 0.3% y frente a cambios negativos del precio se observa elasticidades de -0.54% (con un trimestre de retardo), a -0.23% (transcurridos tres trimestres después de choque de precios) y -0.63% (a los cuatro trimestres). Ante las variaciones “grandes” en el precio, el impacto es 0.26% en el primer trimestre, y este impacto se revierte posteriormente en una magnitud ligeramente inferior. La evidencia hallada en este segundo segmento sugiere que el incremento de la volatilidad no tiene efectos estadísticamente diferentes de cero, lo cual resulta contraintuitivo frente a la presencia de una mayor volatilidad de los precios en este período. No obstante, si se realiza una nueva estimación para el período 2002:1 y 2009:3 en el que, como se ilustra en la figura 5, se observa un mayor incremento de la volatilidad se puede confirmar que efectivamente el aumento de la volatilidad lleva a un menor crecimiento de alrededor de 0.12%, teniendo como referencia un cambio del 10%. Este efecto se produce con un retardo de cuatro trimestres y es estadísticamente significativo con nivel de confianza del 99%.

En contraste con la evidencia obtenida en el primer segmento del cuadro para el período 2000:1-2009:3 se verifica que una prueba F de significancia conjunta, donde se mantiene la hipótesis de que los cuatro rezagos del precio ( $\Delta pp$ ) son estadísticamente cero, se rechaza con un nivel de confianza cercano al 90%.

En conclusión, los resultados obtenidos sugieren que existe algún efecto de la variación de los precios del petróleo sobre el crecimiento pero que este efecto se habría acentuado particularmente en el período posterior al año 2000 el cual está caracterizado por varias circunstancias entre las que se cuentan principalmente la reducción de los volúmenes de producción en Colombia, el mayor incremento de los precios en el mercado internacional y la mayor volatilidad en el comportamiento de estos mismo precios. En la siguiente sección se explora con más detalle la dinámica de estos efectos y los canales a través de los cuales podrían haberse manifestado. Para tal fin, salvo observación en contrario, se mantiene como referencia el período 2000:1-2009:3.

**Tabla 1.** Resultados de las estimaciones diversas especificaciones del precio.

Resultados de las Estimaciones Periodo 1993-I-2009:3					
Variable	Dependiente DPIB				
	Efecto de $\Delta pp$	Efecto de $\Delta ppos$	Efecto de $ \Delta pppneg $	Efecto de $\Delta pmar$	Efecto de $\Delta V ol$
$\Delta pib_{t-1}$	-0.047	$\Delta pib_{t-1}$ -0.005	$\Delta pib_{t-1}$ -0.061	$\Delta pib_{t-1}$ -0.034	$\Delta pib_{t-1}$ -0.013
$\Delta pib_{t-2}$	0.2329**	$\Delta pib_{t-2}$ 0.2325**	$\Delta pib_{t-2}$ 0.2118**	$\Delta pib_{t-2}$ 0.2129**	$\Delta pib_{t-2}$ 0.2439***
$\Delta pib_{t-3}$	0.1461	$\Delta pib_{t-3}$ 0.1887	$\Delta pib_{t-3}$ 0.1349	$\Delta pib_{t-3}$ 0.1619	$\Delta pib_{t-3}$ 0.1280
$\Delta pib_{t-4}$	-0.198*	$\Delta pib_{t-4}$ -0.175	$\Delta pib_{t-4}$ -0.244**	$\Delta pib_{t-4}$ -0.232*	$\Delta pib_{t-4}$ -0.264**
$\Delta ppi_{t-1}$	0.0164*	$\Delta ppos_{t-1}$ 0.0074	$ \Delta pppneg_{t-1} $ -0.018**	$\Delta pmar_{t-1}$ 0.0154*	$\Delta V ol_{t-1}$ -0.001
$\Delta ppi_{t-2}$	-0.006	$\Delta ppos_{t-2}$ 0.0119	$ \Delta pppneg_{t-2} $ 0.0053	$\Delta pmar_{t-2}$ -0.015	$\Delta V ol_{t-2}$ -0.000
$\Delta ppi_{t-3}$	0.0202**	$\Delta ppos_{t-3}$ 0.0224	$ \Delta pppneg_{t-3} $ -0.016	$\Delta pmar_{t-3}$ 0.0181	$\Delta V ol_{t-3}$ -0.007
$\Delta ppi_{t-4}$	-0.000	$\Delta ppos_{t-4}$ -0.010	$ \Delta pppneg_{t-4} $ -0.023	$\Delta pmar_{t-4}$ -0.008	$\Delta V ol_{t-4}$ -0.009**
ds	-0.009*	ds -0.009*	ds -0.010*	ds -0.009*	ds -0.012***
dp	-0.016***	dp -0.016***	dp -0.014***	dp -0.014***	dp -0.009**
Cons	0.0045	Cons 0.0025	Cons 0.0067	Cons 0.0049	Cons 0.0052
R <sup>2</sup>	0.3906	R <sup>2</sup> 0.3563	R <sup>2</sup> 0.3879	R <sup>2</sup> 0.38	R <sup>2</sup> 0.4200
Obs.	67	Obs. 67	Obs. 67	Obs. 67	Obs. 67
Resultados de las Estimaciones Periodo 2000-I-2009:3					
$\Delta pib_{t-1}$	-0.421**	$\Delta pib_{t-1}$ -0.324*	$\Delta pib_{t-1}$ -0.562***	$\Delta pib_{t-1}$ -0.442***	$\Delta pib_{t-1}$ -0.300**
$\Delta pib_{t-2}$	0.1447	$\Delta pib_{t-2}$ 0.1878	$\Delta pib_{t-2}$ -0.041	$\Delta pib_{t-2}$ 0.0770	$\Delta pib_{t-2}$ 0.2508**
$\Delta pib_{t-3}$	0.2890*	$\Delta pib_{t-3}$ 0.4450***	$\Delta pib_{t-3}$ 0.0296	$\Delta pib_{t-3}$ 0.3454***	$\Delta pib_{t-3}$ 0.3207**
$\Delta pib_{t-4}$	0.0260	$\Delta pib_{t-4}$ 0.1221	$\Delta pib_{t-4}$ -0.175	$\Delta pib_{t-4}$ 0.0511	$\Delta pib_{t-4}$ 0.0312
$\Delta ppi_{t-1}$	0.0288***	$\Delta ppos_{t-1}$ 0.0068	$ \Delta pppneg_{t-1} $ -0.054***	$\Delta pmar_{t-1}$ 0.0260**	$\Delta V ol_{t-1}$ -0.001
$\Delta ppi_{t-2}$	-0.009	$\Delta ppos_{t-2}$ 0.0073	$ \Delta pppneg_{t-2} $ -0.002	$\Delta pmar_{t-2}$ -0.022*	$\Delta V ol_{t-2}$ 0.0040
$\Delta ppi_{t-3}$	0.0197	$\Delta ppos_{t-3}$ 0.0106	$ \Delta pppneg_{t-3} $ -0.023*	$\Delta pmar_{t-3}$ 0.0129	$\Delta V ol_{t-3}$ -0.005
$\Delta ppi_{t-4}$	0.0068	$\Delta ppos_{t-4}$ -0.009	$ \Delta pppneg_{t-4} $ -0.063***	$\Delta pmar_{t-4}$ -0.013	$\Delta V ol_{t-4}$ -0.009
dp	-0.024***	dp -0.019***	dp -0.028***	dp -0.023***	dp -0.017***
Cons	0.0062	Cons 0.004	Cons 0.005	Cons 0.002	Cons -0.047
R <sup>2</sup>	0.5562	R <sup>2</sup> 0.4289	R <sup>2</sup> 0.6954	R <sup>2</sup> 0.534	R <sup>2</sup> 0.5300
Obs.	39	Obs. 39	Obs. 39	Obs. 39	Obs. 39

Nota: \*, \*\*, \*\*\* indica la significancia estadística al 1%, 5% y 10% respectivamente. Los resultados son obtenidos en Stata, errores standard corregidos con corrección de White. Las pruebas Dickey-Fuller Aumentada y KPSS indican variables son estacionarias en todos los casos.

La información estadística corresponde al período 1990:I-2009:3, el cálculo de  $\Delta pmar$  implica el sacrificio de 12 trimestres de información.

### 3.3. Respuesta Dinámica a los Choques de Precios

La segunda alternativa de análisis adoptada en este documento consiste en explorar el comportamiento dinámico del crecimiento ante cambios inesperados en los precios del petróleo. La especificación de un modelo de vectores autorregresivos con restricciones que permitan conocer la magnitud y el tiempo de reacción del crecimiento del PIB ante un choque inicial de precios, así como la dirección y la duración del efecto, puede ser planteada de la siguiente manera con variables expresadas en tasas de crecimiento logarítmico en base trimestral.

$$\begin{aligned} Y_y &= A(L) Y_{t-q} + \mu_t \\ Y_y &= [Ppetr_t, PIB_t]' \end{aligned} \quad (2)$$

Aunque omitidos en la notación, en ésta ecuación se mantienen los criterios establecidos en la ecuación (1), es decir, en todos los casos se incluyen los 4 primeros rezagos de las variables consideradas, se mantiene la variable dummy que recoge el efecto de los altos precios internacionales registrados en 2008, y se mantienen las variables dummy estacionales y la variable de tendencia.<sup>8</sup>

Las restricciones plausibles sobre este sistema se basan en el carácter exógeno de los precios internacionales del petróleo en cuanto éstos no están sujetos a variaciones del PIB en la economía colombiana. Como se ha explicado en este documento, Colombia es una economía pequeña en el mercado internacional de petróleo, razón por la cual no tiene sentido económico plantear algún tipo de respuesta de los precios internacionales ante innovaciones o choques en el crecimiento del PIB colombiano. Así, el precio del petróleo se encuentra predeterminado en el modelo, mientras que el crecimiento del PIB es afectado por innovaciones en los precios y choques idiosincráticos.

En el análisis subsiguiente se adopta la estrategia de evaluar la respuesta a un impulso inicial que es ortogonal, es decir que toma en cuenta únicamente el efecto de las variaciones de la variable que experimenta el impulso – el precio – sobre la variable que experimenta la respuesta – la tasa de crecimiento posterior del producto – y omite el efecto de las interacciones entre las variables consideradas. Generalmente la magnitud de este efecto ortogonal es menor que el que se observaría en un choque estructural, el cual toma en cuenta las distintas interacciones entre las variables analizadas. Sin embargo resulta de mayor interés para estudiar la causalidad de una variables sobre otra.

