

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**PRINCIPALES DETERMINANTES DE LA INVERSIÓN EXPLORATORIA EN EL  
SECTOR HIDROCARBUROS PERUANO. UN ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN  
ECONOMÍA**

**AUTOR**

HUMBERTO CROSSI VILLAFANI LUYO

**ASESOR**

ARTURO LEONARDO VÁSQUEZ CORDANO, Ph.D.

**Diciembre, 2018**

# **Principales determinantes de la inversión exploratoria en el sector hidrocarburos peruano. Un análisis de series de tiempo<sup>1</sup>**

## **Resumen ejecutivo**

El presente estudio evalúa y cuantifica la importancia que tienen los efectos de los choques en los precios del petróleo, los conflictos sociales y la producción de petróleo, sobre las inversiones de exploración en hidrocarburos (IEH) de la economía peruana. Este objetivo es alcanzado estimando un modelo vector corrección de errores (VECM), donde se muestran los efectos de impulso - respuesta de las variables planteadas sobre las inversiones en exploración petrolera. Además, para una mejor interpretación de las inversiones, se realiza un análisis de descomposición de varianza y su descomposición histórica. Los principales resultados de este documento nos indican que un incremento en los precios del petróleo tiene un efecto positivo sobre las inversiones de exploración, a diferencia de los choques producidos en los conflictos sociales y la producción de petróleo, los cuales generan un impacto negativo. En la descomposición histórica de las inversiones se observó que su comportamiento obedeció en gran medida a los choques de los precios del petróleo, conflictos sociales y sus propios choques en comparación de los choques producidos por la producción de petróleo. Asimismo, la descomposición de varianza nos muestra que en un corto plazo el comportamiento de las inversiones es explicado por sus propias innovaciones, mientras que en un largo plazo son explicados con mayor relevancia por los precios del petróleo y los conflictos sociales.

---

<sup>1</sup> El autor de la presente tesis agradece el apoyo motivacional de sus padres Eduardo y Soledad. Asimismo, agradece las orientaciones y consejos para la elaboración del presente estudio a los profesores Arturo Vásquez Cordano y Gabriel Rodríguez, grandes investigadores, los cuales incentivan su interés por los estudios económicos. Por último, dedica el presente documento a todos los trabajadores del sector hidrocarburos, especialmente a los que trabajan en el área de perforación, área donde ha desarrollado su experiencia profesional como ingeniero de petróleo y gas natural.

## TABLA DE CONTENIDO

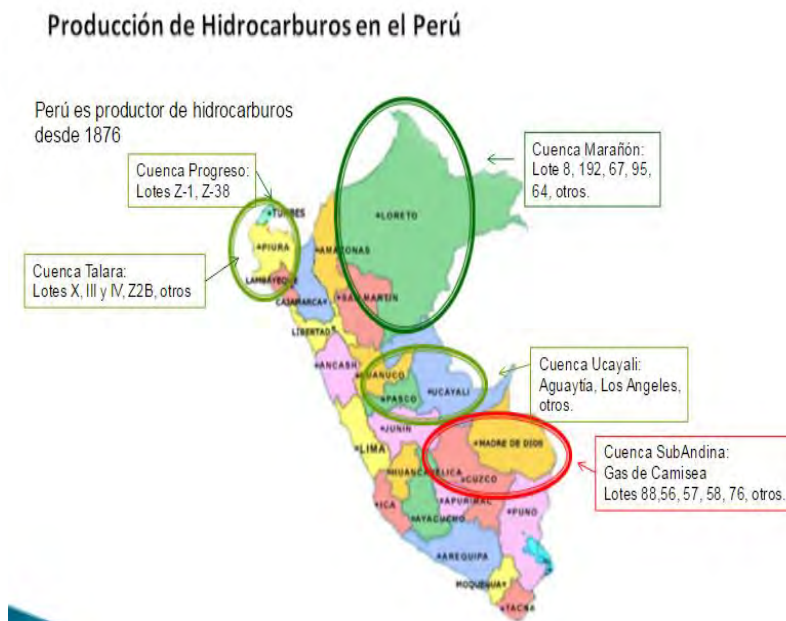
1. Antecedentes .....	4
2. Problema de investigación .....	8
2.1. Objetivos generales .....	8
2.2. Justificación .....	8
3. Literatura teórica y empírica .....	9
4. Hipótesis.....	12
5. Los datos .....	12
6. Metodología .....	15
7. Resultados .....	20
7.1 Pruebas de raíz unitaria: .....	20
7.2 Resultados de la prueba de Cointegración de Johansen .....	21
7.3 Resultados de la prueba de Cointegración de Phillips y Ouliaris.....	22
7.3 Estimación del modelo de corrección de errores (VECM): .....	23
7.4 Análisis dinámico de las variables .....	29
7.5 Descomposición de Varianza .....	31
7.6 Descomposición Histórica.....	33
8. Conclusiones, recomendaciones de política, limitaciones y posibles extensiones .....	34
8.1 Conclusiones.....	34
8.2 Recomendaciones de política .....	36
8.3 Limitaciones .....	38
8.4 Posibles extensiones .....	39
9. Referencias.....	40
10. Anexos.....	43

## 1. Antecedentes

Durante los años de 1970 el Perú experimentó un boom petrolero por el descubrimiento de las reservas de hidrocarburos en la selva norte. El país era considerado una región exportadora de petróleo con una producción de 200 mil barriles de crudo por día (200 Mbpd). Desde 1980 en adelante, se registró una disminución en la producción de petróleo y sobre todo en las inversiones, donde actualmente se tiene que de las 18 cuencas petroleras sólo 5 han sido exploradas (SPH, 2013). La Figura 1.1 muestra el mapa del Perú con las cuencas productoras de hidrocarburos del Perú.

El descubrimiento de la reserva de Camisea en la región del Cuzco hizo que el gas tenga una revolución energética en el Perú, desplazando en su consumo al petróleo y otras energías primarias debido a sus buenas perspectivas de desarrollo. El proyecto Camisea se puso en marcha y se realizó gracias a un marco promotor en su consumo impulsado por el Estado, el cual llevó a cabo un cambio en la matriz energética primaria del país (Tamayo, Salvador, Vásquez y De la Cruz, 2015).

*Figura 1.1<sup>2</sup>*

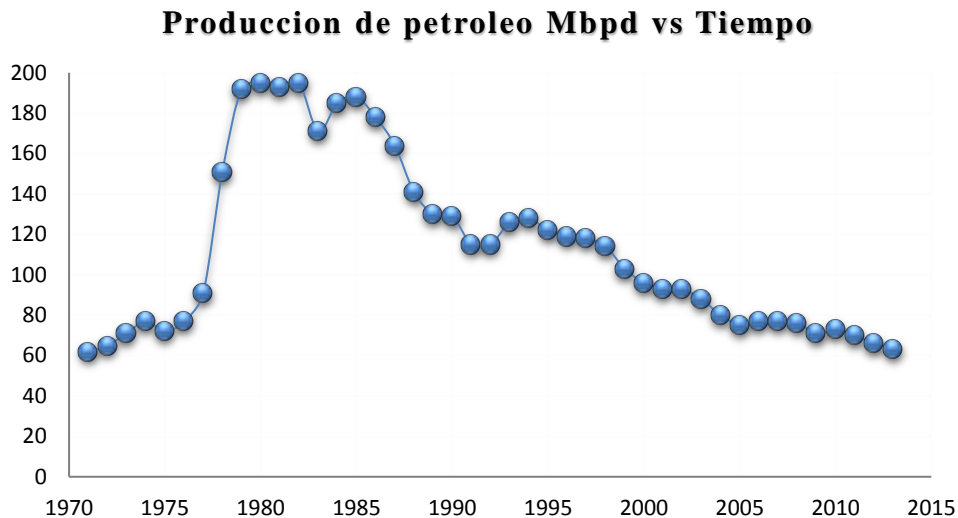


*Fuente: Los hidrocarburos en el Perú (Simpson, 2016)*

<sup>2</sup> La Figura 1.1 muestra las 5 cuencas petroleras que se han explotado hasta la fecha de las 18 cuencas existentes en el Perú. SPH: (Sociedad Peruana de Hidrocarburos). Mbpd: (Miles de barriles de petróleo por día)

La Figura 1.2 muestra la producción petrolera desde 1971 hasta el 2013. En esta figura se observa cómo la producción de petróleo ha venido declinando desde el pico alcanzado en 1979, todo ello asociado a la falta de incentivo en las inversiones de exploración.

*Figura 1.2*



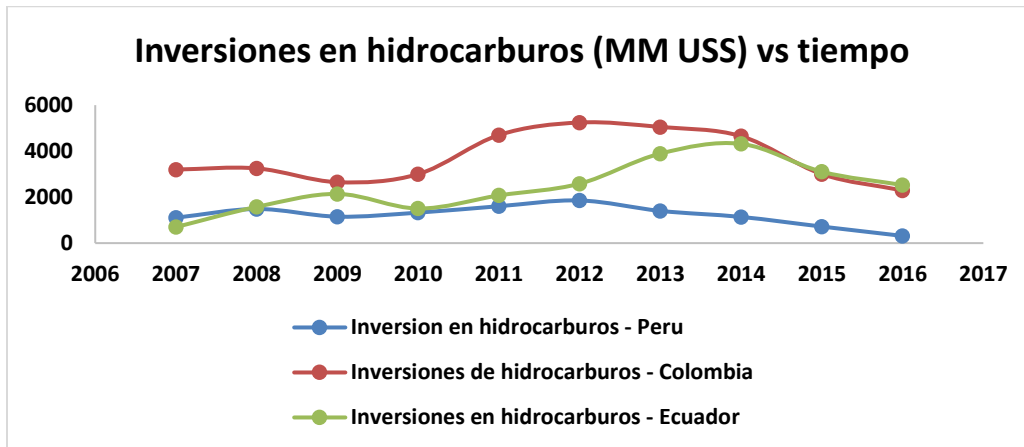
*Fuente: Petroperú: Dirección general de hidrocarburos, 2013. Elaboración propia*

Según la SPH (2016), entre los factores más importantes del por qué no se han desarrollado las inversiones exploratorias en el Perú, se tienen a las altas regalías cobradas por el Estado peruano en comparación de los países vecinos, las demoras en los permisos ambientales y los conflictos sociales asociados al sector petrolero. Estos factores hacen que disminuya la competitividad del Perú por atraer inversiones en exploración frente a otros países vecinos como Ecuador y Colombia.

El Instituto Fraser investiga la competitividad de diversos países en las inversiones de hidrocarburos realizando encuestas a los ejecutivos de las empresas petroleras sobre las barreras de inversión en diferentes países. Estas barreras son medidas mediante el índice de percepción política, la cual está en función del nivel de regalías, las políticas ambientales, los datos geológicos, el marco regulatorio y la estabilidad política del país. El Instituto Fraser clasifica al Perú con índices por debajo de países como Ecuador y Colombia (Fraser Institute Global Petroleum Survey, 2017).

