

Asimetrías en la respuesta de las variables macroeconómicas ante choques del precio del petróleo

Victoria Eugenia Sardi

Noviembre 4, 2016

Resumen:

La respuesta asimétrica de la tasa de crecimiento del producto ante variaciones del precio del petróleo ha sido estudiada en su mayoría para Estados Unidos. El presente estudio pretende investigar si esas asimetrías pueden corroborarse empíricamente para un país exportador neto de petróleo como Noruega mediante un modelo BVAR identificado con restricciones de signo. Como resultado, se encuentra que hay evidencia de asimetrías en la respuesta de la tasa de crecimiento del producto y de las exportaciones.

JEL Classification: C32, E32, Q43

Tesis de Economía (Pregrado). Universidad del Valle. Tutor: Jorge Mario Uribe.

I. Introducción.

El impacto de las variaciones del precio del petróleo en la actividad económica ha sido ampliamente estudiado. La variación en la volatilidad de los precios del crudo experimentada desde mediados de los 80's ha hecho que el análisis adquiriera una mayor relevancia (Burbidge & Harrison, 1984; Dotsey & Reid, 1992; Mork, 1994; Hamilton, 1996; Hooker, 2000; Davis & Haltiwanger, 2001; Kilian & Murphy, 2012; entre otros). Las variaciones del precio del crudo pueden afectar las decisiones de consumo e inversión de los hogares y por consiguiente conocer su comportamiento es indispensable para la construcción de expectativas por parte de los agentes, así como por sus respectivas implicaciones de política. Sin embargo, no se ha llegado a un consenso respecto a la forma de la relación, es decir, si las asimetrías son un hecho indiscutible que caracteriza los efectos de los choques petroleros sobre la economía real. En parte, esto se debe a que los hallazgos empíricos al respecto son muy diversos, la metodología empleada avanza constantemente y la mayoría de los estudios se concentran en Estados Unidos, lo que ha llevado a preguntarse si las asimetrías son un caso particular o se pueden extender al resto de economías.

La idea de que la relación entre las variaciones del precio del petróleo y el producto es asimétrica, es decir, el producto no responde en la misma proporción ante incrementos que ante disminuciones, viene de la observación de que cada recesión en Estados Unidos después de la Segunda Guerra Mundial tuvo como precedente un incremento abrupto en los precios del petróleo (Hamilton 1983, 1985; Mork 1989); a partir de ese momento muchos estudios se dedicaron a encontrar evidencia a favor o en contra de la relación, en términos empíricos.

Algunos autores argumentan que la diversidad de los hallazgos puede deberse a errores en la especificación del modelo, es por esto que se desarrollaron pruebas estadísticas útiles para comparar diferentes especificaciones no lineales frente a la posibilidad de una relación lineal. Como resultado, se tiene que los modelos no lineales poseen una mayor capacidad de ajuste y predicción (Hamilton, 2003; Jiménez-Rodríguez & Sánchez, 2003). Otros autores como Bagnai & Mongeau, 2016; Balke, Brown & Yücel, 1999; Malikov, 2015; Hamilton, 2010; Nusair, 2016; han encontrado evidencias de asimetrías generalmente para el mercado estado unidense.

Los anteriores resultados han motivado a los investigadores a encontrar la fuente de la asimetría, con el fin de pasar de una relación estadística a la formalización de una teoría; la tasa de interés o los comportamientos de la política de estabilización, los costos de ajuste en la redistribución de los factores de producción, el ambiente de incertidumbre que se genera ante variaciones en el precio del petróleo, entre otros, se han abordado como posibles explicaciones del fenómeno. El mercado financiero también ha sido tenido en cuenta en las investigaciones. Por ejemplo; Kilian, Rebucci & Spatafora, (2009); Allegret et al. (2014); Bodestein, et al. (2011) han planteado que la integración financiera internacional, la estructura del mercado financiero (mercados completos o incompletos) y el grado de desarrollo del sector, pueden aportar a la explicación de la asimetría, puesto que las cuentas corrientes se encargan de la transmisión de ingresos a la economía.

En un estudio de 1996, Hamilton planteó que la mejor forma de estudiar la relación precio del petróleo – producto era utilizando lo que él llamó el incremento neto del precio del petróleo. Si las decisiones de consumo e inversión de las firmas son la explicación para las asimetrías, entonces, es más adecuado tener en cuenta el precio durante el año previo a la decisión que simplemente involucrar el cambio porcentual. Por ello, la mayoría de los estudios posteriores utilizaron como medida del precio del petróleo una variable dicotómica que recogía el cambio porcentual respecto al máximo registrado durante el año anterior.

Kilian y Vigfusson (2009) encontraron que los modelos VAR estimados hasta ese momento con ese tipo de modificaciones en la serie del precio del crudo generaban estimaciones inconsistentes de la respuesta ante los incrementos del precio y probablemente exageraban el impacto de los choques positivos para EEUU, por ello desarrollaron una metodología diferente que les permite afirmar que no hay suficiente evidencia para rechazar la simetría, poniendo en duda la mayoría de los estudios que hasta ese momento se habían realizado. Hamilton (2010) considera que el periodo analizado es sumamente importante para el análisis de las asimetrías debido a que las conclusiones pueden cambiar dependiendo del número de datos y los hechos que recoja, es por ello que propone que el hallazgo anterior se debe a un cambio en la especificación del modelo y de la muestra, manteniendo los resultados de sus estudios en los que se avala la asimetría.

Posteriormente, Kilian y Vigfusson (2011) extienden el tamaño de la muestra y concluyen que aun así no hay evidencia contundente a favor de la asimetría, ya que sólo se presenta ante grandes choques (más de una desviación estándar) y la evidencia se desvanece una vez se excluyen los periodos posteriores a 2007Q4 indicando que la relación podría ser espuria.

Específicamente para el caso de Noruega la relación actividad económica – precio del petróleo fue estudiada por Bjørnland (2000); quien encuentra que el incremento en los precios tiene un impacto positivo en el producto aunque no significativo en el largo plazo. Mork, Olsen & Mysen (1994); Jiménez-Rodríguez & Sánchez (2003); Herrera, Lagalo & Wanda (2015); estudian específicamente las asimetrías para este país confirmando que los incrementos del precio del petróleo afectan positivamente el producto¹ y en general no se encuentra evidencia de asimetrías, excepto cuando se utilizan los incrementos netos del precio propuestos por Hamilton (1996) y un choque de dos desviaciones estándar.