Es conveniente anotar aquí que la estimación de los efectos dinámicos se enfoca en la respuesta de corto plazo. Así, en lo que sigue del documento asume que el choque inicial ocurre por una sola vez, en todos los casos los efectos serían diferentes al asumir un cambio permanente de precios a lo largo del horizonte de análisis.<sup>9</sup> Por otra parte, aunque probablemente resulta de

<sup>8</sup>A lo largo del documento, las pruebas estadísticas habituales que soportan la existencia de raíces unitarias, normalidad de los errores, la longitud del rezago, la causalidad, la estabilidad de los parámetros y ausencia de correlación serial se han omitido en aras de la brevedad. No obstante, las mismas pueden ser obtenidas por solicitud al autor.

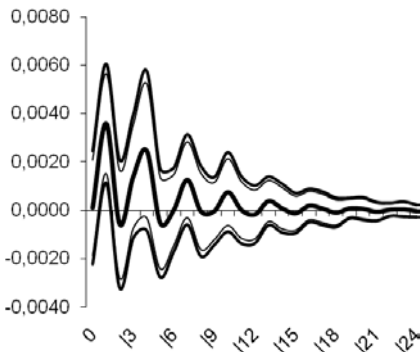
<sup>9</sup>Como se sabe, una implicación de este criterio es que los efectos analizados son transitorios, es decir que se presentan en la mayoría de los casos por una sola vez y posteriormente

interés conocer también la relación de largo plazo que existe entre el petróleo y el crecimiento económico, en este documento se ha omitido el análisis de relaciones de cointegración en aras de explorar la dinámica de corto plazo.

La función de respuesta a un impulso inicial es ilustrada en la figura 4 sobre un horizonte de 24 trimestres y con intervalos de confianza de 90% y 95%. En la figura se observa que un incremento inicial de 1% sobre el precio del petróleo tiene un efecto positivo sobre el crecimiento del PIB dos trimestres más tarde y éste es estadísticamente significativo en el intervalo de 95% de confianza.

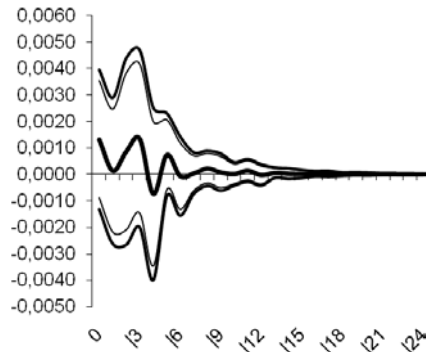
**Figura 4**

**Respuesta a  $\Delta p$**



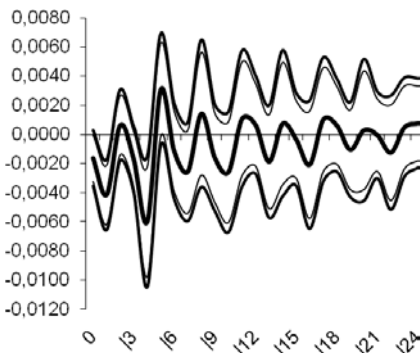
**Figura 5**

**Respuesta a  $\Delta p_{pos}$**



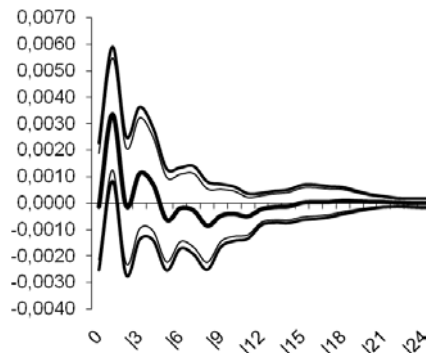
**Figura 6**

**Respuesta a  $\Delta p_{neg}$**



**Figura 7**

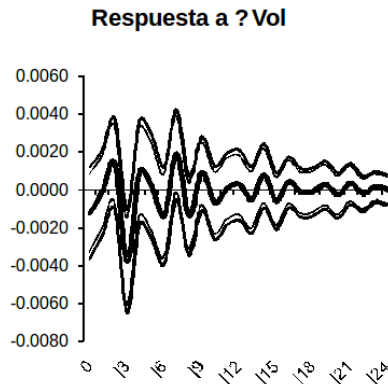
**Respuesta a  $\Delta p_{max}$**



desaparecen (no son significativamente diferente de cero a lo largo del horizonte de análisis considerado). La alternativa, que no se explora en este documento, consiste en estimar la respuesta acumulada a un choque permanente sobre la variable de interés, que puede tener mayor relevancia cuando el interés es el análisis de largo plazo.



Figura 8



De manera similar, las figuras 5–8 ilustran la respuesta del crecimiento del PIB ante un choque inicial de 1% cuando se usan otras especificaciones del precio. Estos resultados, que son obtenidos remplazando de manera secuencial las distintas alternativas del precio del petróleo en la ecuación (2), muestran que las variaciones positivas del precio ( $\Delta p_{pos}$ ) no tienen efectos significativamente diferentes de cero sobre el crecimiento en los intervalos de confianza planteados. En contraste, se observa que las variaciones negativas ( $\Delta p_{pneg}$ ) ejercen un impacto negativo que se presenta con un trimestre de retardo y otro, de magnitud levemente superior que se repite en el cuarto trimestre; estos impactos son significativos con base en el intervalo de confianza al 95%.

En el caso de las variaciones “grandes” en el precio ( $\Delta p_{max}$ ) se observa que estas tienen un impacto positivo y significativo en el crecimiento que ocurre con un trimestre de retardo. Finalmente, con base en el intervalo de confianza del 95%, se observa que el incremento de la volatilidad del precio ( $\Delta Vol$ ) tiene un impacto negativo en el crecimiento que se presenta dos trimestres después del choque inicial.

En resumen, las funciones de respuesta al impulso inicial de un cambio en las distintas especificaciones del precio del petróleo muestran evidencia de choques de reducida magnitud sobre el crecimiento económico que son estadísticamente significativos y consistentes en todos los casos con la evidencia que se presenta en la tabla 1. Destacando los resultados más significativos se observa que no hay efectos simétricos: los choques negativos en el precio son bastante significativos mientras los choques positivos no son estadísticamente diferentes de cero. Se observa también que mientras los choques negativos afectan de manera negativa el crecimiento, los denominados choques “grandes” llevan a un mayor crecimiento. Finalmente, se observa que el incremento de la volatilidad de los precios ocasiona un menor crecimiento económico tres trimestres posteriores al choque inicial.

El análisis de descomposición de la varianza, ilustrado en la tabla 2 sobre

horizontes de 1, 12, 24 y 50 periodos después del choque inicial, mide el porcentaje de varianza del error de pronóstico sobre el crecimiento que es explicado por el choque de precios. En este caso se observa que las variaciones positivas del precio,  $\Delta p_{pos}$  y  $\Delta p_{max}$ , tienen un poder explicativo relativamente bajo y que, adicionalmente, éstos impactos no son estadísticamente diferentes de cero; mientras que el mayor impacto proviene de las variaciones negativas del precio  $\Delta p_{neg}$ , que explica más del 60% de la varianza del error a lo largo del horizonte de análisis. Por otra parte, se observa que la volatilidad también tiene un impacto importante, cerca del 30% del error de pronóstico, y que este efecto se mantiene en el horizonte de análisis.

Los parámetros del modelo identifican el impacto de cada precio –sus efectos rezagados en 4 trimestres– sobre el crecimiento. En la evidencia presentada en el primer segmento de la tabla se observa que el coeficiente de  $\Delta p_{pos}$  es el único que no tiene un impacto estadísticamente significativo sobre la tasa de crecimiento del PIB. Los coeficientes asociados a otras especificaciones del precio son consistentes con los resultados discutidos anteriormente. Es decir, las variaciones negativas del precio tienen efectos recesivos, las variaciones “grandes” generan mayor crecimiento y la volatilidad tiene un impacto negativo en el crecimiento.

La evidencia presentada aquí soporta entonces la hipótesis de que las variaciones de precios del petróleo ejercen algún impacto en el crecimiento económico aunque, a diferencia de las predicciones de las funciones de respuesta al impulso, estos se extienden y cambian muy poco en el horizonte de análisis. Para profundizar más en los posibles canales de transmisión a través de los cuales estos choques de precios terminan afectando la actividad económica, en la siguiente sección se explora el efecto sobre algunas variables macroeconómicas relevantes en la literatura sobre el tema.

**Tabla 2.** Parámetros del modelo y análisis de descomposición de la varianza distintas alternativas del precio del petróleo

Análisis de Descomposición de Varianza Distintas Alternativas del Precio del Petróleo					
V. Endogena	Efecto de $\Delta pp$	Efecto de $\Delta ppos$	Efecto de $ \Delta pneg $	Efecto de $\Delta pmax$	Efecto de Vol
Efecto sobre $\Delta pib$	0.014***	-0.0033	-0.02136***	0.0045***	-0.01004***
Descomposición de la Varianza en 4 períodos					
Periodo 1	0.000	0.024	0.068	0.000	0.081
Periodo 12	0.228*	0.056	0.593***	0.152	0.286**
Periodo 24	0.229*	0.056	0.614***	0.153	0.287**
Periodo 50	0.229*	0.056	0.619***	0.153	0.287**

\*, \*\*, \*\*\* denota que la variable respectiva no puede ser excluida con niveles de significancia estadística al 10%, 5% y 1% respectivamente

### 3.4. *Impactos Indirectos de los Choques de Precios*

La tercera alternativa en este análisis explora la existencia de impactos indirectos de los precios del petróleo al crecimiento. Es decir, se evalúa si el cambio de precios afecta otras variables macroeconómicas y si estas variables, a su vez, tienen algún efecto sobre el crecimiento de la producción agregada. La literatura sobre el fenómeno de enfermedad holandesa señala que, ante el auge de precios en un producto como el petróleo, se origina un incremento de los términos de intercambio que lleva a un aumento del ingreso doméstico. La apreciación cambiaria originada en un mayor flujo de divisas por exportación, actúa en contra de sectores dedicados a producir otros bienes exportables, diferentes al que experimento el auge, al tiempo que incrementa el gasto en bienes con características de no transables y bienes importados que compiten con la producción doméstica.