Como podemos observar en la Figura 1.3, los niveles de las inversiones de exploración en el Perú están por debajo de países vecinos como Colombia y Ecuador, corroborando los estudios realizados por el Instituto Fraser y la Sociedad Peruana de Hidrocarburos.

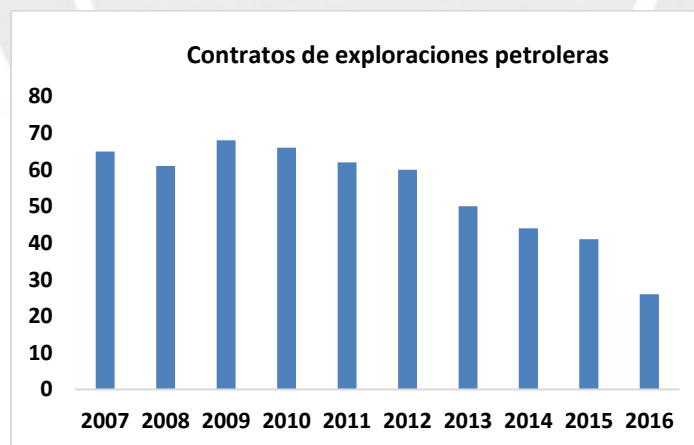
**Figura 1.3 Inversiones de hidrocarburos en países sudamericanos**



Fuente: Estadística Perupetro, Ecopetrol cifras financieras, cifras institucionales Petroecuador, 2016. Elaboración propia

La Figura 1.4 muestra cómo los contratos de exploración han venido disminuyendo durante los últimos años.<sup>3</sup>

**Figura 1.4**



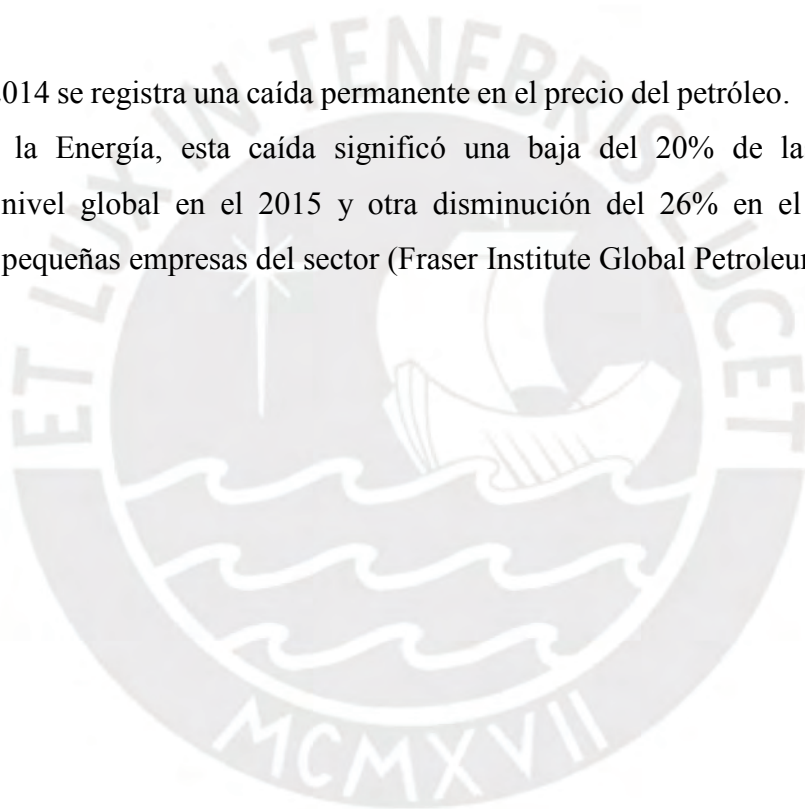
Fuente: Petroperú, 2016. Elaboración propia

<sup>3</sup> En el informe anual de Perupetro (2016) se indica que no se ha podido firmar ningún contrato de exploración en dicho periodo y se registró el abandono de 16 lotes petroleros que representa el mayor número de abandono en la historia del sector hidrocarburo.

Otra característica del sector hidrocarburo peruano que no favorece a las inversiones es la falta de información sobre el potencial geológico, la cual está asociada a mayores riesgos sobre la localización de yacimientos. Este punto y la rentabilidad de la explotación de las reservas son muy importantes en las consideraciones para el incremento de las inversiones (Vásquez, 2005).<sup>4</sup>

Las dificultades de las operaciones en los lotes petroleros de la costa y selva, los costos en logística<sup>5</sup>, los conflictos sociales registrados en las diversas ciudades petroleras<sup>6</sup> y la coyuntura política del país reflejan un clima no muy favorable para las inversiones de exploración y nos indican que la industria petrolera en el Perú se encuentra en un estado crítico.

A finales del 2014 se registra una caída permanente en el precio del petróleo. Según la Agencia Internacional de la Energía, esta caída significó una baja del 20% de las inversiones en hidrocarburos a nivel global en el 2015 y otra disminución del 26% en el 2016, afectando principalmente a pequeñas empresas del sector (Fraser Institute Global Petroleum Survey, 2017).



---

<sup>4</sup> Según los datos estadísticos de Perupetro, las reservas probadas ascendían a 742 millones de barriles en el 2013 y disminuyeron a 435 millones para fines del 2016, este diferencial se debió al agotamiento de las reservas por la producción generada en esos años y a los recursos de hidrocarburos que ya no clasificaban como reservas probadas al no ser comerciables.

<sup>5</sup> Según las estimaciones de las petroleras, la logística en selva representa más de la mitad de la inversión que se necesita para los trabajos de exploración en selva, debido a que incurren en gastos como transportes de equipos y personal por helicópteros.

<sup>6</sup> Perupetro indicó que la principal causa de abandonos registrados de lotes petroleros es debido a los conflictos sociales.

## **2. Problema de investigación**

Debido a la caída del precio del petróleo, muchas operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos en diversas regiones petroleras del Perú quedaron paralizadas, registrándose un aumento en el desempleo, una disminución en los ingresos regionales (canon y sobrecanon) y sobre todo una disminución en las inversiones; es decir, el impacto ha sido negativo en los indicadores macroeconómicos de las regiones petroleras del Perú (Herrera, 2016).<sup>7</sup>

### **2.1. Objetivos generales**

El objetivo general de este documento es identificar y cuantificar los impactos a largo plazo que tienen el precio de petróleo, los conflictos sociales y la producción petrolera sobre las inversiones en exploración de hidrocarburos de la economía peruana.

### **2.2. Justificación**

La investigación justifica por qué resulta necesario cuantificar los efectos del precio del petróleo, los conflictos sociales y la producción petrolera sobre el nivel de las inversiones a largo plazo. Esta identificación ayudará a verificar cuales de estas variables cuentan con un alto impacto para plantear recomendaciones de políticas para la promoción de las inversiones en exploración petrolera. Esta posible promoción puede traer muchos beneficios para las regiones, puesto que se pondría en marcha las operaciones en el sector petrolero, se recuperarían los empleos y se aumentarían los ingresos en las regiones petroleras obtenidos por el canon y sobrecanon.

---

<sup>7</sup> Marcelo Ruiz Vela (2016), director general del trabajo de la región Loreto, acoto que, con la caída de los precios del petróleo, se registraron más de 4000 despidos originados por esta recesión. El MEF en abril del 2016, registro los valores más bajos de canon y sobrecanon petrolero para la región Loreto, llegando a 321338 soles, los ingresos más bajos en toda la historia de la región.

### 3. Literatura teórica y empírica

Para tener un mejor entendimiento sobre la problemática de la inversión petrolera, en esta sección se analizan las particularidades de las variables estudiadas (precio del petróleo, conflictos sociales y producción de petróleo) y sus efectos sobre las inversiones, desde el punto de vista de la teoría económica, para luego dar paso a la literatura empírica realizada hasta la fecha.

Según la teoría económica, la inversión produce un efecto multiplicador en la producción a medida que los receptores de ingreso en las industrias obtienen altos ingresos producto de las decisiones de inversión, poniendo en marcha una cadena de consumo adicional, este consumo viene asociado al concepto de los espíritus animales, término que describe como las emociones influyen en el comportamiento y la confianza de los agentes (George y Shiller, 2009).

Dixit y Pindyck (1994), Trigeorgis (1996) y otros autores formulan la teoría moderna de la inversión, donde desarrollan la teoría de las opciones reales, la cual es utilizada para evaluar proyectos de inversión en condiciones de incertidumbre y riesgo. Este enfoque se basa en que las inversiones cambian frente a la incertidumbre principalmente por dos motivos: el primero abarca los costos hundidos, por ejemplo, los activos de una campaña de exploración como los químicos utilizados en los fluidos, tuberías, revestidores, maquinarias, etc. serán de muy poca utilidad para otras empresas, debido a que su valor es específico para el proyecto en los que se utilizaron. El segundo motivo implica que las inversiones se pueden entender como activos con opciones tipo *call*<sup>8</sup>. Aquí los empresarios pueden invertir, pero no en el momento, con esta opción acumulan información para su posterior análisis de inversión.

Las opciones reales son usadas por diversas empresas petroleras, debido a que muchos determinantes de las IEH como, por ejemplo, el precio del petróleo, los conflictos sociales, el ambiente político u otros, pueden ser entendidos como fuentes de incertidumbre para los inversionistas.

---

<sup>8</sup> Las opciones *call*, son contratos que brindan al comprador el derecho, pero no la obligación de comprar o vender activos a un precio y fecha determinada.

La teoría económica ha estudiado los conflictos sociales y la inversión. Hirshleifer (1994, 1995) plantea un modelo en el cual nos dice que la riqueza se puede obtener mediante la producción y la expropiación de recursos o conflictos. Grossman y Kim (1995, 1997) desarrollan el concepto de daños colaterales el cual mide la destructividad de la expropiación. Su estudio concluye que el agente que expropia los recursos gana menos de lo que el otro agente pierde, debido a los costos asociados a los conflictos como, por ejemplo, una reducción de las inversiones.

Corden y Neary (1982) plantearon un modelo macroeconómico basado en una economía dependiente del sector extractivo en competencia con otros sectores. Una disminución en los precios del *commodity* (tomado como choque exógeno) podría generar una disminución en la inversión, en el empleo, en los ingresos y el bienestar social de la comunidad si la economía se vuelve muy dependiente de dicho recurso. Los autores sugieren que se deberían aprovechar los ingresos de las rentas en las épocas de auge y fortalecer los otros sectores económicos.<sup>9</sup>

En el enfoque de la economía política, Monaldi (2010) enfatiza que la dotación de recursos de cada país, el nivel de dependencia de las rentas petroleras por parte del fisco y el ciclo de precios del petróleo, en combinación con otros factores como la característica del marco institucional, cambios tecnológicos y características propias del sector que lo diferencian de las otras industrias, determinarán los niveles de inversión.