Aunque las asimetrías ya han sido estudiadas para Noruega, el presente estudio tiene la ventaja de que la metodología empleada es relativamente nueva y no ha sido aplicada para evaluar si los incrementos en el precio del petróleo generan impactos proporcionales a lo que ocurre en el caso de una disminución, además, la estrategia de identificación del Vector Autorregresivo Bayesiano nos permite superar sesgos en la estimación, que puedan generarse como consecuencia de alteraciones en la serie de tiempo, es decir, nos exime de la crítica planteada por Kilian y Vigfusson (2009).

¹ En algunas ocasiones la relación es estadísticamente significativa.

El resto del estudio se divide así: en la Sección II se presentan algunas teorías que ayudan a explicar las asimetrías, yendo más allá de una relación estadística para establecer una relación causal. La Sección III presenta los datos utilizados para el análisis. En la sección IV se expone la metodología de las restricciones de signo y por qué un BVAR es más adecuado. La Sección V expone los resultados y la Sección VI concluye.

II. Marco teórico. ¿Son las asimetrías una relación puramente estadística o existe una relación de causalidad?

Como lo mencionamos anteriormente, la relación empezó como un hallazgo empírico que dejó de ser un consenso general por la diversidad de resultados a favor y en contra de la misma. Es por ello que el desarrollo de una teoría que pudiera explicarlo sentó las bases para una discusión más precisa del fenómeno.

Hamilton (2003) plantea que la diversidad en los hallazgos puede deberse a que la relación no es lineal, por lo que se pregunta si existe un mecanismo económico o un canal de transmisión que nos permita explicarla, de tal forma que pasemos de una relación estadística a una relación causal con un sustento teórico.

La incertidumbre es uno de los principales factores a tener en cuenta para la descripción de un canal de transmisión. En la medida que el comportamiento de los precios del petróleo sea incierto, se pueden alterar las decisiones de los hogares y de las firmas, ya que la energía (o en su defecto los combustibles) es una de las principales materias primas en el proceso de producción, por lo que incrementos en su precio pueden causar tanto un aumento generalizado en el nivel de precios como un incremento en el nivel de desempleo bajo el supuesto de salarios rígidos; también se pueden postergar las decisiones de inversión esperando un ambiente más seguro que le permita ajustar sus expectativas con menores probabilidades de equivocarse.

La relación entre el gasto de los consumidores y las variaciones de los precios del petróleo también ha sido estudiada a detalle para establecer los canales mediante los cuales se pueden transmitir los choques (Edelstein & Kilian, 2009). Nuevamente, la incertidumbre aparece como un factor importante; la inseguridad hace que los consumidores pospongan la compra de aquellos bienes cuyo proceso de compra no puede revertirse pero sí postergarse, esperando a que haya mayor información, como es el caso de los bienes durables; incluso, si el consumo no tiene esta característica de reversibilidad,

el mismo puede disminuir, ya que los choques pueden generar desempleo y la mejor forma de estabilizar el consumo futuro es aumentando el ahorro hoy.

El ingreso disponible también debe tenerse en cuenta, ya que los incrementos en el precio de la energía reducen el ingreso que los consumidores pueden dedicar a la compra de otros bienes una vez han pagado sus servicios

El consumo de bienes intensivos en energía también se ve afectado cuando los precios cambian, y a pesar de que el impacto de este canal es pequeño, los efectos que puede tener en la distribución de los factores de producción deben tenerse en cuenta si se le suma el efecto de la incertidumbre. Un menor consumo de éste tipo de bienes puede generar una redistribución del capital y el trabajo en todos los sectores, si se considera que los consumidores empezarán a buscar bienes que sean más eficientes energéticamente, desplazando las demandas entre los sectores y con ellas las necesidades de insumos.

Por otro lado, las decisiones de inversión también podrían estar inmersas en la respuesta del producto ante los choques del precio del petróleo (Edelstein & Kilian, 2007). Los costos marginales de las firmas incrementan como consecuencia de un incremento en el precio de la energía² teniendo en cuenta que la influencia de dicho canal, que dependerá de la participación de la energía en el total de materias primas; la reducción en la demanda de productos como consecuencia de la disminución en el gasto de los consumidores también afecta la inversión fija como consecuencia de un incremento en los precios del petróleo.

Los canales descritos anteriormente nos permiten estructurar una relación causal entre las variables de interés pero no pueden aclarar por sí solos la existencia de asimetrías, es decir, no explican por qué el producto no responde de manera proporcional ante los incrementos y disminuciones de los precios del crudo.

Una de las principales explicaciones a las asimetrías la podemos encontrar analizando de manera conjunta los diferentes efectos descritos anteriormente; el incremento en los precios de la energía genera una contracción en la oferta de las firmas, si se tienen en cuenta las rigideces de los mercados de trabajo y capital, se puede inferir que los recursos estarán desempleados, al menos en el corto plazo, potencializando el efecto de la pérdida de poder adquisitivo por parte de los consumidores.

² Un argumento similar al planteado por Hamilton (2001).

En contraste, cuando los precios de la energía disminuyen, las firmas podrían utilizar los recursos desempleados, pero es poco probable que esto ocurra en el corto plazo dada la incertidumbre respecto a la trayectoria de los precios, por lo que en este caso se amplifica el efecto incertidumbre generando que a nivel agregado no exista una reacción de la misma forma ante incrementos que ante disminuciones. Es decir, el efecto de la incertidumbre contrarresta la intención de incrementar la inversión por parte de los agentes, como consecuencia de una disminución en los costos.

Los costos de ajuste también pueden ser la causa de las asimetrías, si es costoso redistribuir los factores productivos entre los sectores como consecuencia de un incremento en los precios del petróleo, entonces el choque generará contracciones en el producto en el corto plazo, mientras que, en el caso de una disminución en el precio es mucho más fácil emplear aquellos factores ociosos.

Por último, debe tenerse en cuenta que las relaciones causales expuestas fueron pensadas para el mercado Estado unidense, es decir, una economía importadora de petróleo; en este caso, es interesante ver si las asimetrías se cumplen para un país exportador como Noruega.

III. Datos

Para el análisis de las asimetrías se utilizaron series de tiempo trimestrales que comprenden el periodo 1985:Q1 – 2016Q2; la mayoría de ellas fueron extraídas de la oficina de estadísticas de Noruega, *Statistics Norway* (SSB por sus siglas en ingles), como es el caso del Producto Interno Bruto, el consumo de los hogares, las exportaciones e importaciones, el deflactor implícito del PIB y la formación bruta de capital fijo que se utiliza como *proxy* de la inversión³. La tasa de desempleo como porcentaje de la población económicamente activa fue tomada de *Labour Force Survey* que también se encuentra en SSB.