La difusión de estos efectos depende, no obstante, de otras características del sector petrolero como las resumidas para el caso colombiano por Posada (1993). El petrolero es un sector intensivo en capital, en su mayor parte de origen importado; los costos de inversión son compartidos y financiados en gran parte por flujos de inversión extranjera; la mayor parte de las utilidades económicas generadas por la producción y exportación pertenecen –al menos en gran parte del período analizado en este documento– al sector público como recursos de capital; adicionalmente, como actividad económica el petróleo representa para el estado una de las principales fuente de ingreso tributarios directos e indirectos. Estos aspectos fiscales del mercado petrolero son analizados de manera extensiva en otro documento del autor del presente estudio.

De esta manera, resulta intuitivamente apropiado evaluar en qué medida el comportamiento de los precios pudo haber afectado la trayectoria de algunas variables macroeconómicas que resultan relevantes para el análisis: la tasa de cambio real, los términos de intercambio, el balance fiscal, el saldo comercial, el consumo privado y la inversión extranjera directa. Así, como los efectos que estas variables podrían haber ejercido sobre el crecimiento del PIB.

La tasa de cambio de referencia utilizada aquí corresponde al promedio trimestral del ITCR del comercio global deflactado por el IPC que reporta el Banco de la República. Los términos de intercambio se calculan con base en el precio promedio trimestral de las exportaciones con relación a los precios de las importaciones de los sectores industriales según clasificación CIU a 3 dígitos en las estadísticas del IPP reportadas por el Banco de la República. El consumo del gobierno nacional central (GNC) es tomado de las estadísticas del Sistema de Cuentas Nacionales con año base 2000. La Inversión Extranjera Directa (IED) en el sector petróleo se toma de las estadísticas del Banco de la República y expresadas como porcentaje del PIB.

La estrategia de análisis es en este caso es similar a la empleada en la sección anterior. Es decir, se plantean modelos de vectores autogresivos con restricciones que permiten capturar los efectos de interés. En la especificación de los respectivos modelos se mantienen los criterios establecidos antes: las variables analizadas son expresadas en crecimiento logarítmico trimestral, se

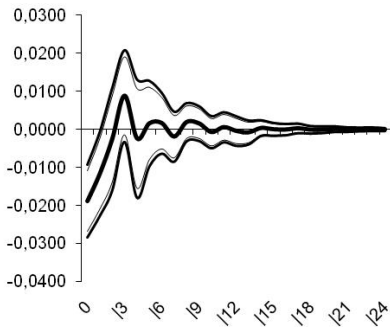
incluyen los 4 primeros rezagos de las variables consideradas, la variable dummy de precios para 2008, variables dummy estacionales y una variable de tendencia. La ecuación 3 ilustra la especificación del modelo correspondiente a la relación entre los precios del petróleo, el índice de tasa de cambio real y el PIB.

$$\begin{aligned}
 Y_y &= A(L)Y_{t-q} + \mu_t \\
 Y_y &= [Ppetr_t, ITCR_t, PIB_t]'
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Las restricciones que se imponen para lograr la identificación de los efectos de interés se resumen así: el precio del petróleo es la única variable que se encuentra predeterminada en el modelo, la tasa de cambio real responde a innovaciones en los precios del petróleo y choque idiosincráticos pero no es afectada por choques en el crecimiento del PIB; finalmente el crecimiento del PIB resulta afectado directamente por innovaciones en los precios del petróleo e indirectamente por el impacto de los precios sobre la tasa de cambio real, así como por choques idiosincráticos en el crecimiento.

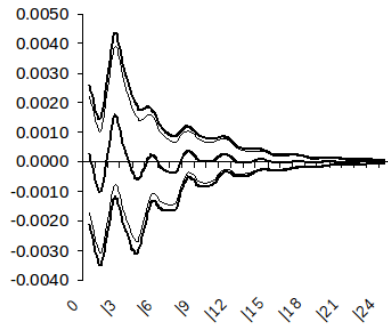
**Figura 9**

**Respuesta  $\Delta itcr$  a  $\Delta pmax$**



**Figura 10**

**Respuesta  $\Delta PIB$  a  $\Delta itcr$**



Las funciones de respuesta al impulso inicial que ilustran los resultados de estos impactos han sido seleccionadas para destacar los resultados más relevantes. Así, la figura 9 muestra que las variaciones “grandes” en el precio efectivamente ocasionan una revaluación cambiaria estadísticamente significativa en el intervalo de 95%. Como se observa en la figura, la apreciación de la tasa de cambio real es cercana al 2% inmediatamente después del choque inicial. Sin embargo, la respuesta del PIB a un choque inicial sobre la tasa de cambio, que se ilustra en la figura 10, no es estadísticamente diferente de cero.

La figura 11 presenta la respuesta de los términos de intercambio de los principales sectores industriales, expresado por la razón entre el precio de las exportaciones y el de las importaciones, ante un choque inicial en  $\Delta ppos$ . Se observa aquí que los precios de las exportaciones se incrementan en término relativos posterior al choque de precios del petróleo. Por otra parte, la figura 12 muestra evidencia que sugiere que cuando el choque inicial se produce sobre

los términos de intercambio, éste lleva a incrementar el crecimiento en la producción agregada, y este impacto es significativo a niveles de significancia del 10%.

La figura 13 presenta la respuesta de inversión del GNC a un choque inicial sobre  $\Delta ppos$ . Se observa que éste gasto primero se reduce pero posteriormente presenta un incremento en el tercer trimestre posterior al choque. La figura 14, por otra parte, muestra que ante un impulso inicial en el gasto de inversión la respuesta del crecimiento es positiva e inmediata.

Figura 11

Respuesta  $\Delta ti\_ind$  a  $\Delta ppos$

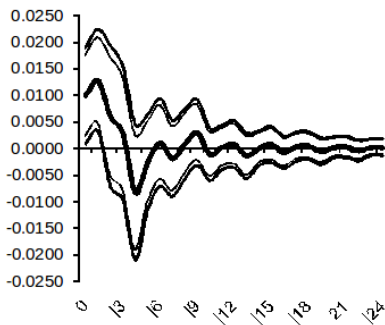
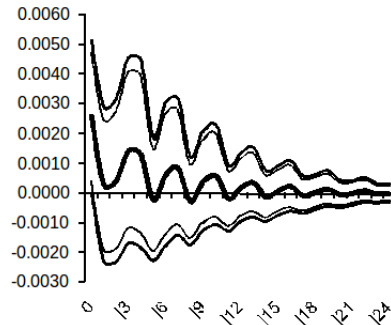


Figura 12

Respuesta  $\Delta PIB$  a  $\Delta ti\_ind$



Este comportamiento es acorde con la tendencia del gobierno a ahorrar parte de los mayores ingresos obtenidos en ciclos de altos precios pero también a desahorrarlos posteriormente. El mismo resultado se confirma al remplazar el precio de referencia para analizar la respuesta del gasto de inversión a un impacto inicial sobre los cambios “grandes”, es decir se observa una reducción en el gasto de inversión del GNC que posteriormente se revierte. No obstante, si se evalúan el efecto de los precios sobre el gasto de funcionamiento del gobierno se observa que éste experimenta un incremento posterior al aumento de precios que es significativo en el intervalo de 90% de confianza.

La respuesta de la IED en el sector petróleo ante un choque en  $\Delta pmax$  se ilustra en la figura 15. Como es de esperar, el choque de precios lleva a un incremento de gran magnitud de la inversión en el sector tres trimestres más tarde. No obstante, resulta contraintuitivo que un choque positivo sobre la inversión extranjera en petróleo conduce a una reducción posterior sobre el crecimiento agregado, como se ilustra en la figura 16.

También se encuentra que un incremento “grande” de los precios está asociado con una mayor importación de maquinaria y equipo, y que la importación de estos bienes tiene un impacto positivo y bastante significativo sobre el crecimiento de la producción agregada 3 y 6 trimestres después del choque inicial como se ilustra en la figura 18.

Figura 13

Respuesta ?GIGNC a ?ppos

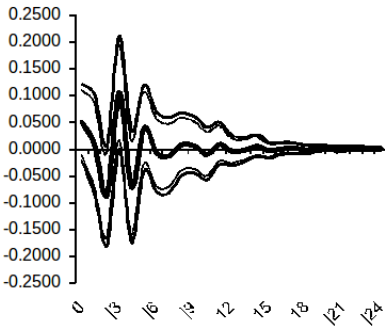


Figura 14

Respuesta ?PIB a ?GIGNC

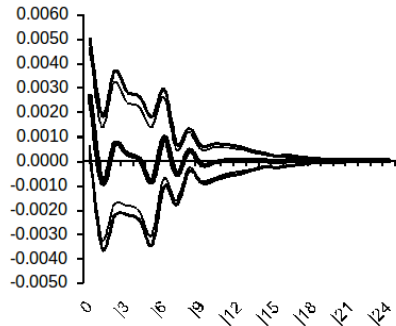


Figura 15

Respuesta  $\Delta$ IEDPetr a  $\Delta$ pmax

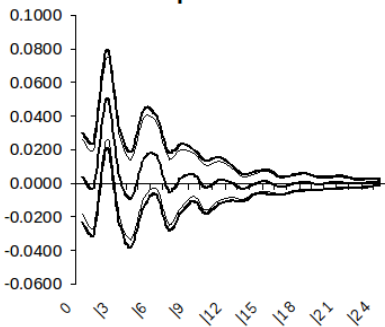


Figura 16

Respuesta  $\Delta$ PIB a  $\Delta$ IEDPetr

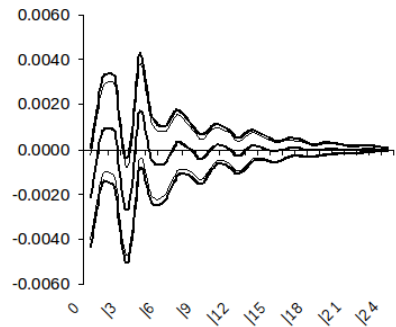


Figura 17

Respuesta  $\Delta$ mmaq&Eq a  $\Delta$ pmax

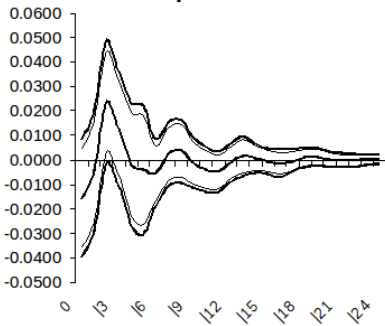
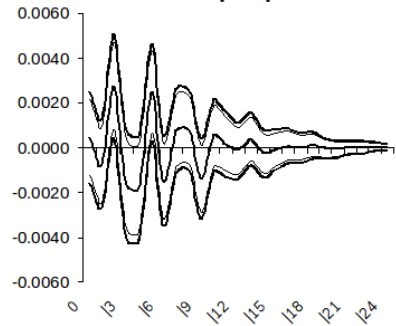