En la literatura teórica no existe un marco conceptual que relacione directamente la inversión en hidrocarburos con nuestros determinantes planteados, pero sí se ha desarrollado conceptos teóricos que relacionan indirectamente la influencia de nuestros determinantes hacia las inversiones.

---

<sup>9</sup> El modelo macroeconómico planteado por Corden y Neary (1982) explico la crisis llamada “La enfermedad holandesa”. Este fenómeno fue identificado en Holanda en los años de 1960 donde el ingreso de divisas obtuvo un incremento a consecuencia de los descubrimientos de yacimientos petroleros; esto conllevó a una apreciación de la moneda holandesa, perjudicando las exportaciones no petroleras del país.

Entre la literatura empírica desarrollada se tiene un estudio escrito por Habib and Heo (2013). Ellos estudian los principales impulsores de las inversiones en exploración de los países miembros de la OPEP, donde confirman que el precio del petróleo, la producción y la tasa de reposición de reservas ejercen una influencia significativa sobre las IEH.<sup>10</sup>

Otro importante aporte vinculado a este tema de investigación fue desarrollado por Zahidi Sara (2009), el cual realiza una comparación de los sistemas fiscales de exploración petrolera (regalías, ganancias corporativas y participación de gobierno) entre países con parecidos potenciales de reservas probadas de hidrocarburos y analiza cómo influyen todas estas variables en las inversiones de exploración petrolera en el país.<sup>11</sup>

Huaroto y Vázquez (2015) realizan un estudio relacionado a la aparición de los conflictos sociales, donde concluyen que la aparición de éstos generan una fuente de incertidumbre que impacta negativamente en los precios de las acciones de grandes empresas mineras que cotizan en la bolsa de Lima, a través del cambio en el comportamiento de los inversionistas que se reflejarían en cambios de la rentabilidad de las acciones, en su variabilidad de precios o en la cantidad de transacciones de las acciones de las empresas afectadas.

Costescu y Spisto (2017) realizaron un estudio de evaluación de inversión en 3 yacimientos de hidrocarburos no convencionales ubicados en Europa. Las autoras combinan el marco tradicional de la inversión con el cálculo del valor presente neto, la tasa interna de retorno y el punto de equilibrio como marco general. Las autoras plantean que la inversión debe ser definida en función del precio del gas, la producción, la productividad de los pozos de hidrocarburos y los entornos sociales que son fuentes de incertidumbre, a partir de sus hallazgos sobre simulaciones de Montecarlo y análisis de sensibilidad.

---

<sup>10</sup> Habib and Heo proponen que las políticas de la OPEP deben enfocarse en mantener una estabilidad en los precios del petróleo en un nivel que coincida con los costos de desarrollo y exploración para garantizar una demanda sin incertidumbres y en equilibrio.

<sup>11</sup> Entre los principales objetivos de la investigación de Zahidi Sara (2009) estaba construir un ranking global de la competitividad de los sistemas fiscales que puedan ofrecer distintos países productores de hidrocarburos con parecidos potenciales geológicos.

#### 4. Hipótesis

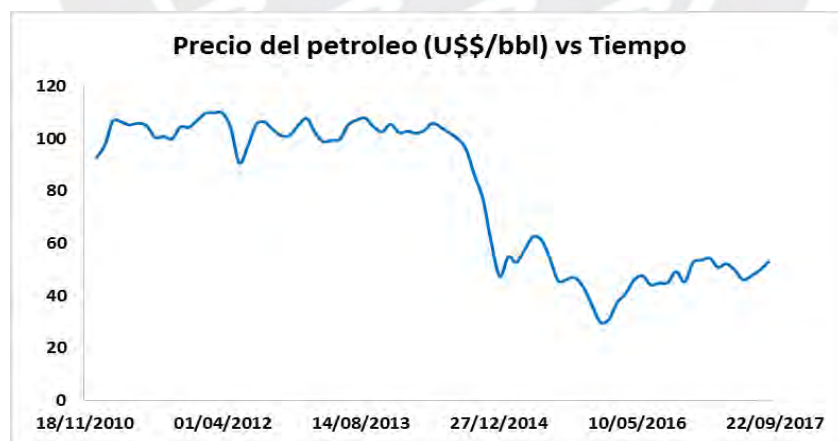
El precio del petróleo, los conflictos sociales y la producción de petróleo influyen en el largo plazo en los niveles de inversión exploratoria de hidrocarburos registrados en el Perú.

#### 5. Los datos

Esta investigación requiere la utilización de series de tiempo para evaluar las relaciones de largo plazo que existen entre nuestras variables planteadas. Las fuentes de información de este estudio han sido tomadas de la base de datos de Perupetro y la Defensoría del Pueblo con periodos mensuales comprendidos entre las fechas de enero del 2011 y septiembre 2017. A continuación, especificamos los tipos de variables utilizadas en el presente estudio:

- Precio del petróleo (P): P representa el precio por barril de petróleo diario promediado mensualmente, sus unidades estarán dadas en dólares por barril (U\$/bbl) y sus valores serán obtenidos de la página web Index Mundi, en la sección de los índices de precios de petróleo crudo mensual. La Figura 5.1 muestra el comportamiento de los precios del petróleo durante el periodo de análisis.

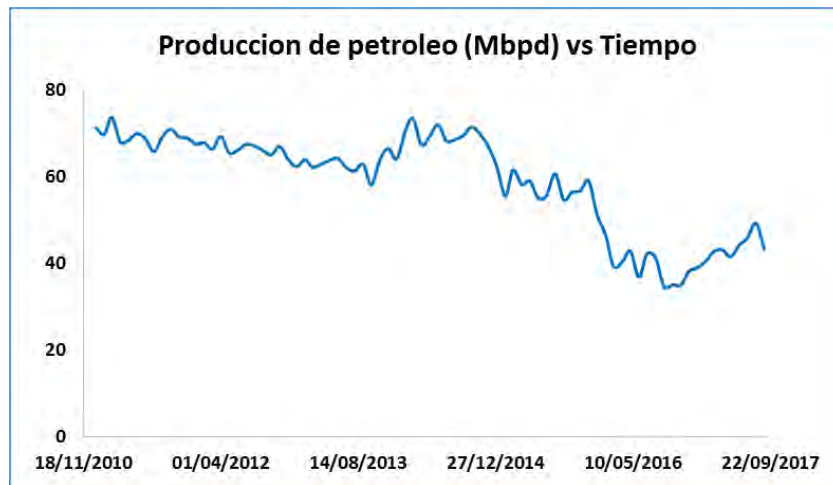
*Figura 5.1. Serie de los precios del petróleo*



*Fuente: Index Mundi, 2017. Elaboración propia*

- Producción de petróleo del Perú (G): G representa la producción diaria de barriles de petróleo promediada mensualmente en el Perú, los datos son obtenidos de la página web de Perupetro en la sección estadísticas, donde se tiene acceso a los reportes de producción mensual de hidrocarburos. Las unidades están dadas en miles de barriles de petróleo por día (Mbpd). La Figura 5.2 muestra el comportamiento de la producción de petróleo en el Perú durante el periodo de análisis.

**Figura 5.2. Producción promedio mensual de petróleo**



*Fuente: Perupetro. Elaboración propia*

- Conflictos sociales (CS): CS representa el número de conflictos sociales que se encuentran activos, ocasionados en los respectivos departamentos petroleros del Perú (Piura, Tumbes y Loreto). Estos conflictos son causados por distintos sectores económicos, pero afectan las zonas geográficas petroleras. Los datos son obtenidos de la página web de la Defensoría del Pueblo en los reportes de conflictos sociales, los cuales son actualizados mensualmente. La Figura 5.3 muestra el número de conflictos sociales activos desarrollados en las regiones petroleras peruanas durante el periodo de análisis.

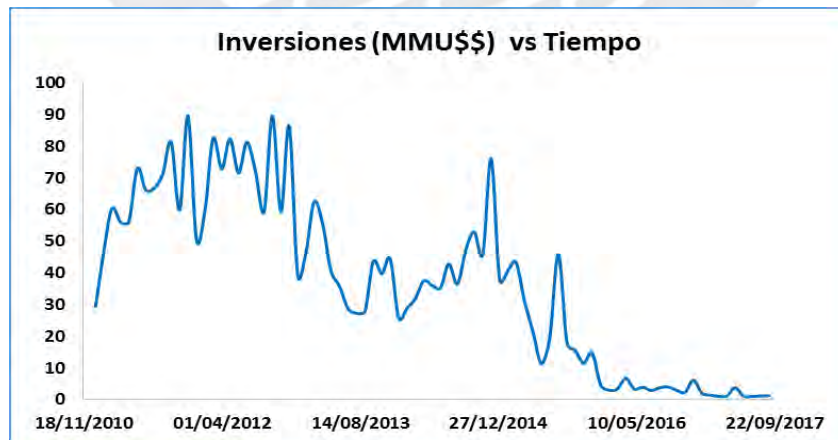
**Figura 5.3. Numero de conflictos sociales activos**



Fuente: Defensoría del pueblo. Elaboración propia

- Inversiones en exploración de hidrocarburos (IEH): IEH representa el nivel de inversión en las actividades exploratorias de hidrocarburos registrados en el Perú. Los datos son obtenidos de la página web de Perupetro en los reportes mensuales de estadísticas de hidrocarburos. Sus unidades son representadas en millones de dólares (MMU\$). La Figura 5.4 muestra el comportamiento de las inversiones registrado en el sector hidrocarburo peruano durante el periodo de análisis.

**Figura 5.4. Inversiones en exploración de hidrocarburos**



Fuente: Perupetro. Elaboración propia

## 6. Metodología

Basándonos en la teoría económica de la inversión (Tobin, 1969), se sabe que esta toma en cuenta la ecuación dinámica del capital. Por ello en este estudio se plantea el uso de un modelo dinámico de series de tiempo<sup>12</sup> con el fin de explicar el comportamiento de las inversiones de exploración en hidrocarburos. En esta investigación utilizaremos el modelo de vector corrección de errores (VECM) propuesto por Engle y Granger (1987), el cual ayudará a explicar las interacciones de largo plazo existentes entre las inversiones de exploración, el precio del petróleo, el número de los conflictos sociales y la producción de petróleo<sup>13</sup>.

Primero, se realiza las pruebas de raíces unitarias en niveles para todas las variables bajo estudio usando las pruebas de ADF(GLS) y PT(GLS) de Elliott, Rothenberg y Stock (1996), con el fin de verificar si nuestras series tienen un comportamiento no estacionario. Si se encuentra la existencia de series no estacionarias en niveles se procede a tomar diferencias en los órdenes respectivos, para verificar que al realizar nuestras respectivas pruebas de raíces unitarias las series se hacen estacionarias. Solo si se detectan series no estacionarias y con el mismo orden de integración, se procede a realizar el siguiente paso, que es realizar la prueba de cointegración de las series de tiempo.

Si se observan variables que no son estacionarias y tienen el mismo orden de integración, estas variables podrían cointegrar si es que existe una combinación lineal entre ellas que fuese estacionaria. Esto significa que las variables se moverán en torno a una relación estacionaria de equilibrio a largo plazo.