Como medida del precio del petróleo se utilizó el precio global del West Texas Intermediate (WTI) obtenido de la *FRED (Federal Reserve Economic Data)*, ya que es el precio de referencia utilizado por los otros tipos de crudo. La tasa de interés de largo plazo fue adquirida de la base de datos de la OECD. Dado que se encontraba en una frecuencia mensual se realizó una media simple durante cada trimestre.

³ Las series se pueden encontrar en el archivo *Quarterly national accounts*.

El precio del petróleo se encontraba en dólares/barril por lo que fue convertido a la moneda local utilizando el tipo de cambio vigente⁴; debido a que este se encontraba en una frecuencia mensual se tomó el del final de cada trimestre para realizar la conversión. Una vez se tuvieron todas las series en moneda local se procedió a deflactarlas utilizando el deflactor implícito del PIB.

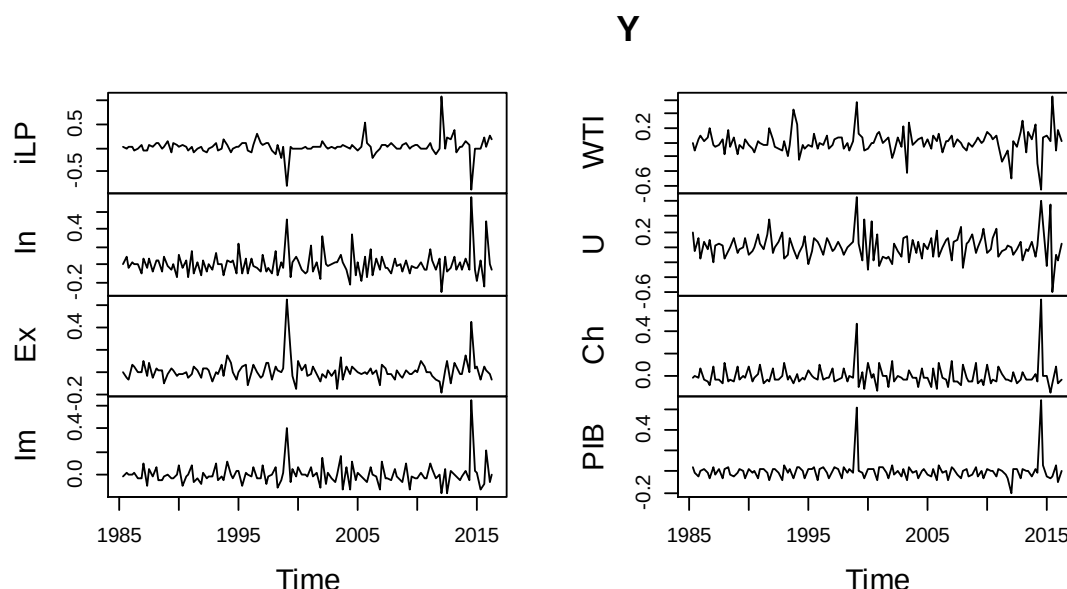


Figura 1. Tasas de crecimiento en términos reales. Tasa de interés de largo plazo (Ilp), Inversión (In), Exportaciones (Ex), Importaciones (Im), Precio del petróleo (WTI), tasa de desempleo (U), Consumo de los hogares (Ch), Producto Interno Bruto (PIB).

Cada una de las series fue transformada para lograr su estacionariedad, mediante la diferencia de los logaritmos, por lo que se analizarán las tasas de crecimiento de cada una de las variables. La Figura 1 nos muestra las series transformadas que serán utilizadas para la estimación, el análisis gráfico nos permite ver que la media de las series se mantiene constante y la prueba de Dickey – Fuller aumentada (ADF) nos permite rechazar la hipótesis de que exista una raíz unitaria.

Es importante tener en cuenta que el periodo analizado es lo suficientemente amplio como para encontrar grandes fluctuaciones de los precios del petróleo que permita una mejor aproximación a las asimetrías.

⁴ Tomado de la FRED.

IV. Marco Metodológico. VAR Bayesiano y Restricciones de Signo.

El estudio del comportamiento macroeconómico de los países generalmente ha sido abordado por medio de los modelos VAR, debido a que estos consideran explícitamente algunos aspectos típicos en el análisis, como la endogeneidad, la falta de claridad respecto a la dirección de la causalidad, la simultaneidad de las ecuaciones, entre otros. Sin embargo, estos modelos tienen el problema de que son poco parsimoniosos, en el sentido de que los parámetros a estimar incrementan sustancialmente a medida que se incluyen más variables en el proceso de estimación. Otro problema que puede surgir cuando incluimos demasiadas variables en el modelo es la posible sobreidentificación de la muestra, que limita la capacidad de predicción del modelo⁵.

Siguiendo a Koop y Korobilis (2010) tenemos que el VAR en forma reducida puede ser representado como:

$$y_t = a_0 + \sum_{j=1}^p A_j y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde y_t es un vector $m \times 1$ que contiene las m variables que se van a analizar, a_0 es un vector de interceptos, p es el número de rezagos y A_j es una matriz $m \times m$ de coeficientes; además, se supone que ε_t es i.i.d $\sim N(0, \Sigma_\varepsilon)$.

Mediante una transformación de (1) se puede derivar la función de máxima verosimilitud que caracteriza el modelo, por lo que para encontrar la función de distribución de probabilidad conjunta sólo hace falta una distribución a priori de los parámetros del BVAR⁶.

El problema de esta representación es que los residuales no tienen una interpretación económica, ya que no existe un modelo teórico que pueda justificarla; es por esto que la recuperación de los choques estructurales es indispensable para el análisis macroeconómico.

En un análisis frecuentista tradicional, dado que los residuales del modelo en forma reducida son una combinación lineal de los choques estructurales, $\varepsilon_t = B e_t$ (donde B contiene los parámetros estructurales), la matriz de varianzas y covarianzas puede expresarse como $\Sigma_\varepsilon = E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = B \Sigma_e B'$. Dicha matriz de varianzas y covarianzas de los residuales del modelo en forma reducida puede obtenerse de una simple estimación de

⁵ Este problema es resuelto por los modelos BVAR.

⁶ Según la ley de Bayes la función de distribución de probabilidad conjunta $g(\alpha|y)$ puede encontrarse como el producto entre la función de verosimilitud $\mathcal{L}(\alpha|y)$ y la probabilidad marginal $g(\alpha)$; donde y es el conjunto de información y α son los parámetros a estimar.

(1) usando OLS; por lo tanto, la recuperación de los choques se centra en la identificación de la matriz B .