Figura 18

Respuesta  $\Delta$ PIB a  $\Delta$ mmaq&Eq



En resultados que no están ilustrados gráficamente en este documento se encuentra que el incremento “grande” de los precios también está relacionado con mayores flujos de inversión extranjera directa en el sector de manufacturas y a un incremento del consumo de bienes durables por parte de los hogares, medidas ambas variables como porcentaje del PIB. Estas variables tienen efectos positivos sobre el crecimiento con retardo de 5 trimestres y de manera contemporánea respectivamente, aunque a niveles de significancia reducidos de 10% en ambos casos. En el sector externo, se encuentra que un incremento “grande” de los precios está asociado con la reducción inmediata en las importaciones totales, pero éste primer impacto se revierte posteriormente llevando a un incremento de las compras de bienes importados transcurridos dos trimestres desde el impacto inicial. Los productos específicos donde es más evidente este comportamiento es en las importaciones de bienes de consumo (durables y no durables), las importaciones de vehículos, tanto los ensamblados como sin ensamblar, así como la importación de materiales para la construcción y de bienes de capital (tanto los agrícolas como los industriales). El cuadro 4 más adelante ilustra estos efectos.

Por otra parte, las importaciones de productos alimenticios que incluyen principalmente trigo, sorgo, soya, preparados y aceites de pescado y harinas de pescado se incrementan en los periodos posteriores al choque de precios sobre  $\Delta p_{pos}$ , aunque este efecto se revierte posteriormente. Así, si bien es posible suponer que la revaluación de la tasa de cambio contribuiría a explicar el incremento inicial que experimentan estas importaciones, no es intuitivamente lógica la reducción que experimentan las mismas posteriormente. Adicionalmente éste efecto no es robusto, pues cuando el impulso inicial proviene de un choque sobre  $\Delta p$  la respuesta es una reducción bastante significativa de las importaciones de alimentos.

En resultados que se ilustran en la tabla 4 se encuentra que un choque de precios lleva a una reducción inmediata de las exportaciones manufactureras, las cuales como se sabe tienen un impacto importante sobre el crecimiento agregado. Sin embargo, al igual que en el caso de las importaciones el efecto inicial se revierte posteriormente. Existen, no obstante diferencias importantes en la reacción a nivel de los distintos bienes. Se observa, en el caso de los alimentos, que las ventas externas de estos productos se reducen ante un choque en  $\Delta p$  mientras, por el contrario, las exportaciones de textiles se incrementan en periodos posteriores ante un choque sobre éste precio. Sobre estos dos sectores los cambios “grandes” de precios no son estadísticamente significativos.

Con respecto al impacto de un incremento de la volatilidad se encuentra que ésta provoca una leve revaluación real que ocurre de manera inmediata. Por su parte el gasto de inversión y de funcionamiento del GNC se reduce en presencia de mayor volatilidad pero se observa que el gasto de funcionamiento tiende posteriormente a incrementarse. También se observa que un incremento de la volatilidad no tiene efectos estadísticamente significativos sobre el gasto de consumo del GNC ni la inversión extranjera, tanto la específica en el sector petróleo como la dirigida al sector manufacturero.



A manera de resumen se podría afirmar entonces que los impactos indirectos son en gran parte ambiguos, a pesar de lo cual se observan resultados más robustos en términos de la dirección del impacto y su significancia estadística para variables consideradas clave en la literatura. En particular se resalta su impacto sobre variables fiscales y la posibilidad de realizar compras externas a precios más competitivos probablemente inducidos por la revaluación real. Esta revaluación real estaría ocasionada en parte por los mayores ingresos de exportación del petróleo y en parte por los mayores flujos de inversión extranjera, y habría contribuido a la mayor importación de diversos productos que constituyen gastos de inversión como bienes de consumo intermedio y de capital para la agricultura y la industria. La revisión de las cifras de inversión en capital fijo reportadas en el SCN revela que efectivamente la inversión en maquinaria y equipo, que es de origen importado en un 84% según las estimaciones realizadas por Ortiz et al (2009), presenta una altísima correlación con el comportamiento de los precios del petróleo.

#### **4. Impacto Sobre el Crecimiento Sectorial**

En esta sección se examina cual es el efecto que un cambio originado en los precios del petróleo tiene sobre los precios y la producción sectorial. Los canales de transmisión, como se ha explicado antes, se dan en este caso a través del impacto que un cambio en los precios del petróleo tiene sobre la formación de los precios de otros productos industriales, los costos de producción en aquellos sectores económicos que usan el petróleo y/o sus derivados como insumo intermedio, y el impacto sobre la apreciación de la tasa de cambio que termina por afectar la competitividad de la producción local frente a las importaciones en el mercado doméstico y frente a otros competidores en los mercados internacionales.

En relación con el impacto sobre los precios, se podría esperar que un cambio en los precios del petróleo crudo termine por afectar más el precio de productos derivados de la refinación y los precios de productos industriales que utilizan un gran componente de petróleo crudo o sus derivados como insumos intermedios en su propio proceso de producción. No obstante, desde el punto de vista de los costos de producción, la respuesta en cada sector depende de la participación del gasto destinada al consumo de derivados, la capacidad para sustituir factores de producción que son intensivos en el uso de derivados del petróleo y también su capacidad para sustituir los combustibles por fuentes de energía más baratas. De acuerdo con la literatura discutida en la sección 2, los efectos de reubicación podrían ser identificados aquí en términos de una pérdida de empleos en los sectores económicos que resultan más afectados por un cambio en los precios, mientras que el efecto de incertidumbre podría identificarse por una disminución de la inversión en estos mismos sectores.

Antes de evaluar estos efectos resulta conveniente establecer algunos hechos que caracterizan el consumo sectorial de petróleo y sus derivados en la economía colombiana.

### *El Consumo Sectorial*

En Colombia la producción de petróleo crudo se distribuye en promedio en 46% para consumo interno y el resto para exportación. A su vez, los productos de la refinación representan en promedio el 48% de la oferta energética del país que está conformada adicionalmente por otras alternativas como gas, carbón, energía eléctrica y bio-combustibles. Los principales productos de la refinación, como gasolina y diesel, se distribuyen sectorialmente para satisfacer los requerimientos energéticos del sector transporte (que consume un 32% de la oferta de derivados), los hogares (17%), la industria manufacturera (12%), el sector servicios (12%), el sector primario (7%) y las exportaciones (20%). Sin embargo, la mayor demanda corresponde en todos los casos a necesidades originadas en las diferentes modalidades de transporte (carga, pasajeros, residencial, empresarial, etc) pues son relativamente pocas las empresas que basan sus requerimientos energéticos en productos derivados de la refinación como la gasolina o el diesel, mientras que el consumo de los hogares generalmente está orientado a otras alternativas como la electricidad, el gas natural, el carbón, los bio-combustibles, etc. (UPME 2007).

Es decir, agrupando las distintas modalidades de transporte éste contribuye con la mayor demanda por productos derivados del petróleo (gasolina 52% y diesel 39%), mientras que en el sector industrial el consumo de refinados de petróleo para actividades distintas al transporte se reduce a 5% en el caso de la gasolina y 7% en el del diesel; los requerimientos energéticos adicionales de la industria se basan así en una mayor participación de gas natural (26%), carbón (23%) y energía eléctrica (16%). En el caso de los hogares el consumo de derivados, en actividades diferentes al transporte, es nulo y se observa en cambio que el mayor consumo se realiza sobre energía eléctrica (38%), gas natural (22%), GLP (17%) y leña (17%) (UPME 2007).

De acuerdo con estas características es evidente que además de su efecto sobre la revaluación real y el impacto que ésta pueda tener en la actividad sectorial, un cambio en el precio del petróleo puede terminar afectado el costo de transporte. El tamaño de éste efecto, sin embargo, dependería al menos de dos factores adicionales; en primer lugar, en Colombia opera un mecanismo de control sobre los precios de la gasolina, que intuitivamente debería retardar o distorsionar los efectos del cambio de precios del petróleo crudo sobre los precios del combustible; en segundo lugar, el impacto inicial depende de la flexibilidad a nivel de los distintos sectores económicos para sustituir bien sea las fuentes de energía, el consumo de materias primas y/o las diferentes categorías de capital hacia proyectos ahorradores de energía.

En las siguientes secciones se evalúa el efecto de choques originados en el precio del petróleo sobre los precios que enfrenta el productor en las distintas actividades sectoriales y los efectos sobre la actividad real en términos de producción, exportaciones, importaciones y empleo.

*El Efecto Sobre los Precios*

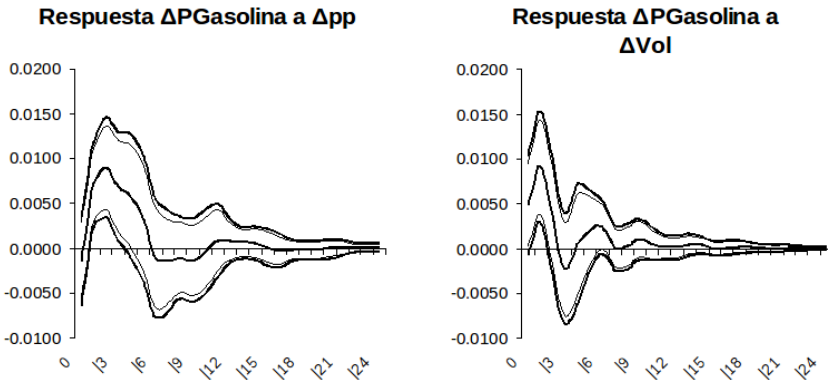
La función de respuesta a un impulso ortogonal que se ilustra en la figura 19 indica que los precios relativos de la gasolina - que resultan de deflactar el precio nominal de la gasolina corriente utilizando el IPC base diciembre 2007=100- se incrementan alrededor de 0.1% ante un incremento inicial de 10% en los precios del petróleo crudo. Este efecto se mantiene durante los cuatro trimestres posteriores al choque inicial y es estadísticamente significativo incluso a niveles de confianza del 99%. La respuesta a un incremento en las otras alternativas de los precios del petróleo, no ilustrados gráficamente, señala que en este caso los efectos si son simétricos en tanto los incrementos (reducciones) del precio del petróleo llevan a aumentos (reducciones) del precio de la gasolina.