En el presente estudio, se agrupan las variables de interés en el vector  $Y_t$ .

$$Y_t = (IEH_t; P_t; CS_t; G_t) \text{ ----- (1)}$$

---

<sup>12</sup> Si se estima una regresión con variables que no son estacionarias y que no cointegran, se pueden obtener relaciones espurias (Granger y Newbold, 1974). Si las series no son estacionarias, pero tienen un vector de cointegración que hace que su relación de largo plazo sea estacionaria, entonces los resultados serían confiables.

<sup>13</sup> En esta sección se siguen los pasos metodológicos sugeridos por Vásquez (2004) para aplicar el método de cointegración, la estimación del modelo VECM, el análisis impulso-respuesta y la descomposición de la varianza.

La ecuación de cointegración que representará el equilibrio de largo plazo será la siguiente:

$$\beta' xY_t = (\beta_1 xIEH_t + \beta_2 xP_t + \beta_3 xCS_t + \beta_4 xG_t) = 0 \quad , \text{-----} (2)$$

donde:  $\beta' = (\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$ , es el vector de cointegración.

Según Lütkepohl (2005), la ecuación (2) puede ser que no se cumpla en un determinado periodo de tiempo, pero lo que si siempre se obtendrá es que:

$$\beta' xY_t = e_t, \text{-----} (3)$$

donde  $e_t$  es una variable estacionaria y representa las desviaciones de equilibrio en el largo plazo.

De esta manera, es necesario realizar una prueba de cointegración para determinar la existencia de nuestro vector  $\beta'$  y verificar si nuestras variables se encuentran cointegradas. Se debe saber que puede existir más de un vector de cointegración. En ese caso se dice que el número de combinaciones lineales de las variables del vector  $Y_t$  con las que se obtienen relaciones estacionarias será el rango de cointegración de nuestro vector de variables  $Y_t$ .

Para estimar las relaciones estables en el largo plazo de nuestras series y comprobar su posible cointegración, se realiza la prueba de Johansen (1988); esta prueba demuestra que la cointegración puede ser modelada dentro de un enfoque VAR modificado.

Para un mejor entendimiento, se considera un VAR de orden p:

$$Y_t = A_1 xY_{t-1} + \dots \dots A_p xY_{t-p} + \varepsilon_t, \text{-----} (4)$$

donde  $Y_t$  y  $\varepsilon_t$  son los vectores de nuestras variables e innovaciones respectivamente la ecuación (4) se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\Delta Y_t = \Pi xY_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i x\Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t,$$

donde:  $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I_k$  y  $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$ .

La prueba de Johansen estima la matriz  $\Pi$  y su rango a partir de un VAR sin restricciones, determinando el número de vectores de cointegración existente en nuestro sistema.

La normalización de la ecuación objetivo de cointegración, que denota la relación de largo plazo entre las variables que son de interés para este estudio, es la siguiente:

$$IEH_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 CS_t + \beta_3 G_t + e_t, \dots\dots (5)$$

donde  $P_t, CS_t, G_t$  y  $e_t$  son los precios del petróleo, los conflictos sociales, la producción de petróleo y el término de error<sup>14</sup>. Como ya se había indicado anteriormente para poder estimar la presencia de cointegración en el sistema entre las variables planteadas, se utiliza el método de máxima verosimilitud propuesto por Johansen (1988). Si las variables analizadas en este estudio presentan raíces unitarias, son integradas de orden I(1) y están cointegradas, se obtendrá el comportamiento dinámico de las series a través de un modelo VECM.

Se estima el modelo VECM con un procedimiento de 2 etapas. Primero, por máxima verosimilitud se estima los vectores de cointegración con el procedimiento de Johansen (1988); luego, con el vector estimado se construye el término de ajuste:

$$\hat{e}_t = IEH_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 P_t - \hat{\beta}_2 CS_t - \hat{\beta}_3 G_t, \dots\dots\dots (6)$$

donde los coeficientes  $\beta$  conforman el vector de cointegración.

Por último, se estima el modelo VECM ampliado, utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios.

$$\begin{aligned} \Delta IEH_t &= c_{10} + \alpha_1 * \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{1i} * \Delta IEH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \gamma_{1i} * \Delta P_{t-i} + \sum_{i=0}^n \tau_{1i} * \Delta CS_{t-i} + \sum_{i=0}^n \vartheta_{1i} * \Delta G_{t-i} + u_{1t} \\ \Delta P_t &= c_{20} + \alpha_2 * \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{2i} * \Delta IEH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \gamma_{2i} * \Delta P_{t-i} + \sum_{i=0}^n \tau_{2i} * \Delta CS_{t-i} + \sum_{i=0}^n \vartheta_{2i} * \Delta G_{t-i} + u_{2t} \\ \Delta CS_t &= c_{30} + \alpha_3 * \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{3i} * \Delta IEH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \gamma_{3i} * \Delta P_{t-i} + \sum_{i=0}^n \tau_{3i} * \Delta CS_{t-i} + \sum_{i=0}^n \vartheta_{3i} * \Delta G_{t-i} + u_{3t} \\ \Delta G_t &= c_{40} + \alpha_4 * \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^n \theta_{4i} * \Delta IEH_{t-i} + \sum_{i=0}^n \gamma_{4i} * \Delta P_{t-i} + \sum_{i=0}^n \tau_{4i} * \Delta CS_{t-i} + \sum_{i=0}^n \vartheta_{4i} * \Delta G_{t-i} + u_{4t} \end{aligned}$$

<sup>14</sup> Las variables consideradas en este estudio están en niveles y no han sido tomadas en logaritmos. Debido a ello, los coeficientes de nuestro vector de cointegración no pueden ser interpretadas como elasticidades.

donde podemos definir:

$IEH_t =$  Inversiones privadas en exploraciones de hidrocarburos en el Perú ,

$P_t =$  Precio del petróleo ,

$CS_t =$  Número de conflictos sociales en las regiones petroleras peruanas,

$G_t =$  Producción promedio mensual de petróleo en el Perú ,

$\mu_{it} =$  choques en el sistema ,

$\hat{\epsilon}_t =$  Terminio de correccion de error,

$\alpha_i =$  coeficientes de ajuste,

La variable  $\hat{\epsilon}_{t-1}$  es el término que corrige las desviaciones del equilibrio ante innovaciones en el sistema. El mecanismo de corrección de errores modela cómo los desequilibrios causados por los shocks en el sistema hacen que las variables regresen al equilibrio para llegar a una relación estable a largo plazo. El teorema de Engle y Granger (1987) nos dice que los parámetros de ajuste  $(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$  no deban ser nulos y al menos uno de ellos debe ser negativo y significativo para garantizar la convergencia al equilibrio.

Posteriormente, para analizar la dinámica del modelo, se calculan las funciones de impulso - respuesta, donde se analizan cómo las innovaciones de las variables impactan en las IEH. En este estudio se utiliza el método de la descomposición de Cholesky donde las variables serán ordenadas de acuerdo con el grado de exogeneidad (Sims, 1980).

El precio del petróleo es considerado como la variable más exógena debido a su determinación en el mercado internacional; por su parte, los conflictos sociales es nuestra segunda variable de mayor exogeneidad por lo que está sujeta a incertidumbres locales, mientras que la producción y las inversiones son las variables menos exógenas por ser variables de decisión que enfrenta una empresa a la hora de maximizar sus utilidades (García y Taboada, 2012). Para el presente estudio se tomará a las IEH como la más endógena debido al análisis requerido. El nivel de exogeneidad se presenta en la Tabla 6.1.

**Tabla 6.1**

<b>Nivel de exogeneidad*</b>			
<b>ALTA</b>		<b>BAJA</b>	
Precio del petróleo	Conflictos sociales	Producción de petróleo	Inversiones en exploración

*\*Nivel de exogeneidad utilizado para el método de Cholesky*

Finalmente, utilizando el orden descrito por la descomposición de Cholesky, se realizan los análisis de la descomposición de varianza y la descomposición histórica de las inversiones. La descomposición de varianza permitirá analizar cómo los choques asociados a las variables de interés pueden explicar a las inversiones en un corto y largo plazo. Mientras que la descomposición histórica nos mostrara evidencias de cómo los choques asociados a los componentes de las inversiones han podido explicar los choques agregados asociados a las inversiones durante el periodo total de estudio.



## 7. Resultados

### 7.1 Pruebas de raíz unitaria:

En la Tabla 7.1 se presentan los resultados de las pruebas ADF (GLS) y PT (GLS) donde se evaluó la presencia de raíz unitaria a nuestras series en niveles considerando tendencia e intercepto. Se especificó un máximo de 11 rezagos y se consideró el criterio SIC para seleccionar el número de rezagos óptimos que se incluyeron en la ecuación de prueba. Como se puede observar en la Tabla 7.1 los t estadísticos de cada serie cayeron dentro de la zona de no rechazo de la hipótesis nula. Este resultado indica la presencia de raíz unitaria de nuestras series analizadas.

*Tabla 7.2. Prueba de raíz unitaria en niveles*

TEST ADF(GLS)				
Series	Rezagos Incluidos	t estadístico	Valor crítico al 10%	
IEH	1	-1.886373	-2.80300	No Estacionaria
P	1	-1.85660	-2.80300	No Estacionaria
CS	0	-2.40990	-2.80000	No Estacionaria
G	0	-2.33016	-2.80000	No Estacionaria
TEST PT (GLS)				
Series	Rezagos Incluidos	t estadístico	Valor crítico al 10%	
IEH	1	18.59448	6.78240	No Estacionaria
P	1	14.38114	6.78240	No Estacionaria
CS	0	8.70376	6.78240	No Estacionaria
G	0	9.50550	6.78240	No Estacionaria

*Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia*

A continuación, se procede a evaluar las pruebas de raíz de unitaria ADF (GLS) y PT (GLS) a nuestras series en primeras diferencias, especificando un máximo de 11 rezagos y considerando el criterio SIC para la selección de nuestros rezagos óptimos. En la Tabla 7.2 se puede observar claramente que todas las series son estacionarias en primeras diferencias, es decir son integradas de primer orden I (1). Estos resultados permiten realizar la prueba de cointegración para verificar las posibles relaciones de largo plazo entre las variables bajo estudio.

**Tabla 7.2. Prueba de raíz unitaria para las series en primeras diferencias**

TEST ADF(GLS)				
Series	Rezagos Incluidos	t estadístico	Valor crítico al 10%	
d(IEH)	0	-12.85427	-2.80300	Estacionaria
d(P)	0	-5.698025	-2.80300	Estacionaria
d(CS)	1	-6.35100	-2.80600	Estacionaria
d(G)	0	-10.51289	-2.80300	Estacionaria
TEST PT (GLS)				
Series	Rezagos Incluidos	t estadístico	Valor crítico al 10%	
d(IEH)	0	2.82841	6.78240	Estacionaria
d(P)	0	3.053574	6.78240	Estacionaria
d(CS)	1	1.90842	6.78240	Estacionaria
d(G)	0	2.70006	6.78240	Estacionaria

Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia

## 7.2 Resultados de la prueba de Cointegración de Johansen

En esta sección se plantea un modelo VAR utilizando el método de la descomposición de Cholesky. El nivel y orden de exogeneidad de las variables esta descrito en la Tabla 6.1. El modelo VAR se estima con el fin de hallar el número de rezagos óptimos para la realización de la prueba de cointegración. Luego se procedió a correr un modelo VAR (2) en niveles y posteriormente se calcularon los residuos óptimos. De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 7.3, se determina que el número de rezagos óptimos es 2.