Las descomposiciones de Cholesky y las restricciones de corto o largo plazo son la solución tradicional al problema de identificación, bajo estas alternativas lo que se hace es restringir algunos parámetros de la matriz B para que sean iguales a cero de tal forma que obtengamos un sistema exactamente identificado; sin embargo, han recibido fuertes críticas, ya que no existe una única forma de ubicar los ceros dentro de la matriz y los resultados varían considerablemente al modificar el orden de las restricciones.

Es por esto que aparecen las restricciones de signo como una alternativa que permite explorar todas las posibles rotaciones de la matriz B que cumplen con algunos requisitos y que además tienen un espíritu más bayesiano en su naturaleza. La diferencia está en que en este caso las restricciones no son impuestas sobre los parámetros del modelo, sino sobre las funciones impulso – respuesta, que nos sirven para determinar cómo reacciona determinada serie ante choques puramente exógenos de otra. Por ejemplo, en nuestro caso sería cómo reacciona la tasa de crecimiento del producto ante choques exógenos de la tasa de crecimiento de los precios del petróleo. Por las investigaciones anteriores y por el modelo teórico sabemos que el producto reacciona de forma positiva ante incrementos en el precio del petróleo por ser Noruega una economía exportadora, dicho sentido de la relación es impuesta como una restricción en la función impulso – respuesta, donde es posible ver la magnitud del impacto en la tasa de crecimiento del producto y con ello determinar si existen o no asimetrías para dicho país. Nótese que en nuestro caso, partimos de la base de que existe un choque positivo de los aumentos del precio del petróleo sobre la economía Noruega, el cual, ya ha sido documentado ampliamente para el caso de dicho país y además tienen un amplio respaldo teórico. Esto nos permite imponer una restricción de identificación, que nos permite concentrarnos en si existe o no asimetría en tales impactos.

El algoritmo de identificación mediante restricciones de signo propuesto por Rubio-Ramirez et al. (2010) se puede resumir en los siguientes pasos:

- i. Se realiza una descomposición de Cholesky a la matriz de varianzas y covarianzas de los residuales en forma reducida, de donde se obtiene $\sum \varepsilon \varepsilon' = PP'$
- ii. Se simula una matriz X en la que cada una de las salidas de la matriz es independiente y sigue una distribución normal con media cero y varianza unitaria.
- iii. Posteriormente, se le aplica a la matriz X la descomposición QR de tal manera que $X = QR$ donde Q es una matriz ortogonal y R es triangular superior.

- iv. Por último, se calculan las funciones impulso - respuesta como $H = PQ$
- v. Si la impulso respuesta cumple con las restricciones de signo planteadas por la teoría, se almacena, en caso de que no cumpla con las restricciones se vuelve al primer paso.

El proceso anterior se repite hasta tener un conjunto de funciones impulso - respuesta lo suficientemente grande. Intuitivamente, esta aproximación para la identificación lo que hace es rotar los ceros (no necesariamente en el plano de los reales) en la matriz que contiene los coeficientes contemporáneos con el fin de lograr un modelo que esté exactamente identificado.

Como se mencionó anteriormente, el algoritmo proporciona un conjunto de funciones impulso – respuesta que cumplen con las restricciones, es decir, se obtiene un conjunto de escenarios igualmente probables. Lo que generalmente se hace en la literatura para exponer los resultados es tomar la mediana de las funciones en cada periodo de tiempo y construir intervalos de credibilidad, usando la distribución posterior de las funciones impulso – respuesta seleccionadas.

Baumeister & Hamilton (2015) prueban que cada vez que los investigadores utilizan las restricciones de signo para la identificación de los choques están generando salidas de una distribución a priori por lo que un BVAR es más adecuado, ya que cuando se utiliza un enfoque frecuentista el investigador no se da cuenta de que ha supuesto una u otra distribución a priori.

Dado que sólo hace falta la distribución de probabilidad marginal de los parámetros para la estimación del modelo en forma reducida, en el presente estudio se utiliza una distribución Normal para los coeficientes y una Wishart inversa para la matriz de varianzas y covarianzas.

Teniendo en cuenta la teoría y los resultados de los estudios anteriores, se proponen las siguientes restricciones ante un choque positivo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo:

- No disminuye la tasa de crecimiento del producto durante los siguientes x trimestres.
- No disminuye la tasa de crecimiento del consumo durante los siguientes x trimestres.
- No disminuye la tasa de crecimiento de las exportaciones en los siguientes x trimestres posteriores al choque.

Siguiendo a Hamilton (1996) el análisis de los choques del precio del petróleo debe tener en cuenta un lapso de al menos cuatro trimestres, por lo que las restricciones de signo se mantienen durante este periodo. Por otro lado, se utilizan seis rezagos para la estimación del modelo, pues los anteriores estudios para Noruega concuerdan en que éste debe ser el orden del modelo.

V. Resultados

Antes de iniciar con el análisis de los resultados, se debe tener en cuenta que no se presentan intervalos de confianza para las funciones impulso respuesta. Por el contrario, los intervalos propuestos son intervalos de credibilidad, ya que en este caso no miden la incertidumbre respecto al proceso de estimación basado en una muestra, sino respecto al modelo teórico. Cabe recordar que el algoritmo de estimación produce un conjunto de impulsos - respuestas que cumple con las restricciones de signo planteadas y cada función tiene un modelo teórico subyacente. Para no representar todo el conjunto de funciones impulso – respuesta lo que generalmente se hace es tomar la mediana de todos los escenarios posibles en cada periodo.

La respuesta de la series ante un choque del precio real del petróleo es bastante parecida a la registrada en los estudios anteriores con la diferencia de que se logra una respuesta significativa (Mork, Olsen & Mysen, 1994; Jiménez-Rodríguez & Sánchez, 2003; Herrera, Lagalo & Wanda, 2015). La respuesta de las tasas de crecimiento tiene una característica particular que fue registrada en los estudios anteriores y es que tiene un comportamiento oscilatorio, es decir, se autocorrigen ante las perturbaciones.

La Figura 2 muestra las funciones impulso respuesta ante un choque positivo del precio real del petróleo y la Figura 3 muestra su contraparte ante un choque negativo del precio real del petróleo. Las series libres, es decir, a las que no se les impuso ninguna restricción de signo como la tasa de crecimiento de la inversión, la tasa de interés de largo plazo y las importaciones tienen una respuesta que va de acuerdo con los lineamientos de la teoría y es distinta de cero entre el tercer y quinto trimestre.