Se observa también que cuando los cambios de precios son “grandes” aunque inicialmente ocasionan un incremento del precio de la gasolina, éste es de menor magnitud y posteriormente se revierte, es decir lleva a una reducción del precio de la gasolina 6 trimestres después del choque inicial. Comportamiento que es coherente con la política de regulación de precios vigente en Colombia.

También se encuentra que el incremento de la volatilidad generalmente ocasiona mayores precios de la gasolina en el mercado doméstico, como se ilustra en la figura 20. Efectos similares se observan sobre el comportamiento de los precios del ACPM como lo indica la respuesta al impulso en las figuras 21-22.

**Figura 19**

**Figura 20**



Los efectos de transmisión del cambio inicial de los precios del petróleo sobre los de otros productos industriales en el cuadro 3 han sido calculados con base en la ecuación 4. Aquí, de manera similar al análisis bivariado de la sección 3.3, se evalúa la respuesta de los precios al productor ante un impulso inicial sobre las distintas alternativas de precios del petróleo consideradas en el análisis. Los precios al productor utilizados son promedios trimestrales tomados de la

información que reporta mensualmente el Banco de la República y expresados en términos de su crecimiento logarítmico trimestral.

$$\begin{aligned}
 Y_y &= A(L) Y_{t-q} + \mu_t \\
 Y_y &= [Ppetr_t, IPP_t]'
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Figura 21

Respuesta  $\Delta PACPM$  a  $\Delta pp$

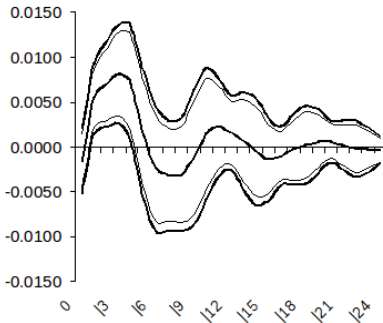
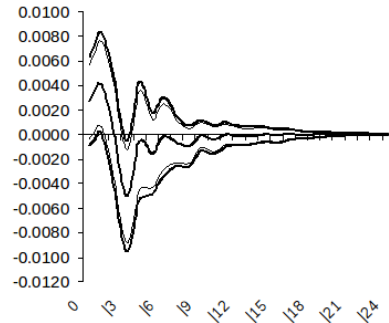


Figura 22

Respuesta  $\Delta PACPM$  a  $\Delta Vol$



Los resultados del cuadro 3 se han simbolizado de tal manera que las flechas resumen la dirección de la respuesta de los precios sectoriales en períodos posteriores al choque inicial sobre los precios del petróleo. El coeficiente indica la magnitud del impacto más significativo y los asteriscos su significancia estadística a niveles convencionales. En paréntesis se indican los trimestres donde se han observado efectos significativos y con el signo (!) se indica el trimestre donde se presenta el efecto con mayor significancia estadística. Con el valor “0” se identifican aquellos sectores donde el impacto correspondiente no es estadísticamente significativo a los niveles de confianza convencionales.

De acuerdo con estos resultados, el Índice de precios al productor (IPP) del petróleo crudo puesto en refinerías y el correspondiente a productos derivados (Coquización y productos de la refinación) se incrementan de manera inmediata ante un aumento en el precio internacional medido por las distintas opciones consideradas:  $\Delta pp$ ,  $\Delta ppos$ ,  $\Delta pmax$ , y de manera simétrica registran una reducción ante un choque en  $\Delta ppneg$ . Aunque a diferencia del precio del petróleo puesto en refinerías, donde el impacto es inmediato, en el caso de los productos de la refinación la transmisión ocurre con rezagos de 1 y 2 períodos.

Los sectores que experimentan un incremento en los precios sectoriales ante un incremento en el precio del petróleo: Carbón, petróleos crudos y derivados, son aquellos que se caracterizan por una demanda doméstica alta, la cual compite por recursos exportables. Por el contrario, los sectores que experimentan una reducción del precio sectorial posterior al choque inicial: productos textiles, otros productos minerales no metálicos, equipo de radio, televisión y comunicaciones, vehículos automotores; y aquellos productos que a pesar de

presentar efectos ambiguos reflejan una reducción inicial de mayor magnitud y significancia estadística que la reversión posterior: papel y sus productos, productos de caucho y plástico, sustancias y productos químicos, maquinaria y equipo para uso general, maquinaria y equipo eléctrico, equipo de oficina e informática, instrumentos médicos, se caracterizan por ser importadores netos o porque su producción depende en gran medida de insumos importados.

Este resultado sugiere que la revaluación real, en la que la dinámica de los precios del petróleo tiene alguna incidencia de acuerdo con los resultados de la sección anterior, llevo a una reducción del componente importado en la inflación domestica al productor. Es decir, ante un choque que eleva los precios del petróleo en el mercado internacional se generan, por efecto de la revaluación cambiaria, una reducción en el componente importado de los precios al productor doméstico.

Aunque no se ilustran gráficamente en el documento, las funciones de respuesta al impulso correspondientes corroboran la anterior afirmación. Es decir, con excepción de unos pocos sectores (pesca, minerales no metálicos y metálica básica), se observa que la revaluación lleva a una reducción en los precios sectoriales en las distintas actividades sectoriales. La relación inversa entre el choque de precios del petróleo y los precios de productos importados es confirmada por la evidencia presentada al final de la tabla 3. Allí se observa que la elasticidad ante un incremento en  $\Delta pp$ ,  $\Delta ppos$  y  $\Delta pmax$  oscila entre -0.008 y -0.012. Es decir, un incremento de 10% en el precio de referencia lleva a una reducción inmediata del precio de los productos importados entre 0.08% y 0.12%. Este efecto ocurre por una sola vez y posteriormente desaparece, excepto en el caso cuando el incremento ocurre en  $\Delta ppos$ , donde el impacto se revierte de manera significativa con un rezago de tres trimestres.

De acuerdo con estos planteamientos, la dirección de la respuesta de los precios en los distintos sectores de actividad depende de la importancia relativa que en su producción tiene el uso de insumos o capital importado, en los que la revaluación real lleva a una reducción de costos que se reflejan en una disminución de los precios al productor. Por el contrario, el uso de insumos domésticos cuyo precio está asociado positivamente a la evolución del precio del petróleo, principalmente combustibles y lubricantes, llevaría a un incremento de costos, reflejado a su vez en mayores precios al productor. Por otra parte, la posibilidad de sustituir el consumo de estos derivados por otras fuentes de energía usualmente destinadas al mercado internacional, explicaría el incremento del precio al productor en productos como el Carbón.

**Tabla 3.** Impacto de un choque de precios sobre los precios sectoriales al productor

	Efecto de $\Delta_{yp}$	Efecto de $\Delta_{ypos}$	Efecto de $\Delta_{pmaz}$	Efecto de $\Delta_{ppmeg}$	Efecto de $\Delta Vol$
Agricultura, ganadería y caza	↑ 0.005** (4!)	↑ 0.007* (3, 4!)	↑ 0.005** (3!)	0	↑↓ 0.006*** (3!, 8) -0.005* (5!)
Silvicultura, extracción de madera	↓ -0.013** (1!)	↑ 0.015** (2!)	↑↓ -0.020*** (0!, 5, 6) 0.012* (2!)	↑ 0.021*** (0!, 5)	0
Pesca, producción de peces en criaderos y granjas piscícolas	↓ -0.010*** (0!)	↑↓ -0.005** (0!)	↓ -0.008*** (0!, 5, 6)	↑ 0.003* (4!)	↓ -0.009*** (0!)
Carbón, lignítico y turba	↑ 0.032*** (0, 1!, 3)	↑ 0.028*** (1!)	↑↓ 0.026*** (0!, 1) -0.024** (5, 6!)	↓ -0.04*** (0!, 1, 2)	↑ 0.023*** (0!)
Petróleo crudo y gas natural	↑ 0.027** (0!)	↑ 0.028** (0!, 2) -0.023** (4!)	↑↓ 0.026** (0!)	↑↓ -0.035*** (1!)	0
Minerales metalíferos	↓ -0.018** (0!, 1)	↑↓ -0.018** (0!, 1) 0.020** (3!)	↓ -0.016** (0, 1!)	↑ 0.015* (0!)	↓ -0.016** (0!, 1)
Minerales no metálicos	0	↓ -0.005** (2!)	↓ -0.003* (2, 3!)	↑ 0.003* (0!)	0
Productos alimenticios y bebidas	↑ 0.003* (5!)	0	↑ 0.002* (5!)	0	↑↓ -0.002*** (1!)
Productos de tabaco	↓ -0.006*** (1!, 3)	↓ -0.006** (0!)	↑ 0.003** (8!)	↑ 0.004* (1!, 2)	↓ -0.007*** (1!)
Productos textiles	↓ -0.004** (0!)	0	↓ -0.004** (0!)	↑ 0.005*** (0!)	0
Prendas de vestir; preparado y teñido de pieles	↓ -0.002** (0!)	↑ 0.002** (3, 4!)	↓ -0.002* (0!)	↑ 0.003*** (0!)	0