**Tabla 7.3. Numero de rezagos óptimos**

Criterio para identificar rezago óptimo - Orden Cholesky ( P - CS - G - IEH)						
Rezago	Log-L	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1098.262	NA	1.02E+08	29.79088	29.91542	29.84056
1	-831.2411	497.9588	115362.2	23.00652	23.62924*	23.25493
2	-807.4618	41.77438*	93863.56*	22.79627*	23.91716	23.24340*
3	-791.817	25.79285	95710.91	22.80586	24.42494	23.45173
4	-781.3783	16.08117	113329.8	22.95617	25.07342	23.80077
5	-765.6195	22.57344	117624.3	22.96269	25.57811	24.00601
6	-754.9704	14.10293	142385.6	23.10731	26.22091	24.34936
7	-740.6306	17.44022	159181.7	23.15218	26.76396	24.59296

El termino (\*) nos indica el número de rezago optimo encontrado por cada uno de los criterios de selección.

Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia.

Para realizar la prueba de cointegración de Johansen, se consideró tendencia lineal en los datos e intercepto en nuestra ecuación de cointegración, suponiendo que la ecuación de cointegración no presenta tendencia. Se tomó el criterio de AIC para la elección del número de rezagos óptimos y realizar la prueba. Las variables fueron ingresadas de acuerdo con el nivel de exogeneidad y normalizando la variable de las IEH, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 7.4. Prueba de Cointegración de Johansen**

<b>Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)</b>				
<b>Numero de Ecuaciones de cointegración bajo H0</b>	<b>Valor propio</b>	<b>Estadístico de la traza</b>	<b>Valor critico 0.05</b>	<b>Prob.</b>
Ninguna *	0.268747	50.96479	47.85613	0.0248
A lo más 1	0.18551	26.55117	29.79707	0.1131
A lo más 2	0.116269	10.54609	15.49471	0.241
A lo más 3	0.011536	0.905059	3.841466	0.3414
<b>Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)</b>				
<b>Numero de Ecuaciones de cointegración bajo H0</b>	<b>Valor propio</b>	<b>Estadístico de máximo valor propio</b>	<b>Valor critico 0.05</b>	<b>Prob.</b>
Ninguna	0.268747	24.41362	27.58434	0.1209
A lo más 1	0.18551	16.00508	21.13162	0.2246
A lo más 2	0.116269	9.641032	14.2646	0.2366
A lo más 3	0.011536	0.905059	3.841466	0.3414

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia.*

Como se puede observar la prueba de la traza rechaza la hipótesis de la no existencia de algún vector de cointegración con un nivel de significancia del 5%, a su vez, no pudo rechazar la hipótesis nula de la existencia de 1 vector de cointegración. Por lo tanto, la prueba de la traza señala la existencia de un vector de cointegración para las series utilizadas en este documento.

### **7.3 Resultados de la prueba de Cointegración de Phillips y Ouliaris**

De manera adicional, se realizó la prueba de residuos o la prueba de cointegración de Phillips y Ouliaris (1990) a cada una de las ecuaciones, utilizando dos rezagos óptimos bajo el criterio de selección de AIC. Los resultados se muestran en la Tabla 7.5.

**Tabla 7.5. Prueba de cointegración de Phillips y Ouliaris**

Var. Dependiente	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
<b>IEH</b>	-5.097236	0.0053	-38.32502	0.0055
<b>P</b>	-2.483943	0.6877	-11.4517	0.6947
<b>CS</b>	-2.690263	0.587	-13.45065	0.5762
<b>G</b>	-3.430062	0.239	-18.51915	0.3065
*MacKinnon (1996) p-values				

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia.*

La hipótesis nula de la prueba de cointegración de Phillips y Ouliaris nos dice que las series no están cointegradas. Según los valores de probabilidades obtenidos para cada una de las ecuaciones, se puede concluir que la única identificación donde existe cointegración es cuando se tiene a las IEH como variable dependiente, la cual es la ecuación objetivo del presente estudio.

En conclusión, la prueba de Johansen indica la existencia de un solo vector de cointegración y la prueba de Phillips y Ouliaris indica que dicho vector de cointegración está identificado cuando se tiene a las IEH como variable dependiente, la cual es la principal ecuación objetivo.

Con la información de la existencia de un vector de cointegración proporcionada por la prueba de Johansen y el número de rezagos óptimos seleccionado bajo el criterio de AIC (2 rezagos), procederemos a estimar nuestro modelo de corrección de errores (VECM).

#### **7.4 Estimación del modelo de corrección de errores (VECM)**

A continuación, se estima el modelo VECM con un rango de cointegración igual a 1 y dos rezagos en los términos de VAR en diferencias, suponiendo intercepto en la ecuación de cointegración y tendencia lineal en nuestros datos.

Para estimar el modelo vector de corrección de errores (VECM) se ha normalizado para que el primer coeficiente sea igual a 1 con el orden del vector de variables cointegradas dado en la prueba de Johansen y Phillips Ouliaris, es decir, considerando a la variable IEH como dependiente. Por lo tanto, el vector que determinara las relaciones de largo plazo es el siguiente:

$$IEH_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 CS_t + \beta_3 G_t + e_t,$$

donde estimaremos nuestro termino de ajuste:

$$\hat{e}_t = IEH_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 P_t - \hat{\beta}_2 CS_t - \hat{\beta}_3 G_t$$

Los resultados obtenidos para nuestros coeficientes  $\hat{\beta}_i$  y los coeficientes de ajustes  $\alpha_i$  se presentan en la Tabla 7.6.

**Tabla 7.6. Resultados del modelo VEC estimado**

Variables	IEH	P	CS	G	Constante
<b>Componentes del vector de cointegración estimado (beta)</b>	1	-1.258051 (0.25789) [-4.87822]	2.520971 (1.18089) [ 2.13481]	0.840285 (0.63256) [ 1.32840]	-46.34538
<b>Componentes del vector alfa</b>	-0.272824 (0.06657) [-4.09840]	0.024517 (0.02832) [ 0.86576]	0.002061 (0.01153) [ 0.17877]	-0.057207 (0.02031) [-2.81697]	
Observaciones incluidas: 78 después de ajustes	Adj. R-squared: 0.476359				
Errores estándar ()					
T-estadísticos []					

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia*

Reemplazando los coeficientes del vector de cointegración estimado en la ecuación del término de ajuste, se tiene que el equilibrio de largo plazo del sistema puede representarse como:

$$IEH_t - 1.258051 * P_t + 2.520971 * CS_t + 0.840285 * G_t - 46.34538 = 0.$$

El vector de coeficientes de ajuste  $\alpha_i$  estará representado de la siguiente manera:

$$\hat{\alpha}_1 = (-0.272824 \quad 0.024517 \quad 0.002061 \quad -0.057207)$$

El VECM permitirá evaluar la dinámica de las variables endógenas frente a innovaciones del sistema de ecuaciones en conjunto. El modelo VECM puede ser expresado de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} \Delta IEH_t \\ \Delta P_t \\ \Delta CS_t \\ \Delta G_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.272824 \\ 0.024517 \\ 0.002061 \\ -0.057207 \end{bmatrix} [IEH_{t-1} \quad -1.25805P_{t-1} \quad 2.52097CS_{t-1} \quad 0.8403G_{t-1} \quad -46.3453] \\ + \Gamma_1 * \begin{bmatrix} \Delta IEH_{t-1} \\ \Delta P_{t-1} \\ \Delta CS_{t-1} \\ \Delta G_{t-1} \end{bmatrix} + \Gamma_2 * \begin{bmatrix} \Delta IEH_{t-2} \\ \Delta P_{t-2} \\ \Delta CS_{t-2} \\ \Delta G_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_{1t} \\ \mu_{2t} \\ \mu_{3t} \\ \mu_{4t} \end{bmatrix}$$

donde  $\Gamma_i$ , con  $i = 1,2$  es una matriz de  $4 \times 4$ .

La ecuación que representa el equilibrio de largo plazo puede reescribirse de la siguiente manera.

$$IEH_t = 1.258051 * P_t - 2.520971 * CS_t - 0.840285 * G_t + 46.34538$$

Debido a que se está trabajando con las variables en niveles, la interpretación será dada en sus respectivas unidades. Así, por ejemplo, un incremento en el número de conflictos sociales tiene un efecto directo negativo sobre las inversiones.

Sin embargo, según Lütkepohl (2005), esto no quiere decir que la aparición de un conflicto social disminuirá las inversiones en 2.52 millones de dólares, debido a que no estaríamos considerando la influencia de las otras relaciones presentes en el modelo VEC. Por ello, la mejor manera de interpretación del efecto que tiene una variable sobre la otra sería realizando un análisis de impulso - respuesta.

A continuación, se presenta la estimación de los coeficientes de nuestra ecuación objetivo, la cual tiene como variable dependiente a las inversiones de exploración, el método utilizado para la estimación es el de mínimos cuadrados ordinarios y los resultados se presentan en la Tabla 7.7.

**Tabla 7.7**

<b>Ecuación 1</b>			
<b>Variable dependiente: Inversiones en exploración de hidrocarburos (IEH)</b>			
<b>VARIABLES</b>	<b>COEFICIENTES</b>	<b>t-Statistic</b>	<b>Prob.</b>
$\alpha_1$	-0.272824	-4.098397583	0.000113176
$\Delta IEH(-1)$	-0.514768	-4.681488005	1.41E-05
$\Delta IEH(-2)$	-0.141148	-1.357477299	0.179117824
$\Delta P(-1)$	-0.584949	-2.040687118	0.045166729
$\Delta P(-2)$	-0.091489	-0.320640589	0.749466075
$\Delta CS(-1)$	-0.861378	-1.214792094	0.228646877
$\Delta CS(-2)$	1.973661	2.78648403	0.006899586
$\Delta G(-1)$	0.161955	0.421800298	0.674501303
$\Delta G(-2)$	-0.734471	-1.906628104	0.060795036
C	-1.784097	-1.490328926	0.140761935
R2 ajustado			0.476359
Durbin Watson			2.052057

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia*

Como se puede observar en la Tabla 7.7, el coeficiente del término de ajuste  $\alpha_1$  tiene valor negativo y es significativo, lo cual indica que sí existe una relación de largo plazo en la ecuación.  $\alpha_1$  es conocida como la velocidad de ajuste y mide cómo las IEH retornarán al equilibrio después de determinados cambios ocurridos en las variables explicativas.