La respuesta de la tasa de crecimiento del desempleo es sorprendente debido a que su signo es opuesto a lo que predice la teoría y además es distinta de cero durante los primeros dos trimestres posteriores al choque. Como resultado, se tiene que las disminuciones en el precio real del crudo generan disminuciones en la tasa de desempleo y viceversa. Los costos de ajuste en la redistribución de los factores de producción son

una de las principales explicaciones para las asimetrías; en el caso de una economía exportadora de petróleo, lo que debería ocurrir es que la disminución en el precio genere un incremento en la tasa de desempleo, ya que las firmas perciben un descenso en la demanda por lo que el número de empleados se ve afectado como consecuencia de un proceso de minimización de costos; pero al parecer, este mecanismo no está operando en Noruega.

El resto de las variables como la tasa de crecimiento del producto, del consumo y de las exportaciones tienen una respuesta significativa durante aproximadamente un año posterior al choque tanto positivo como negativo del precio real del petróleo.

El análisis de descomposición de varianza permite estimar qué tanto de la variabilidad de las tasas de crecimiento es explicada por los choques del precio del petróleo (Tabla 1 y 2). El porcentaje de variabilidad de la tasa de crecimiento del producto que es explicado por los choques del precio real del petróleo es bastante similar tanto para los incrementos como para las disminuciones del precio, mientras que la variabilidad de la tasa de crecimiento del consumo de los hogares es explicada en mayor proporción por los incrementos en el precio durante los primeros cuatro trimestres.

Los choques negativos explican más la variabilidad de la tasa de crecimiento de la inversión durante los primeros cuatro trimestres que los choques positivos, lo que se debe a que las decisiones de inversión son poco reversibles por lo que las personas son más precavidas si esperan una disminución en la demanda. Los choques tanto positivos como negativos explican principalmente la variabilidad de la tasa de crecimiento de las exportaciones dado que el petróleo es el principal producto de exportación del país.

Para descubrir si la respuesta de las variables no es proporcional ante incrementos que ante disminuciones del precio real del petróleo se utilizó la respuesta acumulada de las tasas de crecimiento como un indicador de asimetrías; dicha agregación del impacto del choque se realiza durante los periodos en los que la respuesta de la serie es distinta de cero, según el intervalo de credibilidad. En el caso de una economía exportadora de petróleo como Noruega, se espera que las disminuciones en el precio tengan un impacto mayor que los aumentos.

Como resultado se tiene que sólo hay evidencia de asimetría para la respuesta de la tasa de crecimiento del producto y de las exportaciones. La respuesta acumulada durante cuatro trimestres de la tasa de crecimiento de las exportaciones es de 10 y -11% ante un choque positivo y negativo respectivamente, y la respuesta acumulada de la tasa de

crecimiento del producto también tiene una diferencia de 1% ante los choques, siendo 7% y -8%.

Las funciones impulso – respuesta que resultan de identificar el modelo mediante restricciones de signo han sido criticadas debido a que lo que se interpreta es una mediana en cada periodo de tiempo, es decir, la impulso – respuesta es una agregación de muchos escenarios y modelos posibles. Por lo anterior, Fry & Pagan (2011) desarrollan un algoritmo para determinar si existe entre el conjunto identificado de funciones impulso – respuesta, una que sea tan cercana como sea posible a la mediana, es decir, si existe un modelo teórico que respalde los hallazgos y establecer qué tan bien están identificados los choques del modelo. Las figuras 4 y 5 reproducen el algoritmo anterior, en el que la línea roja representa la función impulso – respuesta más cercana a la mediana que está representada por la línea punteada; como se puede observar ambas líneas son bastante cercanas, casi que se superponen la una a la otra, indicando que el problema de identificación es leve en este modelo por lo que la inferencia anterior es válida.

VI. Conclusiones

La idea de que los incrementos y las disminuciones en el precio del petróleo no afectaban proporcionalmente la economía surgió de la observación de que cada crisis en Estados Unidos estaba precedida por un incremento abrupto de los precios del petróleo. El presente estudio utilizó las restricciones de signo para identificar los choques positivos y negativos de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo para establecer cómo afectaban éstos el entorno macroeconómico de un país exportador de crudo como Noruega.

Los resultados sugieren que hay evidencia de asimetría en la respuesta de la tasa de crecimiento del producto y de las exportaciones. Las demás variables poseen una respuesta de acuerdo a los lineamientos teóricos con la excepción de la tasa de desempleo que parece tener una correlación positiva con las variaciones del precio, es decir, cuando hay un choque positivo la tasa de desempleo incrementa y viceversa.

La idea de la asimetría empezó de una forma empírica y posteriormente los investigadores empezaron a buscar mecanismos que permitieran explicarla, por lo que sería interesante observar qué puede estar pasando en los países exportadores de petróleo con la idea de los costos de ajuste generados por la redistribución de los factores

productivos, para establecer si la respuesta del desempleo puede ocurrir en otras economías exportadoras del crudo o es un caso particular.

Respecto a la relevancia de los resultados, el algoritmo de Fry – Pagan (2011) permite concluir que los choques están bien identificados por lo que la inferencia anterior es válida.

VII. Referencias

- Allegret, J.-P., Couharde, C., Coulibaly, D., & Mignon, V. (2014). Current accounts and oil price fluctuations in oil-exporting countries: The role of financial development. *Journal of International Money and Finance*, 47, pp. 185-201.
- Bagnai, A., & Mongeau, C. A. (2016). "Asymmetric asymmetries" in Eurozone markets gasoline pricing. *The Journal of Economic Asymmetries*, 13, pp. 89-99.
- Balke, N. S., Brown, S. P., & Yücel, M. K. (1999). Oil Price Shocks and the U.S. Economy: Where Does the Asymmetry Originate? *Mimeo, FEDERAL RESERVE BANK OF DALLAS*.
- Baumeister, C., & Hamilton, J. D. (2015). Sign restrictions, structural vector autoregressions, and useful prior information. *Econometrica*, 83(5), pp. 1963-1999.
- Bjørnland, H. C. (2000). The Dynamic Effects of Aggregate Demand, Supply and Oil Prices Shocks-A Comparative Study. *The Manchester School*, 68(5).
- Bodenstein, M., Erceg, C. J., & Guerrieri, L. (2011). Oil Shocks and External Adjustment. *Journal of International Economics*, 83(2), pp. 168-184.
- Burbidge, J., & Harrison, A. (1984). Testing for Effects of Oil-Price Rises Using Vector Autorregressions. *International Economic Review*, 25, pp. 459-484.
- Davis, S. J., & Haltiwanger, J. (2001). Sectoral Job Creation and Destruction Response to Oil Price Changes. *Journal of Monetary Economics*, 48, pp. 465-512.
- Dotsey, M., & Reid, M. (1992). Oil Shocks, Monetary Policy, and Economic Activity. *Economic Review of the Federal Reserve Bank of Richmond*, 78/4, pp. 14-27.
- Edelstein, P., & Kilian, L. (2007). The response of business fixed investment to changes in energy prices: a test of some hypotheses about the transmission of energy price shocks. *The BE Journal of Macroeconomics*, 7(1).
- Edelstein, P., & Kilian, L. (2009). How sensitive are consumer expenditures to retail energy prices? *Journal of Monetary Economics*, 56(6), pp. 766-779.
- Edelstein, P., & Kilian, L. (2009). How Sensitive are Consumer Expenditures to Retail Energy Prices?
- Fry, R., & Pagan, A. (2011). Sign Restrictions in Structural Vector Autoregressions: A Critical Review. *Journal of Economic Literature*, 49(4), pp. 938-960.
- Hamilton, J. D. (1983). Oil and the macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economic*, 91, pp. 228-248.
- Hamilton, J. D. (1985). Historical causes of postwar oil shocks and recessions. *Energy Journal*, 6, pp. 97-116.
- Hamilton, J. D. (1996). This is what happened to the oil price-macroeconomic relationship. *Journal of Monetary Economics*, 38, pp. 215-220.
- Hamilton, J. D. (2003). What is an Oil Shock? *Journal of Econometrics*, 113(2), pp. 363-398.
- Hamilton, J. D. (2010). Nonlinearities and the Macroeconomic Effects of Oil Prices. *NBER Working Paper*, (w16186).