Curtido y preparado de cueros; calzado, artículos de viaje, productos de labartería y guarnicionería	↓ -0.004*** (1!)	↑ 0.004* (3!)	0	↑ 0.005*** (1!)	↑ 0.004*** (4!)
Transformación de la madera y productos de madera y corcho, excepto muebles	↓↑ -0.002** (1!)	↓ -0.003** (0!)	↓ -0.002* (1!)	↑ 0.003*** (1!)	↑ 0.002* (2!)
	0.002* (4!)	0.004*** (3!,4)			
Papel, cartón y productos de papel y cartón	↓↑ -0.005** (0!)	↓↑ -0.003** (0!)	↓ -0.005*** (0!)	↑ 0.004** (0!,1)	0
	0.003* (3!)	0.003* (3!)			
Actividades de medición e impresión y de reproducción	0	0	0	↑ 0.003** (2!)	0
Coquización, productos de la refinación del petróleo	↑ 0.016*** (1,2!)	↑ 0.011** (1!)	↑ 0.014*** (1,2!)	↓ -0.014*** (1,2!)	0
Sustancias y productos químicos	↓↑ -0.005*** (0!,7)	↓↑ -0.004*** (0!)	↓↑ -0.005*** (0!,7)	↑ 0.005*** (0!)	0
	0.004** (2!)	0.005*** (2!,3)			
Productos de caucho y plástico	↓ -0.005*** (0!)	↓↑ -0.004** (0!)	↓ -0.006*** (0!,6,7,8)	↑ 0.003* (0!)	0
		0.004* (2,3!)			
Otros productos minerales no metálicos	↓ -0.004** (1,2!)	0	↓ -0.003* (1,2!)	↑ 0.004 (1!,2)	0
Productos metalúrgicos básicos	↑ 0.010** (2!)	↑ 0.008* (2!)	↑↓ 0.008** (2!)	↓ -0.010** (2!)	0
			-0.008** (4,6,7!)		
Productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo	0	0	0	0	0

Maquinaria y equipo ncp	↓ -0.009***(0!,1)	↓ -0.009***(0!,1)	↓ -0.007**(0!) 0.007*(3!)	↓ -0.009***(0!,1)	↑ 0.009***(0,1)	↓ -0.006***(0!)
Maquinaria de oficina, contabilidad e informática	↓ -0.025***(0!,1)	↓ -0.025***(0!,1)	↓ -0.019***(0!) 0.015*(3!)	↓ -0.025***(0!)	↑ 0.020***(0!,1)	0
Maquinaria y aparatos eléctricos ncp	↓ -0.009***(0!,1) 0 .006**(3,4!)	↓ -0.007***(0!,1) 0.008****(3!,4)	↓ -0.007***(0!) 0.008****(3!,4)	↓ -0.008****(0!,1,8,9) 0.006***(3!)	↑ 0.007***(0!,1)	↓ -0.005***(0!)
Equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	↓ -0.018***(0!,1)	↓ -0.013***(0!)	↓ -0.013***(0!)	↓ -0.018****(0!,1)	↑ 0.016****(0!,1)	0
Instrumentos médicos, ópticos y de precisión y relojes	↓ -0.012***(0!,1)	↓ -0.007***(0!) 0.008****(3!,4)	↓ -0.007***(0!) 0.008****(3!,4)	↓ -0.010****(0!,1)	↑ 0.012****(0!,1)	↓ -0.008***(0!)
Vehículos automotores, remolques y semiremolques	↓ -0.008***(0,1!)	↓ -0.005***(0!)	↓ -0.005***(0!)	↓ -0.007****(0,1!)	↑ 0.007****(0,1!,2)	↓ -0.005*(0,1!) 0.006***(4!)
Otros tipos de equipos de transporte	↓ -0.003***(0!,1) 0.002*(4!)	↑ 0.003***(3!)	↑ 0.003***(3!)	↓ -0.003***(0!,1,2)	↑ 0.004****(0!,1,2)	↑ 0.003***(1!)
Muebles; industrias manufactureras ncp	↓ -0.005****(0!,1) 0.001*(6!)	↓ -0.004****(0!,1)	↓ -0.004****(0!,1)	↓ -0.004****(0!,1)	↑ 0.004****(0!,1)	0
IPP Importados	↓ -0.011****(0!)	↓ -0.008***(0!) 0.008***(3!)	↓ -0.008***(0!) 0.008***(3!)	↓ -0.012****(0!,1)	↑ 0.009(0!,1)	0
IPP Exportados	↑ 0.012***(1!)	0	0	↑ 0.010*(1!) -0.009*(6!)	↑ 0.023*(5!)	↑ 0.014***(4!)

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: \*, \*\*, \*\*\* denota significancia estadística a niveles de 10%, 5% y 1%, las elasticidades corresponden a la respuesta al impulso en el trimestre donde se observa el impacto más significativo estadísticamente. En parentesis se indica con el signo "!" el trimestre con el impacto más relevante y sin este signo otros trimestres donde se observa cambios estadísticamente significativos a los niveles convencionales. La dirección de las flechas resume simbólicamente la dirección de los efectos.



### *El Efecto Sobre la Actividad Real*

Para complementar el análisis en esta sección se evalúa la respuesta de la actividad real de los distintos sectores ante cambios en los precios del petróleo. En este caso se plantea una ecuación similar a la empleada en la sección 3.4 donde el precio del petróleo, en sus distintas especificaciones, tiene efectos directos e indirectos -a través de su efecto sobre la tasa de cambio real - sobre la producción sectorial, las exportaciones y el nivel de ocupación de la mano de obra. La forma funcional del modelo es la siguiente:

$$\begin{aligned} Y_y &= A(L) Y_{t-q} + \mu_t \\ Y_y &= [P_{petr_t}, Rev_t, S_t]' \end{aligned} \quad (5)$$

Donde todos los componentes del vector Y se expresan en logaritmos, el indicador Rev es el inverso de la tasa de crecimiento (logarítmico) del ITCR, por lo que un aumento de éste indica una mayor revaluación real, el ITCR es el definido en la sección anterior y la variable S se usa para representar la tasa trimestral de crecimiento logarítmico de las variables reales usadas en el análisis: producción, exportaciones, importaciones (de bienes intermedios y bienes de capital) y empleo en los distintos sectores analizados. Los datos han sido tomados de fuentes como: Banco de la República, DANE, DNP y Ministerio de Hacienda.

La estrategia adoptada para el análisis consiste en explorar la respuesta que ocasiona un cambio en cada una de las especificaciones del precio del petróleo sobre las variables reales de interés. Si bien este procedimiento no permite estimar efectos intersectoriales, si permite evaluar un hecho destacado en la literatura sobre enfermedad holandesa: el auge de los precios del petróleo llevaría al incremento del ingreso doméstico y la apreciación cambiaria que termina por desplazar aquellos sectores dedicados a producir bienes transables y ocasiona efectos no definidos sobre la actividad productiva en sectores de bienes no transables.

De acuerdo con los modelos de enfermedad holandesa, la apreciación cambiaria se profundiza más con el influjo de divisas provenientes de la exportación de un producto en auge, en términos de volumen o debido al incremento de los precios en el mercado internacional, lo que termina por deprimir los indicadores de actividad real en sectores como la industria y la agricultura. Dado el impacto cambiario de los precios del petróleo encontrado en este documento, resulta apropiado evaluar estos efectos en el caso colombiano.

La evidencia que se presenta en la tabla 4 resume la respuesta de las variables reales consideradas de interés, ante un choque inicial en las distintas especificaciones del precio. Se observa allí, que tanto en el caso de la agricultura como en el de la industria los resultados son en gran parte ambiguos: en el caso de la agricultura se observan incrementos y reducciones de similar magnitud y significancia estadística ante los diferentes choques de precios. La respuesta del empleo no es estadísticamente diferente de cero, salvo en el caso de un incremento de  $\Delta p_{pos}$  que incrementa el empleo en este sector con tres trimestres de rezago, y se observa que el incremento de precios lleva a un incremento en

la importación de insumos para la agricultura pero también a una reducción de la importación de bienes de capital (maquinaria y equipo).

En el caso de la industria se observa que la respuesta de la producción real es de un incremento ante el choque de precios en cualquiera de las alternativas propuestas pero la respuesta de las otras variables consideradas es menos clara. Es decir, se observan efectos ambiguos en la respuesta de las exportaciones, el empleo, y la importación de insumos intermedios y bienes de capital. No obstante, se puede afirmar que incrementos “grandes” en el precio del petróleo llevan a reducir la ocupación en la industria y a aumentar la importación de bienes de capital para este sector de manera muy significativa con dos trimestres de retardo.

Por otra parte, se observa que el incremento en la volatilidad de los precios lleva a una reducción muy significativa del valor agregado en la agricultura y la industria, en ambos sectores con tres trimestres de rezago. En tanto que la revaluación real, si bien lleva a un incremento del valor agregado de la agricultura, no genera efectos estadísticamente diferentes de cero en el caso de la industria, a pesar de lo cual se verifica el hecho connotado en la literatura mencionada antes de una reducción de las exportaciones agrícolas e industriales en respuesta al incremento de la revaluación real. En efecto, la reducción de las ventas externas de productos agrícolas e industriales ocurre de manera inmediata y su magnitud es elevada, entre 0.3% y 0.35% usando el criterio convencional de una variación del 10%. En ambos casos los impactos son muy significativos desde el punto de vista estadístico con nivel de confianza del 99% en uno y otro caso.

En el caso de la agricultura, los productos cuyas ventas externas resultan más perjudicadas por el efecto de la revaluación son flores, donde un incremento del 10% en la revaluación llevaría a una disminución cercana al 0.6% de las exportaciones con tres trimestres de retardo en un intervalo de confianza del 99%. Mientras que en el caso de la industria manufacturera los productos más afectados son los químicos, papel y el cuero y sus productos. Así, un incremento similar de 10% en la revaluación lleva a una caída inmediata en la ventas del primero de éstos cercano a 0.3% con nivel de confianza del 95%. En las exportaciones de papel y sus productos también se observa una reducción inmediata cercana a 0.6% con nivel de confianza del 99%. Finalmente, en el caso de las exportaciones del sector del cuero y sus productos la reducción es inmediata cercana al 0.8 en un intervalo del 99%.

Por otra parte, salvo algunos resultados ambiguos del incremento de la volatilidad de los precios y la revaluación sobre el valor agregado y el empleo en el sector de minería, no se encuentra evidencia de impactos significativos en este sector. Los resultados correspondientes se omiten del cuadro pero es conveniente anotar que, como se sabe, el sector minero se caracteriza por que la oferta es inelástica ante variaciones del precio y por una baja contratación de mano de obra, por lo menos en los sectores más representativos como el carbón y el petróleo. Por lo cual éste resultado es intuitivamente correcto.