Se realizó la prueba de autocorrelación a los residuos de la ecuación objetivo, la prueba LM (multiplicadores de Lagrange) especificando un máximo de 10 rezagos; es decir, se evaluó si los residuos podrían tener correlación serial entre 10 periodos atrás. Los resultados se presentan en la Tabla 7.8, donde se puede concluir que no existe correlación serial entre ellos.

**Tabla 7.8. Test de autocorrelación de residuos**

<b>Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:</b>			
F-statistic	0.821939	Prob. F(10.58)	0.6091
Obs*R-squared	9.681638	Prob. Chi-Square(10)	0.4639

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia*

Adicionalmente, el Anexo N° 1 del presente documento muestra el correlograma de los residuos con los estadísticos Q, donde se verifica la ausencia de autocorrelación serial de los residuos.

También se realizó la prueba ARCH, propuesta por Engle (1982), con el objetivo de observar las volatilidades y descartar los problemas de heterocedasticidad en los residuos. Se especificó el número de rezagos óptimos bajo el criterio de AIC (2). Los resultados verificaron la ausencia de heterocedasticidad en los residuos y son presentados en la Tabla 7.9.

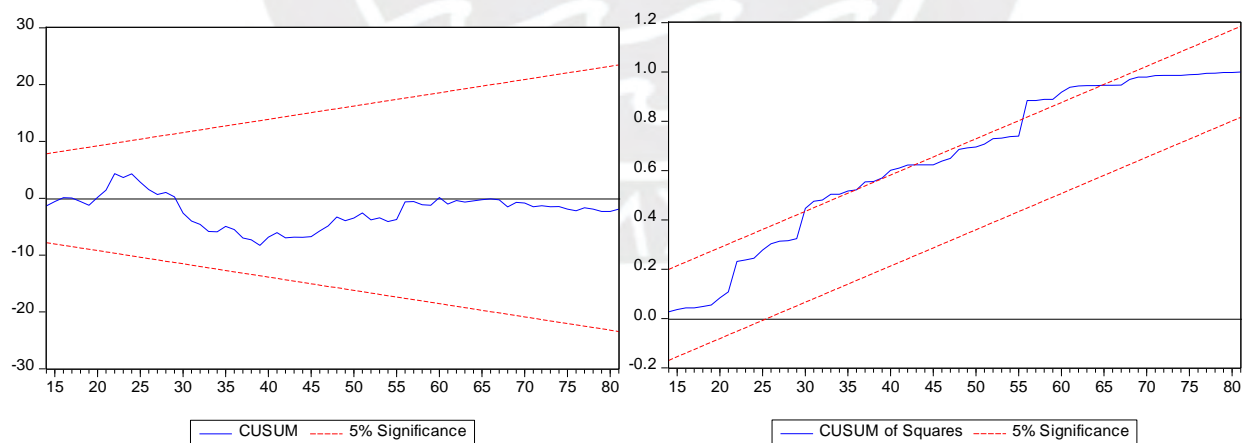
**Tabla 7.9. Test de ARCH**

Test de Heterocedasticidad de ARCH			
F-statistic	0.107511	Prob. F(2,73)	0.8982
Obs*R-squared	0.2232	Prob. Chi-Square(2)	0.8944

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia*

Para validar la estabilidad del modelo realizaremos las pruebas de Cusum y Cusum<sup>2</sup> (Brown Durbin y Evans, 1975); ambas pruebas tienen la misma hipótesis nula que es la ausencia de cambio estructural. Los resultados son presentados en la siguiente ilustración.

**Ilustración 7.1. Pruebas CUSUM**

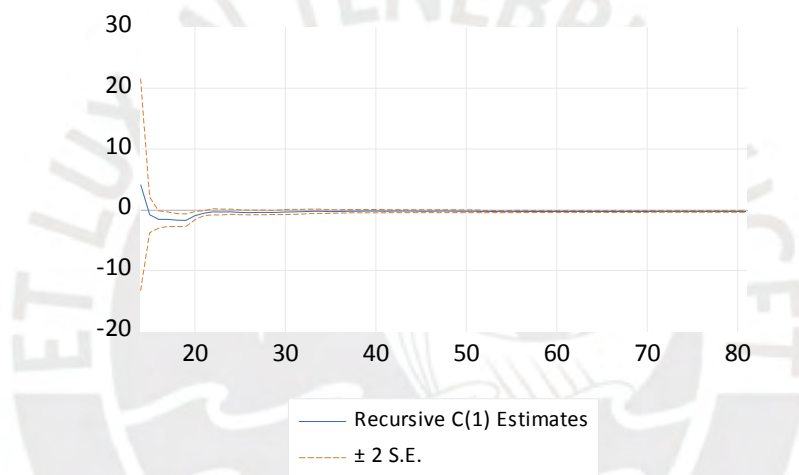


La prueba de Cusum se basa en la suma acumulada de los residuos normalizados, se observa que el estadígrafo Cusum no sale de las bandas de confianza, por lo que no se rechaza la H<sub>0</sub> de estabilidad del modelo, por lo cual se concluye que el modelo sería estable. La prueba Cusum<sup>2</sup> se

basa en la suma acumulada de los residuos normalizados al cuadrado, se puede observar que gran parte del estadígrafo Cusum<sup>2</sup> se encuentra dentro de las bandas de confianza indicando la estabilidad del modelo, salvo en pocos periodos que indican una pequeña inestabilidad.

Para brindar mayor evidencia a favor de la hipótesis sobre la estabilidad del modelo se realizó la prueba de estimaciones de coeficientes recursivos, la cual rastrea la evolución de los coeficientes estimados a medida que se utilizan más datos en la estimación. A continuación, se presenta la estabilidad del coeficiente  $\alpha_1$ , la cual representa el coeficiente de ajuste (C1).

**Ilustración 7.2. Prueba de Coeficiente Recursivo del Parámetro de Ajuste del Modelo**



Se observa que el parámetro (C1), el cual representa el termino de coeficiente de ajuste ( $\alpha_1$ ), presenta una inestabilidad muy pequeña al inicio del periodo de análisis, pero se vuelve muy estable y no cambia a medida que más datos son agregados a la estimación, lo cual prueba que el coeficiente de ajuste es constante a lo largo de toda la muestra, presentando estabilidad y siendo válido para realizar inferencias.

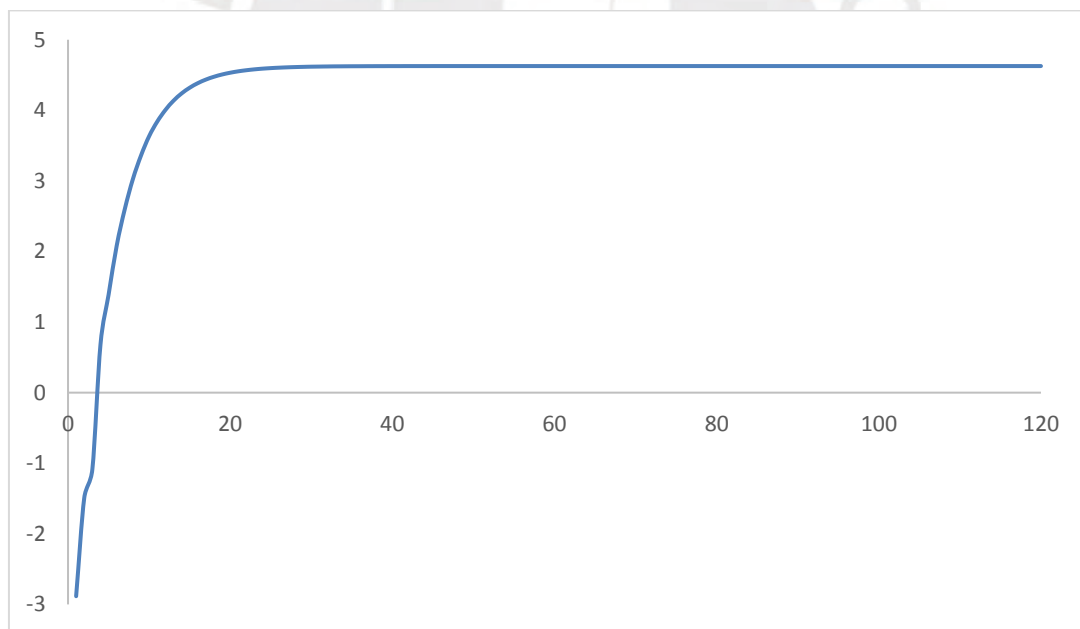
En el Anexo N° 2 del presente informe, se muestra la prueba de coeficientes recursivos de estabilidad para todos los coeficientes estimados de la ecuación objetivo, a partir de la cual es posible verificar la estabilidad del modelo realizado.

## 7.5 Análisis dinámico de las variables

En esta sección analizaremos las funciones de impulso respuesta partiendo de nuestro modelo VECM con el objetivo de ver cómo determinados impulsos de las variables planteadas afectan a las IEH, siendo el objetivo principal analizar las respuestas de las IEH en un largo plazo. Para poder hacer este análisis es necesario convertir el VECM en un vector de medias móviles (VMA) debido a que según Sims (1980) con la representación del vector en medias móviles es posible trazar proyecciones temporales de las variables ante choques exógenos.

La Figura 7.1, muestra el efecto de una innovación en los precios del petróleo sobre las IEH. El efecto de corto plazo nos indica que durante el primer periodo las IEH disminuyen en 2.88 MMUS\$ y continua en bajos niveles hasta el cuarto periodo, para luego empezar un aumento gradual equilibrándose a un largo plazo en un incremento de 4.6 MMUS\$.