- Herrera, A. M., Lagalo, L. G., & Wanda, T. (2015). Asymmetries in the response of economic activity to oil price increases and decreases? *Journal of International Money and Finance*, 50, pp. 108-133.
- Hooker, M. A. (2000). Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications versus Changes in Regime. *Mimeo, Federal Reserve Board*.
- Jiménez-Rodríguez, R., & Sánchez, M. (2003). Oil Price Shocks and Real GDP Growth: Empirical Evidence for Some OECD Countries.
- Kilian, L., & Murphy, D. (2012). Why Agnostic Sign Restrictions Are Not Enough: Understanding the Dynamics of Oil Market VAR Models. *Journal of the European Economic Association*, 10(5), pp. 1166-1188.
- Kilian, L., & Vigfusson, R. J. (2009). Are the Responses of the U.S. Economy Asymmetric in Energy Price Increases and Decreases?
- Kilian, L., & Vigfusson, R. J. (2011). Nonlinearities in the Oil Price-Output Relationship. *Macroeconomic Dynamics*, 15, pp. 337-363.
- Kilian, L., Rebucci, A., & Spatafora, N. (2009). Oil Shocks and External Balances. *In Journal of International Economics*.
- Koop, G., & Korobilis, D. (2010). *Bayesian multivariate time series methods for empirical macroeconomics*. Now Publishers Inc.
- Malikov, E. (2015). Dynamic Responses to Oil Price Shocks: Conditional vs Unconditional (A)symmetry. *University Library of Munich, Germany*, (No. 68453).
- Mork, K. A. (1989). Oil and the macroeconomy when prices go up and down: An extension of Hamilton's results. *Journal of Political Economy*, 91, pp. 740-744.
- Mork, K. A. (1994). Business Cycles and the Oil Market. *Energy Journal*, 15, pp. 15-37.
- Mork, K. A., Olsen, O., & Mysen, H. T. (1994). Macroeconomic Responses to Oil Price Increases and Decreases in Seven OECD Countries. *The Energy Journal*, 15(4), pp. 19-35.
- Nusair, S. A. (2016). The effects of oil price shocks on the economies of the Gulf. *Energy Policy*, 91, pp. 256-267.
- Rubio-Ramírez, J., Waggoner, D., & Zha, T. (2010). Structural vector autoregressions: Theory of identification and algorithms for inference. *The Review of Economic Studies*, 77(2), pp. 665-696.

Apéndice.

Fuentes de Información:

Statistics Norway (SSB): Quartely National Accounts. Producto Interno Bruto, Gasto Final de Consumo de los Hogares, Formación Bruta de Capital Fijo, Importaciones Totales, Exportaciones Totales, Deflactor implícito del PIB. 1978:Q1 – 2016Q2. (<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selecttable/hovedtabellHjem.asp?KortNavnWeb=knr&CMSSubjectArea=nasjonalregnskap-og-konjunkturer&PLanguage=1&checked=true>).

Statistics Norway (SSB): Labour force Survey. Personas desempleadas por edad y sexo. 1972Q1 – 216Q2.

(<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveelections.asp>).

Federal Reserve Economic Data (FRED): Precio Global del petróleo WTI (dólares/barril). 1980Q1 – 2016Q3. (<https://fred.stlouisfed.org/series/POILWTIUSDQ>).

Federal Reserve Economic Data (FRED): Tipo de Cambio Noruega / EEUU. 1971M1 – 2016M10. (<https://fred.stlouisfed.org/series/EXNOUS>).

Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD). Tasa de interés de Largo Plazo. 1985M1 – 2016M9. (https://www.quandl.com/data/OECD/KEI_IRLTLT01_NOR_ST_M-Long-Term-Interest-Rate-Norway-Level-Ratio-Or-Index)

Figura 2. *Función impulso – respuesta.* Choque positivo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo

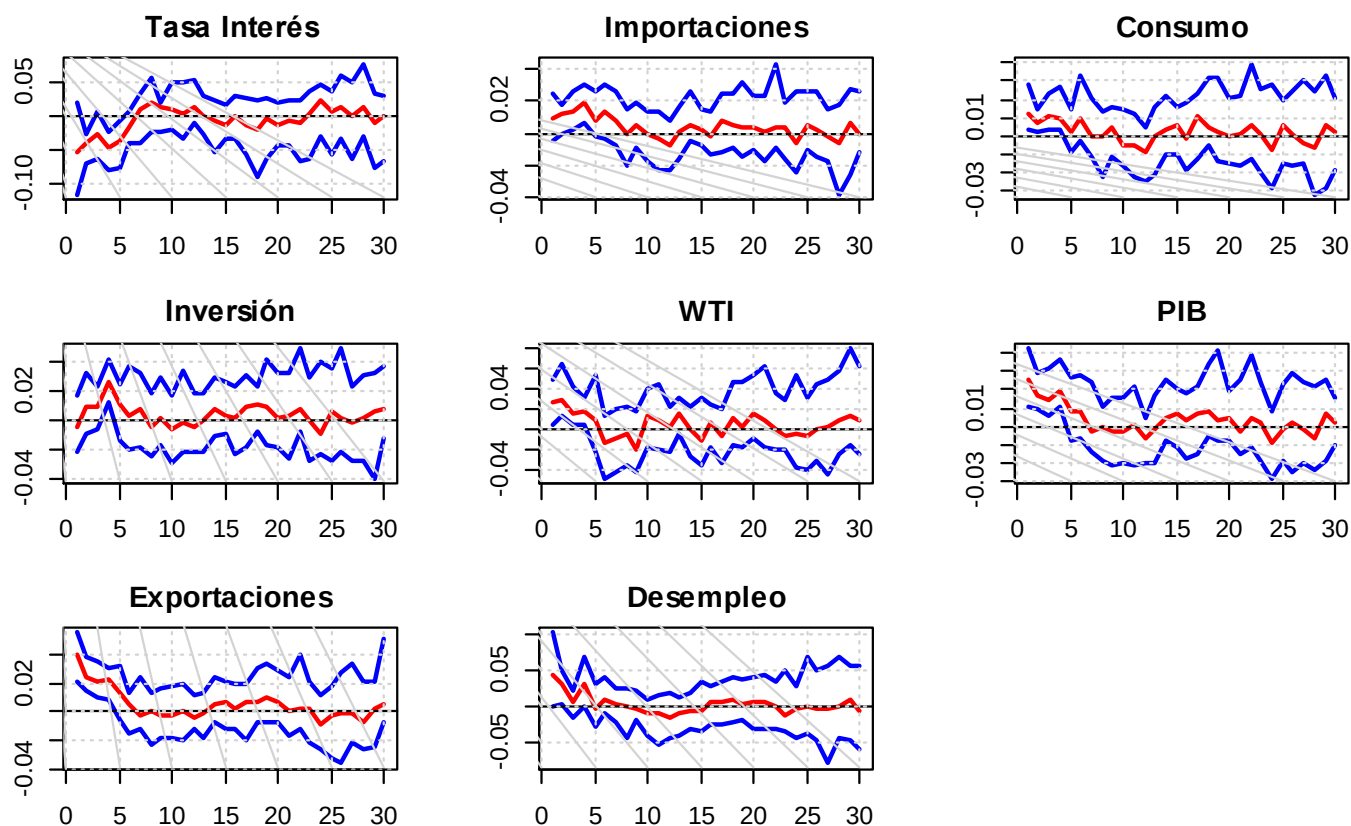


Figura 3. *Función impulso – respuesta.* Choque negativo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo.

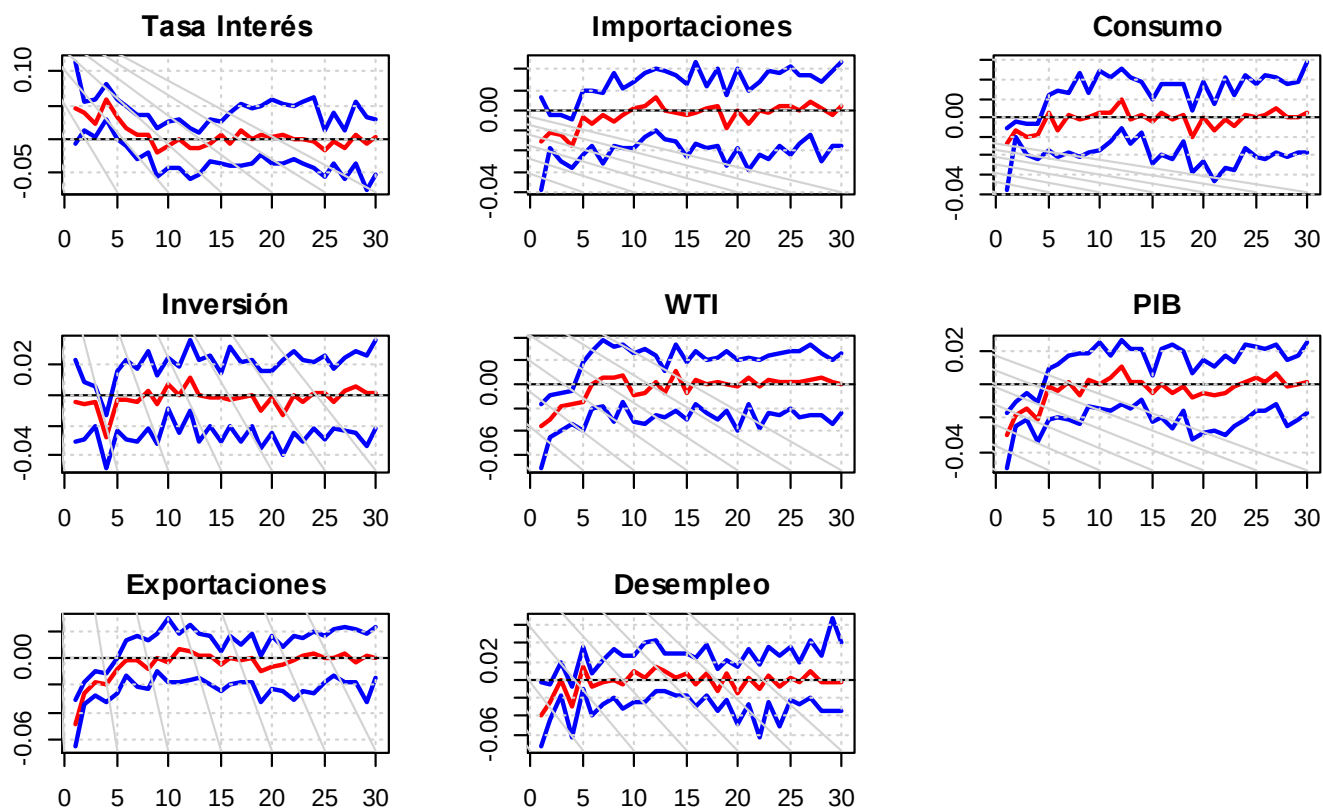


Figura 4. *Algoritmo de Fry – Pagan.* Choque positivo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo

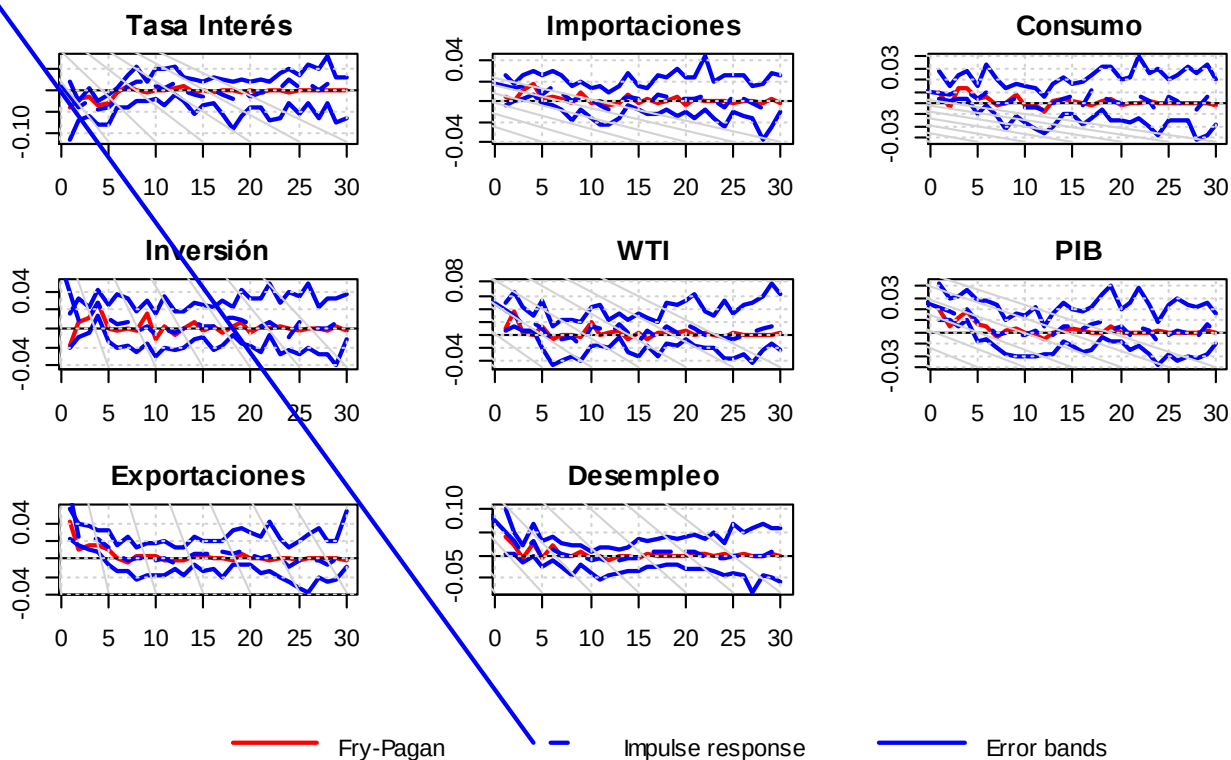


Figura 5. *Algoritmo de Fry-Pagan.* Choque positivo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo

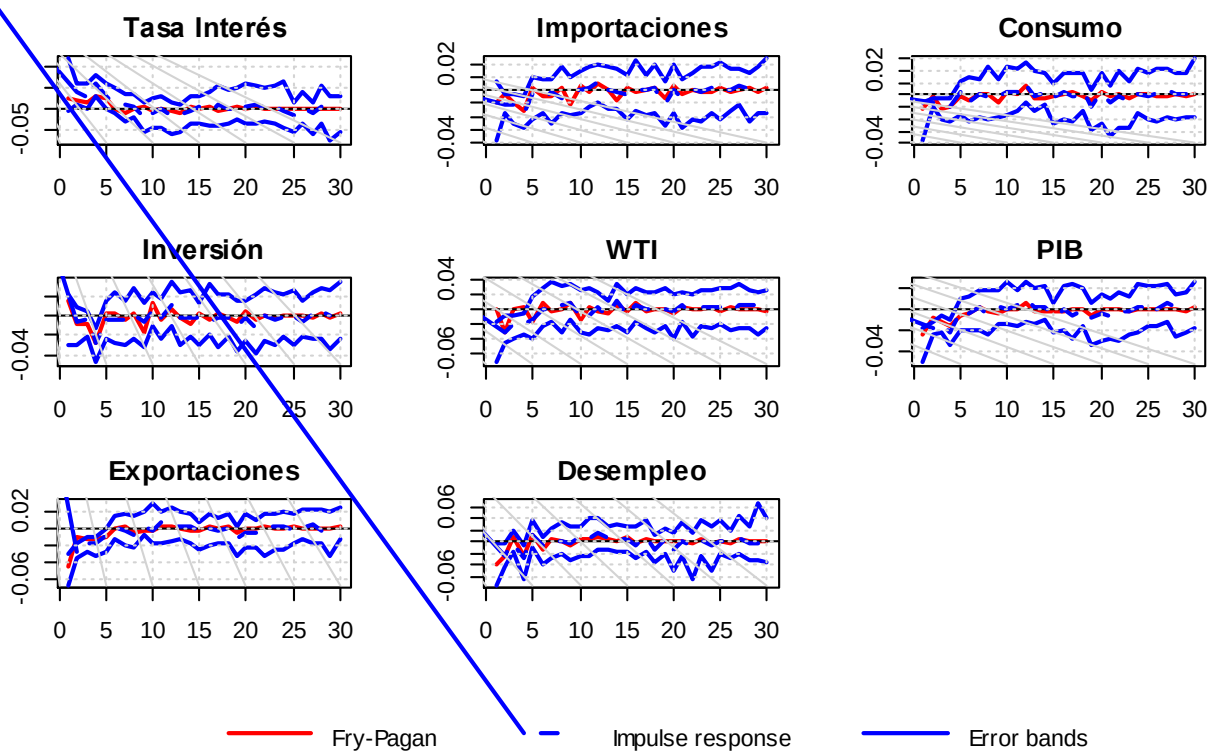


Tabla 1.

Descomposición de Varianza. Choque positivo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo.

	Tasa Interés	Inversión	Export	Import	WTI	Desempleo	Consumo	PIB
1	7.030	7.070	16.780	8.890	6.610	15.230	9.210	13.910
2	7.570	8.020	16.300	9.400	8.360	13.880	9.300	13.410
3	7.830	8.440	15.420	11.440	9.080	13.270	10.100	13.130
4	10.260	10.040	14.560	11.750	9.410	14.070	10.790	12.660

Tabla 2.

Descomposición de Varianza. Choque negativo de la tasa de crecimiento del precio real del petróleo.

	Tasa Interés	Inversión	Export	Import	WTI	Desempleo	Consumo	PIB
1	7.190	8.020	21.480	10.030	7.900	9.880	10.300	13.860
2	8.390	8.030	20.650	9.680	9.270	10.970	10.570	14.310
3	9.900	8.840	19	10.680	9.050	11.290	11.050	13.300
4	11.250	10.950	18.090	11.530	9.400	11.650	11.130	13.830