Ahora bien, aunque en el contexto de globalización actual resulta complicado afirmar que algunos sectores económicos sean estrictamente no transables,

es evidente que en el caso de la construcción la generación de valor agregado está destinada a satisfacer principalmente la demanda doméstica, a diferencia de la producción de la industria o la agricultura e incluso algunas actividades de servicios que pueden estar más orientadas al mercado internacional. En el caso de la construcción, los resultados del cuadro 4 favorecen, con alguna ambigüedad en el caso de incrementos “grandes”, que el incremento de los precios del petróleo y la mayor revaluación lleva a un incremento estadísticamente significativo del valor agregado. Es decir, aunque un incremento de  $\Delta pp$  (del 10%) genera una reducción del crecimiento con dos trimestres de rezago, también genera un crecimiento del 0.6% en el cuarto trimestre. El incremento ocasionado por un impulso sobre  $\Delta ppos$  es un incremento del 0.3% en el valor agregado que ocurre de manera inmediata y el impacto de la revaluación genera un mayor crecimiento de 0.21% también de manera inmediata.

También es evidente que se genera un mayor nivel de empleo en el sector de la construcción como respuesta a los mayores precios del petróleo y la revaluación: el empleo se incrementa 0.16% ante un incremento del 10% en  $\Delta pp$  o  $\Delta pmax$ ; y se incrementa 0.18% en respuesta al incremento de  $\Delta ppos$ , y 0.% ante el incremento de la revaluación. Por otra parte, si bien el efecto de la revaluación sobre la importación de materiales e insumos a ser utilizados en la construcción no es claro, si es evidente la tendencia a importar más en periodos de choques positivos y menos en periodos donde los precios caen. Nuevamente, este comportamiento es intuitivamente correcto si se tiene en cuenta los efectos cambiarios de los choques en el precio del petróleo.

En el caso del sector comercio, cuyos resultados se omiten del cuadro, el incremento de los precios genera un incremento del valor agregado sectorial mientras que la revaluación lleva a una reducción. Podría intentarse una explicación en el sentido de que los mayores precios llevan a un incremento del ingreso y mayores compras domésticas, efecto que se revierte por que el efecto cambiario lleva a reducir las compras domésticas a favor del consumo importado. Sin embargo el razonamiento de estas implicaciones es mucho más complejo, el análisis de la matriz de oferta utilización para los tres sub-sectores en que se subdivide el sector: comercio, de reparación de automotores, artículos personales y domésticos; y hotelería y restaurantes, muestra que el sector público es, en efecto, un demandante importante de los dos últimos subsectores. Sin embargo, el primer sub-sector (comercio) – que representa alrededor del 80% del valor agregado en el grupo – está conformado por los márgenes de intermediación a través de las restantes actividades económicas.

**Tabla 4.** Impacto de un choque de precios sobre la actividad a nivel sectorial

	Efecto de $\Delta pp$	Efecto de $\Delta ppos$	Efecto de $\Delta pmax$	Efecto de $\Delta pmeq$	Efecto de $\Delta Vol$	Efecto de Revaluación
Agricultura						
Valor Agregado	↑↓ 0.004*(1!)	↑↓ 0.005**(1,6!)	↑↓ 0.006****(1,6!)	↓ -0.004**(1!)	↓ -0.005**(3!)	↑ 0.006****(1!)
Empleo	-0.004*(3!)	-0.007****(3!)	-0.003****(3!)	0	↑↓ 0.024****(1!)	0
	0	↑ 0.030***(0,3!)	0	0	-0.012*(2!)	0
Exportaciones	↑ 0.032****(3!,4)	↑↓ -0.036***(1!)	↑↓ -0.024*(0!)	↑↓ 0.024***(0!)	0	↓ -0.034****(0!)
Importaciones Insumos	↑ 0.037***(1!)	0.050****(3!)	0.030****(3!)	-0.032****(3,4!)	0	↑↓ -0.026*(0!)
Importaciones Capital	↓ -0.044*(1!)	↓ -0.078****(1!,2)	↑↓ -0.061***(1!)	↑↓ 0.042*(1!)	↑ 0.061***(2!)	0
			0.051***(3!,4)	-0.051***(3,4!)		0.035***(1!)
Industria						
Valor Agregado	↑ 0.007****(1!)	0	↑ 0.005***(1!)	↓ -0.010***(0,1,4!)	↓ -0.008****(3!)	0
Empleo	↑↓ 0.009*(0!)	↑↓ 0.021****(0!)	↑↓ 0.009*(0!)	↑↓ -0.015****(0!)	↑↓ 0.021****(1,4!)	↑↓ -0.018****(0!)
Exportaciones	-0.017****(2!)	-0.008*(4!)	-0.015****(2!)	0.011***(2!)	-0.016***(5!)	0.017****(1!)
Importaciones Insumos	↑↓ -0.022***(0!)	0	↑↓ -0.025***(0!)	↑↓ 0.031****(0!)	↑ 0.021*(1!)	↓ -0.031****(0!)
	0.028***(2!,3)		0.036****(2!,3)	-0.023****(1,2!,3)		
Importaciones Capital	↑↓ -0.019***(0!,7)	↑↓ -0.021***(0!)	↑↓ -0.022****(0!,7)	↓ -0.023****(1,2!)	↓ -0.016*(3!)	↑↓ -0.027****(0!)
	0.028****(1,2!)	0.021***(1,2!)	0.028****(2!)			0.017*(2!)
Construcción						
Valor Agregado	↑↓ 0.056****(1,4!)	↑ 0.029****(0!)	↓ -0.020*(2!)	↑↓ -0.072****(1,4!)	↑ 0.032****(5!)	↑ 0.021***(0!)
	-0.026***(2!)			0.029****(2!,5)		
Empleo				0.019*(6!)	-0.025*(5!)	0.023*(1!)
Exportaciones						
Importaciones Insumos						
Importaciones Capital						

Empleo	↑ 0.016*** (0!)	↑↓ 0.018*** (0!,2)	↑ 0.016*** (0!)	0	↑↓ -0.011** (0!)	↑ 0.014** (1,4!)
		-0.008(9!)				
Importaciones Insumos	↑ 0.052*** (2,3!)	↑↓ -0.037** (0,1!)	↑ 0.055*** (2,3!)	↓ -0.046*** (2!,3)	↑ 0.034* (1!)	↑↓ 0.045** (2!)
		0.063*** (3!)			0.012** (2!,7)	-0.039** (3!,4)
Comercio						
Valor Agregado	↑ 0.005** (1!,2)	0	↑ 0.005*** (1!,3)	↓ -0.006*** (1!,2)	↑↓ 0.005*** (2!)	↓ -0.004** (2!)
	0	0	↓ -0.010* (2!)	↓ -0.010* (0!)	-0.009*** (3!)	
Empleo			↑ 0.003** (3!)	↓ -0.002* (3!)	↓ -0.011** (0!)	↓ -0.012** (2!)
Financiero						
Valor Agregado	↑ 0.004** (1,3!)	0	↑ 0.003** (3!)	↓ -0.002* (3!)	↑↓ -0.002* (0!)	↑ 0.003*** (1!,3)
					0.004** (1!)	
Empleo	↑↓ 0.023** (2!)	↓ -0.031*** (3!)	↑↓ 0.022** (2!)	↓ -0.016* (2!)	↑↓ 0.027*** (2,5!)	↑ 0.021** (0!)
	-0.024** (3!)		-0.024** (3!)		-0.031*** (4!)	
Transporte						
Valor Agregado	↑ 0.004* (2!,3)	0	↑ 0.004** (2,3!)	↓ -0.010*** (1,2,3,4!)	↑ 0.005*** (2!)	0
Empleo	0	↑↓ -0.016* (3!)	0	0	↑↓ 0.020* (4!)	↑↓ 0.023*** (1!)
		0.019** (5!)			-0.018* (5!)	-0.018* (2!)
Importaciones Insumos	↑ 0.153** (2!)	↑ 0.174** (2!)	0	↓ -0.180** (1!)	0	↑ 0.179** (4!)
Importaciones Equipo	↓ -0.053** (0!)	↑ 0.050* (3!)	↑ 0.036** (4!)	↓ -0.042* (4!)	0	↓ -0.065*** (0!,5)

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: \*, \*\*, \*\*\* denota significancia estadística a niveles de 10%, 5% y 1%, las elasticidades corresponden a la respuesta al impulso en el trimestre donde se observa el impacto más significativo estadísticamente. En parentesis se indica con el signo "!" el trimestre con el impacto más relevante y sin este signo otros trimestres donde se observa cambios estadísticamente significativos a los niveles convencionales. La dirección de las flechas resume simbólicamente la dirección de los efectos.

Los resultados del sector de servicios de transporte revelan que existe un incremento del valor agregado sectorial posterior al incremento de los precios. Este efecto es aún más significativo cuando el impacto inicial se produce sobre  $\Delta p_{max}$ . Por otra parte, mientras el incremento de la volatilidad está asociado a un aumento del valor agregado sectorial, la revaluación no presenta resultados estadísticamente diferentes de cero. Los resultados en términos del empleo no permiten derivar conclusiones, pues mientras parece existir un incremento más pronunciado en ésta variable después de un choque sobre  $\Delta p_{pos}$ , no existen efectos estadísticamente significativos cuando el impulso inicial proviene de las otras alternativas de precios. El incremento de la volatilidad lleva a impactos similares en magnitud y significancia estadística que en el trimestre 4 indica una caída del empleo y en el 5 un aumento. Por último la revaluación parece llevar a un incremento del empleo, a pesar de lo cual es complicado intentar una explicación con sentido económico al respecto.

En el caso de las importaciones de insumos (combustibles y lubricantes) es evidente que tanto el incremento de los precios del petróleo como la revaluación generan una respuesta positiva y bastante significativa. No obstante, la respuesta de las importaciones de equipo de transporte es contraintuitiva al sugerir que el incremento de la revaluación lleva a una reducción en las compras de estos bienes.

Los resultados de impulso respuesta en esta sección revelan entonces que en la mayor parte de los casos el incremento de los precios del petróleo o la mayor revaluación real de la tasa de cambio no tiene efectos definidos sobre el valor agregado sectorial, la contratación de mano de obra o las decisiones de exportación e importación. Estos resultados probablemente reflejan el hecho, ya argumentado anteriormente, de que un incremento en los precios del petróleo genera costos pero también beneficios y que unos y otros son distintos entre actividades económicas.