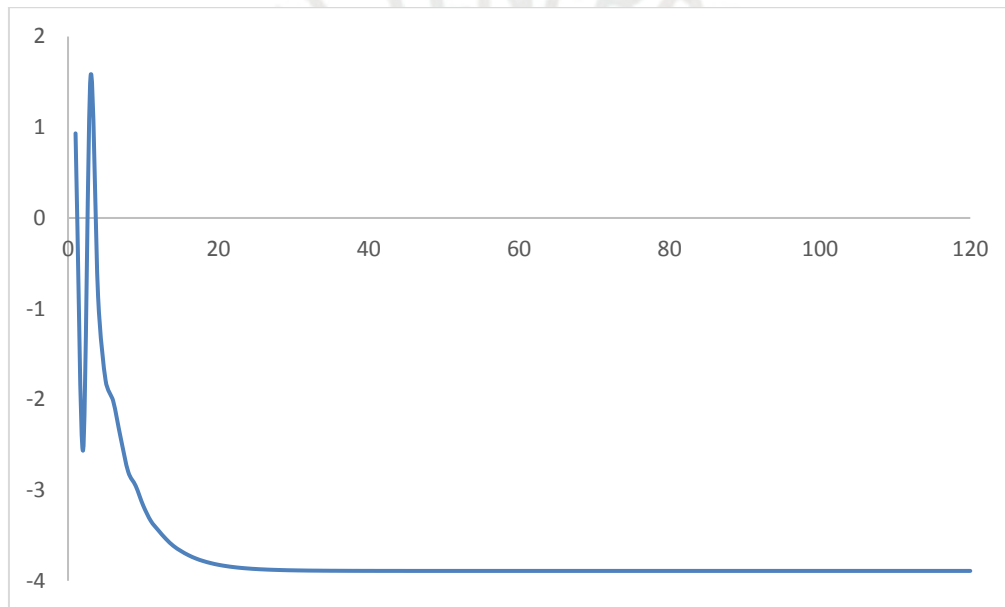
**Figura 7.1. Función respuesta de las IEH ante un shock en los precios del petróleo.**



*Tipo de shock estructural definido: innovación en el precio del petróleo. Usando el método de Cholesky - dof adjusted  
Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia.*

Según la Figura 7.2 una innovación en el número de conflictos sociales desarrollados en las regiones petroleras genera un efecto de aumento y disminución de las IEH en el corto plazo, esta volatilidad es atribuida a la incertidumbre que generan los conflictos sociales hacia las inversiones. Los picos generados en los primeros periodos, donde aumenta el nivel de las IEH se atribuyen a que las empresas realizan inversiones con el fin de atender los requerimientos y propuestas sociales para resolver los conflictos; este tiempo es de solo unos periodos, puesto que a largo plazo hace que los inversionistas pierdan la confianza en seguir explorando con mayores capitales y produce una disminución en las IEH, estabilizándose en una caída de 3.8 MMUS\$.

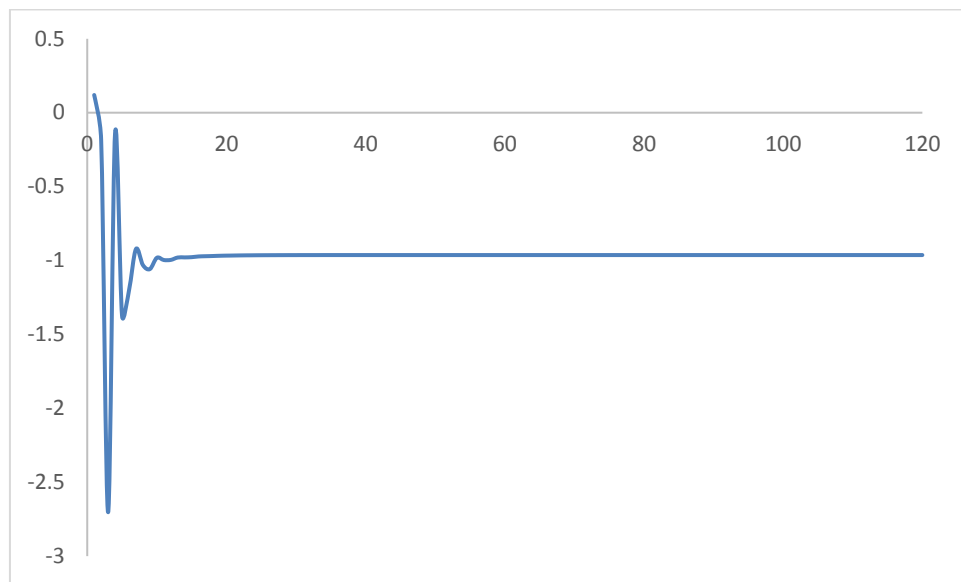
**Figura 7.2. Función respuesta de la inversión ante un shock en los conflictos sociales.**



*Tipo de shock estructural definido: innovación en los conflictos sociales. Usando el método de Cholesky - dof adjusted  
Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia*

En la Figura 7.3, ante una innovación en el nivel de producción petrolera, se puede observar que, en un corto plazo, el nivel de las IEH disminuye en 2.7 MMUS\$ para luego presenciar una recuperación a largo plazo y alcanzar el equilibrio denotado por una caída de 0.96 MMUS\$ en las IEH. Esto se explica debido a que las inversiones de hidrocarburos en el Perú tienen dos componentes principales: las inversiones en exploración (IEH) y las inversiones en explotación. Una innovación de la producción está asociado a un aumento en las inversiones de explotación, por lo que las compañías invertirán menos en las exploraciones.

**Figura 7.3. Función respuesta de la inversión ante un shock en la producción de petróleo.**



Tipo de shock estructural def.: incremento del 10% en la producción de petróleo. Usando el método de Cholesky - dof adjusted  
Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia.

## 7.6 Descomposición de Varianza

Para realizar el análisis de la descomposición de varianza de nuestra variable objetivo (IEH), hemos tomado un plazo de 120 periodos (10 años) y el orden de la descomposición Cholesky de nuestras variables descrito en la Tabla 6.1. Los resultados se presentan en la Tabla 7.10.

**Tabla 7.10 . Descomposición de varianza de las inversiones de exploración**

Periodo	S.E.	IEH	P	CS	G
1	10.27095	91.27699	7.884853	0.824591	0.013562
2	10.89327	84.80678	8.887162	6.265103	0.040957
3	12.05133	80.06246	8.071399	6.801908	5.064234
4	12.55718	80.85114	7.728014	6.744219	4.676624
5	13.12836	78.4072	8.18582	8.034896	5.372084
10	16.80929	56.13746	20.82725	17.8319	5.203385
15	21.16204	38.5201	32.00919	25.1027	4.36801
20	25.20106	28.96695	38.28354	28.9292	3.820303
25	28.80321	23.47188	41.93682	31.10537	3.485929
30	32.03811	19.99917	44.25631	32.47459	3.269938
35	34.98519	17.62849	45.84247	33.40774	3.1213
40	37.70549	15.91281	46.99111	34.08266	3.013417
45	40.24317	14.61514	47.8601	34.59303	2.931733
50	42.63029	13.5997	48.54014	34.99237	2.867792

55	44.89072	12.78356	49.08672	35.31332	2.816394
60	47.04268	12.11333	49.53559	35.57689	2.774183
65	49.10042	11.55309	49.9108	35.79721	2.738899
70	51.07533	11.07782	50.2291	35.98411	2.708966
75	52.97666	10.66956	50.50253	36.14466	2.683253
80	54.81209	10.31507	50.73994	36.28407	2.660927
85	56.58801	10.00437	50.94802	36.40625	2.641359
90	58.30987	9.729839	51.13189	36.51421	2.624068
95	59.98232	9.485496	51.29553	36.6103	2.608679
100	61.60939	9.266624	51.44211	36.69637	2.594895
105	63.19458	9.069437	51.57418	36.77391	2.582476
110	64.74097	8.890866	51.69377	36.84413	2.571229
115	66.25127	8.728392	51.80258	36.90803	2.560996
120	67.7279	8.579932	51.90201	36.96641	2.551646

*Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia*

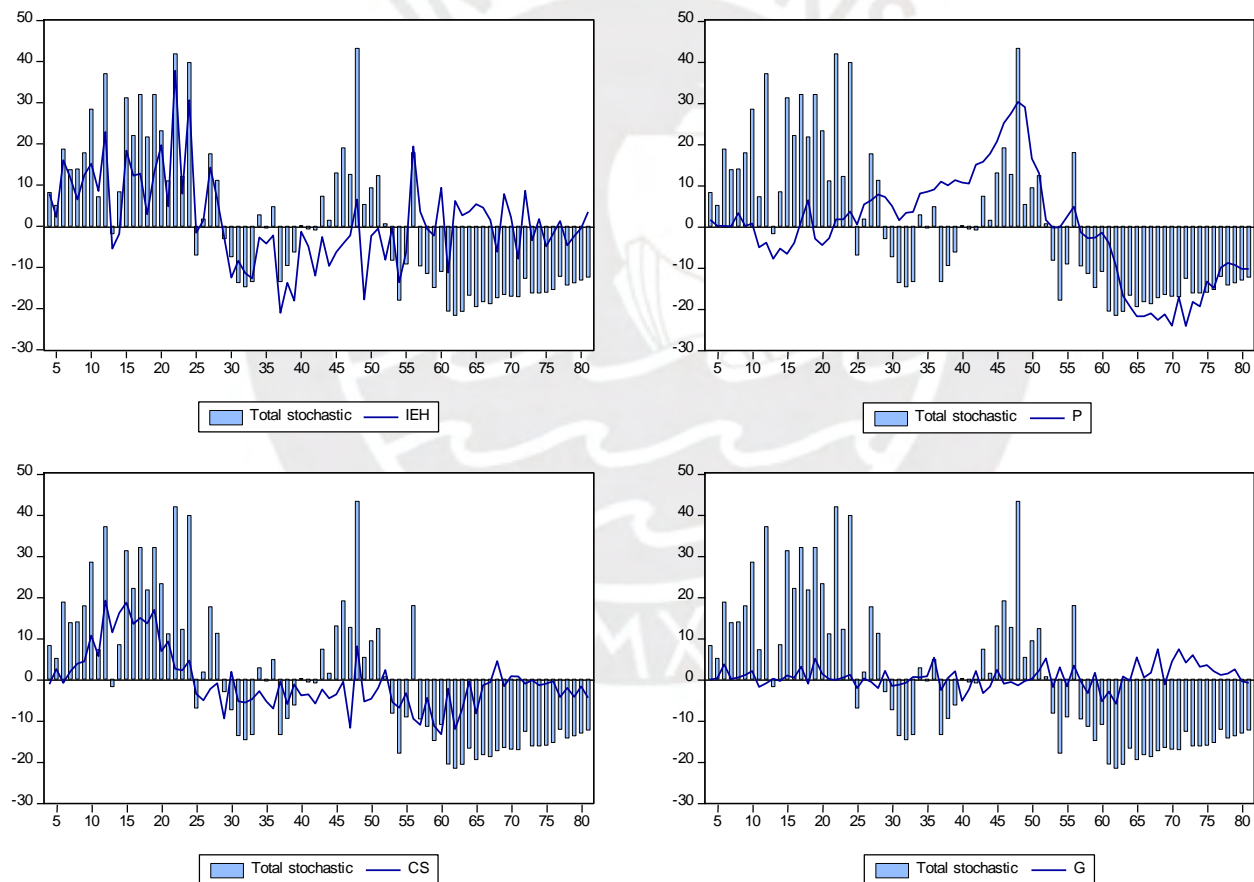
Los resultados indican que en un corto plazo (los 5 primeros meses) la mayor parte de la varianza en el nivel de las inversiones de exploración se explican en un 80% por sus mismos choques, mientras que los choques en los precios y en los conflictos sociales tienen igual relevancia explicando un promedio de 8% cada una a las fluctuaciones de inversión. Por otra parte, los choques en la producción son las que menos efectos tienen, explicando solo un 4% a las inversiones.

En el largo plazo, tenemos que a partir del periodo 60 (5 años) hacia adelante, los choques en el precio y los choques en los conflictos adquieren mayor relevancia, explicando un 50% y 36% respectivamente a las fluctuaciones de las inversiones. Asimismo, los choques en las inversiones ya no tienen tanto protagonismo como en el corto plazo y explican un 11% a sus propias fluctuaciones. En este punto del análisis, los choques en la producción tienen poca relevancia y explican solo un 3% al comportamiento de las inversiones.