Se destaca en cualquier caso que cuando el impulso inicial proviene de incrementos “grandes” en el precio, estos se asocian a una reducción de la ocupación en la industria, a un aumento en la importación de bienes de capital para el mismo sector, un incremento del empleo en el sector de la construcción y que el empleo en éste último sector también se beneficia por efecto de la revaluación. También es evidente que los cambios positivos de precios se asocian a un incremento del valor agregado en el sector de la construcción; que el incremento en la volatilidad se asocia a una reducción muy significativa del valor agregado en las actividades de agricultura y la industria, y que la revaluación se asocia al hecho destacado en la literatura de una reducción de las exportaciones agrícolas e industriales.

## 5. Comentarios Finales

La estrategia adoptada en este documento para evaluar el impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento parte de reconocer que estos efectos pueden ser directos e indirectos. Mientras los primeros se refieren a la relación que existe entre el comportamiento de los precios y la tasa de crecimiento a nivel

agregado, los efectos indirectos están asociados con variables macroeconómicas como la tasa de cambio, la inflación, la inversión extranjera, la balanza comercial y la situación fiscal. Asimismo en el documento se ha optado por explorar cuantitativamente, además de los mencionados efectos directos e indirectos, la manera como los cambios de precios del petróleo afectan el crecimiento del valor agregado a nivel sectorial y la coherencia de los hallazgos a nivel sectorial con los efectos que predice la literatura sobre enfermedad holandesa.

El análisis cuantitativo privilegia la exploración de efectos dinámicos a partir de la técnica de vectores autoregresivos. Como se sabe, ésta técnica permite extraer conclusiones con base en la evolución histórica de las series de tiempo de las variables relevantes. Los resultados a nivel agregado contrastan con los hallados en estudios similares para otros países, pues se encuentra evidencia que sugiere la existencia de una relación positiva entre los cambios de precios y el crecimiento económico. No obstante, este resultado resulta plausible dada la condición de exportador neto que ostenta Colombia. La dirección del efecto es asimétrica en el sentido de que mientras el incremento de los precios no es estadísticamente diferente de cero, una reducción de los precios sí reduce el crecimiento de manera significativa.

Al evaluar la relación con otras variables macroeconómicas se encuentra que la variación de precios habría incidido en el comportamiento de la tasa de cambio real y el incremento de las importaciones, principalmente en rubros asociados con la compra de materias primas y bienes de capital. Por otra parte, el efecto de la revaluación cambiaría habría llevado a la disminución de los precios al productor en aquellos sectores intensivos en el uso de insumos y bienes de capital importado. Aunque también habría ejercido un impacto en sentido contrario, elevando los precios al productor asociados con el uso de combustibles y lubricantes obtenidos de la refinación, y el precio de otras fuentes de energía usualmente destinadas al mercado internacional como es el caso del Carbón.

A nivel sectorial, estos efectos son coherentes con las predicciones teóricas en los modelos de enfermedad holandesa. Sin embargo, el análisis de la evidencia permite argumentar que el comportamiento de los precios del petróleo implica costos y beneficios entre distintas actividades económicas. Así en el primer caso se encuentra evidencia de una reducción de la ocupación en la industria ocasionada por cambios considerados “grandes” en los precios y la reducción de las exportaciones agrícolas e industriales como consecuencia de la revaluación real. Así mismo se encuentra evidencia de una reducción en la producción agrícola e industrial que estaría asociada al incremento de la volatilidad en los precios.

En cuanto a los beneficios se encuentra que la revaluación habría estado asociada al abaratamiento en la importación de insumos y bienes de capital para la industria y el sector de la construcción. Se encuentra también evidencia de un incremento del valor agregado y el empleo que podrían asociarse a la revaluación real y el incremento de algunos de los indicadores de precios del petróleo utilizados en el análisis.

Como resulta evidente en el análisis, tanto los costos como los beneficios se distribuyen e inciden de manera diferente sobre las distintas variables macroeconómicas y entre los distintos sectores económicos por lo que, el análisis objetivo del impacto ante cambios en los precios internacionales del petróleo debe ponderar la importancia de unos y otros. La evidencia encontrada en esta investigación sugiere que el impacto neto de los cambios de precios ha sido positivo en términos del crecimiento económico al reducir el costo en el componente importado de la producción nacional. Sin embargo, también se generaron impactos negativos en términos de los costos de la energía, el desplazamiento de algunas actividades productivas y las exportaciones sectoriales.

## Referencias

- Barski., R. & L., Killian (2004). "Oil and the Macroeconomic Since 1970s" *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), pp. 115-134.
- Bernanke, B. (1983). "Irreversibility, Uncertainty and Cyclical Investment", *Quarterly Journal of Economics*, 98(1), pp. 85-106.
- Bretschger, L. (2006). "Energy Prices, Growth, and The Channels in Between: Theory and Evidence" Working Paper 06-47, ETH Zurich.
- Castro, L.O. (1974). *Consideraciones Generales Sobre La Situación Energética Colombiana*, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigaciones para el Desarrollo.
- Dasgupta, P.S. & G.M. Heal. (1979). *Economic Theory and Exhaustible Resources* Cambridge University Press.
- Dasgupta, P.S. & G.M. Heal. (1974). "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources" *The Review of Economics and Statistics*, 41. pp 3-28.
- Ferderer, P. (1996). "Oil Price Volatility and the Macroeconomy: A solution to the Asymmetry Puzzle" *Journal of Macroeconomics* 18. 1-16.
- González, J.I., & Zapata, J.G. (Cord) (2005). *El Manejo de los Recursos Naturales No Renovables: Sus Impactos Fiscales y Macroeconómicos*, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigaciones para el Desarrollo, Fedesarrollo.
- Hamilton, J.D. (2005). *Oil and the Macroeconomy*, University of California, San Diego.
- Hamilton, J.D. (2000). "What is an Oil Shock" NBER WP 7755.
- Hamilton, J.D. (1988). "A Neoclassical Model of Unemployment and The Business Cycle", *Journal of Political Economy*, 96(3). pp. 593-617.
- Hofstetter, M. & J. Tovar. (2008). "Asymmetric Price Adjustments Under Ever-Increasing Costs. Evidence from the Retail Gasoline Market in Colombia" Universidad de los Andes, Documentos CEDE. No. 21.
- Hooker, M.A. (1996). "What Happened to the Oil Price Macroeconomic Relationship", *Journal of Monetary Economics* 38, 195-213.



- Jimenez-Rodriguez, R. (2008). "The Impact of oil Price Shocks: Evidence from the Industries of Six OECD countries", *Energy Economics*, 30. pp. 3095-3108.
- Jorgenson. D. (1988). "Productivity and Postwar U.S. Economic Growth", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 2 (4), pp 23-41.
- Jorgenson. D.; Gollop, F. y Fraumeni, B. (1987). *Productivity and U.S. Economic Growth*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Killian, L. (2008) "The Economic Effects of Energy Price Shocks", *Journal of Economic Literature*, 46(4). pp. 871-909.
- Lee., K. & S., Ni (2002) "On The Dynamic Effects of Oil Price Shocks: A Study Using Industry Level Data", *Journal Of Monetary Economics*, 49(4), pp. 823-852.
- Llinas, M. (2002) "Incidencia de la Volatilidad de los Precios del Petróleo en la Determinación del Ciclo Economico", *Revista Desarrollo y Sociedad, CEDE*, Universidad de los Andes, 50.
- Lilien, D.M. (1982) "Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment", *Journal of Political Economy* 90(4). pp. 777-793.
- Mejia Millan & Perry, G. (1982). "Estudio Nacional de Energía" Departamento Nacional de Planeación.
- Mork, K., O., Olsen & H. Mysen. (1994) "Macroeconomic Responses to Oil Price Increases and Decreases in Seven OECD Countries" WP13. The Norwegian School of Management.
- Mork, K. (1989) "Oil and the Macroeconomy When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton's Results", *Journal of Political Economy* 91, 740-744.
- Ortiz, C., Uribe, J., Vivas, H. (2009). "Transformación Industrial, Autonomía Tecnológica y Crecimiento Económico: Colombia 1925-2005", Departamento Nacional de Planeación, Archivos de Economía, Documento 352.
- Perry, G. (1988). "Política Energética y Minera y Crecimiento Económico", *Debates de Coyuntura Económica* No. 10.
- Posada, C.E. (1993). "El Petróleo de Cusiana, Las Perspectivas de la Política Económica" en *Cusiana, un Reto de Política Económica*, Departamento Nacional de Planeación y Banco Mundial.
- Ramírez, M., Otero, D., Perry, G. (1982). "Modelos de Demanda del Estudio Nacional de Energía" Tercera Reunión Latinoamericana de la Sociedad Econometrica.
- Ramírez, M., Forero, C., Cándelo, R. y Prada, T. (1976). "El Efecto de un Cambio en los Precios de Derivados del Petróleo Sobre los Precios de los Demás Sectores", *Planeación y Desarrollo*.
- Ramírez, M., Prada, T., Cándelo, R., y Forero, C. (1975). "Metodología Para Analizar el Impacto de un Alza Exógena Sobre el Nivel General de Precios. El Caso de los Combustibles" *Planeación y Desarrollo* Vol. 7, No. 1.

- Regnier, E.D. (2007). “Oil and Energy Price Volatility” *Energy Economics*, 29(3), 405-427.
- Rincón, H., Lozano, I., y Ramos, J. (2008). “*Rentas Petroleras, Subsidios e Impuestos a los Combustibles en Colombia*” Banco de la República, Borradores de Economía, Documento 541.
- Rotenberg, J. y M., Woodford. (1996). “Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(4), pp. 550-577.
- Solow, R. (1974). “Intergenerational Equity and Exhaustible Resources”, *The Review of Economic Studies*, 41, pp 29-45.
- Stiglitz, J.E. (1974). “Growth with Exhaustible Resources Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths”, *The Review of Economic Studies*, 41, pp 123-137.
- UPME, Unidad de Planeación Minero Energética. (2007). “*Plan Energético Nacional. Contexto y Estrategias: 2006-2025*”.
- Vélez, A., y Rodríguez, H. (1991). *Panorama Petrolero Colombiano 1990-2000*, Universidad Nacional de Colombia, Centro de Investigaciones para el Desarrollo.