## 7.7 Descomposición Histórica<sup>15</sup>

En esta sección se presentan los resultados de la descomposición histórica de las inversiones en exploración de hidrocarburos durante el periodo estudiado que comprende entre enero del 2011 y septiembre del 2017. Los resultados de la descomposición histórica se presentan en la Tabla 7.11, donde las barras representan las contribuciones agregadas por todos los choques hacia las inversiones de exploración, mientras que las líneas azules denotan los choques de cada uno de los componentes (IEH, P, CS, G) de las inversiones en exploración. Este grafico permite analizar cómo las contribuciones de los choques en los componentes explican a las inversiones de exploración.

**Tabla 7.11. Descomposición histórica de la inversión utilizando pesos de Cholesky (d.f. ajustado)**



Fuente: estimaciones realizadas. Elaboración propia

<sup>15</sup> En esta sección se toma en consideración los pasos metodológicos sugeridos por Rodríguez y Lavanda (2010).

Es necesario aclarar que nuestro periodo 1, representa enero del 2011 y luego se trabajó en periodos mensuales. Los resultados muestran que hasta el periodo 45 que representa fines del 2014, las fluctuaciones en las inversiones han sido determinadas predominantemente por los choques aportados por esta misma variable y por los choques asociados a los conflictos sociales.

Entre fines del 2014 y fines del 2015 son los choques asociados al precio del petróleo y los conflictos sociales los que están fuertemente vinculados a las inversiones de exploración. Durante este periodo se dio la caída continua en el precio del petróleo y la aparición de conflictos sociales asociados a las diversas rupturas del oleoducto norperuano. Estos factores llevaron a disminuir el nivel de las inversiones en exploración petrolera en la selva peruana (SPH, 2016).

En la parte final de la muestra desde el 2016 en adelante se observa que los choques en los precios son la principal causa en las fluctuaciones de las inversiones. Como bien sabemos después de la caída continua que se registró en el precio del petróleo durante los años 2014 y 2015, la recuperación del precio del petróleo ha sido muy lenta, lo cual repercute en las decisiones de inversión en el sector hidrocarburo peruano debido a los altos costos de producción por barril de petróleo que se tiene en los lotes petroleros del Perú. Los costos en la selva peruana para la producción de petróleo pesado están alrededor de los 60 dólares por barril a su vez transportar un barril por el oleoducto norperuano cuesta casi 11 dólares, en comparación del costo de transporte en Ecuador y Colombia que se encuentra alrededor de los 3.5 dólares por barril (Yesquén, 2018).

## **8. Conclusiones, recomendaciones de política, limitaciones y posibles extensiones.**

### **8.1 Conclusiones**

Por la aparición de un conflicto social, las inversiones de exploración en el Perú disminuyen en el largo plazo en un promedio mensual de 3.8 Millones de dólares. Estos resultados guardan relación con la investigación realizada por Chirinos (2015) donde concluye que el incremento de la conflictividad afecta el clima de inversión en el país de manera directa (Oposición de la población, corto plazo) así como indirectamente (creando un clima de inestabilidad, largo plazo).

La volatilidad que presentan las IEH en el corto plazo ante un choque en los conflictos sociales, se debe a la incertidumbre y riesgos asociados a los conflictos, en los primeros periodos los inversionistas están dispuestos en aumentar sus inversiones con el fin de atender los requerimientos sociales y llegar a determinados acuerdos. Este comportamiento guarda relación con la teoría de Olson (1965), el cual postula que los individuos se suman a los movimientos porque tienen expectativas que obtendrán determinados beneficios, aunque son conscientes que tendrán que asumir riesgos y costos, en este caso los riesgos asumidos se traducen en la disminución de las IEH.

Un incremento promedio mensual de un dólar en los precios del petróleo aumenta en el largo plazo el grado de las inversiones en exploración del Perú en 4.6 millones de dólares en promedio mensual. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Habib and Heo (2013) que estudiaron los determinantes de las inversiones de exploración en países pertenecientes de la OPEC y concluyeron que un incremento en los precios de petróleo implica un aumento en las IEH.

Un aumento en la producción petrolera de 1000 barriles de petróleo disminuye los niveles de inversión exploratoria en 0.96 millones de dólares mensuales a largo plazo. Esto se explica debido a que al ver un aumento de producción las compañías destinan más inversiones a la explotación y no a la exploración.

Según la descomposición de varianza de las inversiones, en un corto plazo las fluctuaciones de las inversiones son explicadas por sus propios choques, teniendo poco impacto el efecto de los precios, los conflictos sociales y la producción. Sin embargo, en el largo plazo los choques asociados a los precios y los conflictos sociales adquieren mayor relevancia, explicando un 50% y 36% respectivamente al comportamiento de las inversiones.

La descomposición histórica nos ha mostrado como las fluctuaciones en las inversiones en exploración durante el periodo estudiado han sido explicadas principalmente por los choques en los precios, en los conflictos y sus propios choques. A su vez, se demuestra que los choques en la producción tienen poca relevancia sobre las fluctuaciones en las inversiones de exploración.

## 8.2 Recomendaciones de política

Se ha demostrado que los conflictos sociales tienen efecto negativo sobre las IEH y generalmente, en las regiones petroleras, los conflictos son originados por la contaminación ambiental. Por ello, el Estado debería tomar políticas más consistentes para la mitigación de los daños ambientales. Entre estas políticas, se pueden mencionar las siguientes:

- *Modernización de los ductos de transporte y el oleoducto norperuano.* Existen fuertes impactos en la etapa de transporte. Esta medida permitirá el desarrollo del segmento upstream<sup>16</sup> con una minimización de daños ambientales.
- *Contratación de supervisores con experiencia desarrollada en el sector Upstream.* Las petroleras en Perú se caracterizan por invertir más en la explotación donde existen diversas operaciones que pueden contaminar al medio ambiente por lo cual se necesita una estricta supervisión.
- *Exigencias de buenas prácticas de trabajo ambiental con remediaciones de sus respectivos pasivos ambientales.* Los pobladores del lote 192 han venido reclamando la contaminación generada por parte de las compañías Oxy y Pluspetrol. Se debe saber que gran parte de los pasivos ambientales han sido producidos por malas prácticas ambientales realizadas décadas atrás, situación que es muy diferente a lo que es hoy la industria petrolera.
- *Implementación de actividades sociales que integren y promuevan las relaciones entre empresa y comunidad.*

---

<sup>16</sup> El sector *upstream* incluye las operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos, las cuales comprenden: los estudios de sísmica, estudios geológicos, interpretación e integración de datos, perforación de pozos y por último la producción de hidrocarburos. El sector *midstream* incluye el transporte, el almacenamiento y la comercialización al por mayor de los hidrocarburos producidos por el sector *upstream*. El sector *downstream* incluye el proceso de la refinación de los hidrocarburos, así como también la comercialización y distribución de los productos generados por la refinación (gasolina, kerosene, GLP, entre otros).

La moderna refinería Talara estará capacitada para la refinación de 100 mil barriles de petróleo por día, se tiene que incrementar la producción con el fin de tener menos gastos de importación a futuro, el precio del petróleo viene subiendo moderadamente y esto no es conveniente para la balanza comercial del Perú. Según nuestros resultados un aumento de producción implica una caída de las IEH y se debe implementar mecanismos para que esto no ocurra. Por esta razón, se deberían promover las siguientes políticas:

- *Incentivar las inversiones.* En lotes no explorados o semi-explorados por parte de nuevas compañías que muestren interés en realizar una continua campaña de exploración. Existen una serie de medidas encontradas en la nueva ley orgánica de hidrocarburos para el incentivo del upstream. Según Mariana Párraga (redactora de Reuters), en América Latina se han dado cambios normativos las cuales incluyen disminución de regalías, contratos largos, entre otras medidas que están atrayendo las miradas de petroleras top mundiales en países vecinos (Párraga, 2018).
- *El incentivo en las inversiones debe ser aplicado en las exploraciones de petróleo y gas natural.* Debemos saber que se están realizando proyectos como la masificación del gas natural y un posible gasoducto sur peruano en el largo plazo que podría permitir el desarrollo de la industria petroquímica en el sur del Perú, la cual traería muchos beneficios a la economía. Es decir, se prevé un aumento en la demanda del gas, por lo que se tendría que promover y dar las facilidades para la búsqueda de más yacimientos gasíferos para abastecer la demanda futura.
- *Atraer petroleras de primer nivel mediante incentivos para la exploración.* Se debe atraer empresas capacitadas en realizar exploraciones continuas que cumplan con los estándares ambientales y sociales requeridas por el Estado peruano.
- *Implementar tasas y regalías óptimas, distintas para diferentes cuencas para el incentivo del upstream.* No es lo mismo los costos de producción en selva, en la zona *offshore* o en la costa, por lo que las regalías deberían ir en función de la complejidad de la exploración y explotación.

El proyecto de la nueva ley orgánica de hidrocarburos, que se viene discutiendo a la fecha en el Congreso de la Republica, incorpora una serie de cambios que incentivan la inversión sostenible en hidrocarburos. Entre los principales cambios se tienen los siguientes: una disminución en las regalías que serán variables de acuerdo con cada proyecto, mayor tiempo en los contratos de exploración y explotación, cláusulas de anticorrupción en los contratos, el fortalecimiento de Perupetro como agencia nacional de hidrocarburos, entre otras medidas que harán competitivo el sector hidrocarburo. La nueva ley también da énfasis en la importancia del desarrollo de la infraestructura en el sector hidrocarburo y el rol importante que juega el oleoducto norperuano. Es por ello que es de suma importancia su aprobación y sería un primer gran paso para la recuperación del sector hidrocarburos peruano.<sup>17</sup>

Es importante saber que si tenemos un atractivo marco para la promoción de las inversiones seremos más competitivos en el sector, pero no es suficiente para garantizar la entrada de nuevas empresas petroleras que quieran invertir en el Perú. Las inversiones en exploración se ven afectadas por distintas variables como el precio del petróleo, los conflictos sociales, la competitividad, la coyuntura política, las políticas monetaria y fiscal, la política ambiental, las investigaciones de ingeniería para la evaluación del potencial geológico, las investigaciones financieras para evaluar las rentabilidades de inversión en las cuencas petroleras, entre otros factores. Es de suma importancia dar seguimiento y evaluación a los diferentes factores para atraer las inversiones de exploración, con el objetivo de mantener una exploración continua y sin trabas durante muchos periodos.

### **8.3 Limitaciones**

Una de las principales limitaciones de esta investigación es el período tomado para el análisis de series de tiempo. Los años analizados coinciden justamente con una de las crisis más fuertes de la industria petrolera, donde la caída del precio del petróleo fue un choque permanente muy marcado. Existe una ausencia de datos mensuales de muchos años atrás, por lo que no se puede ampliar más el periodo de tiempo.

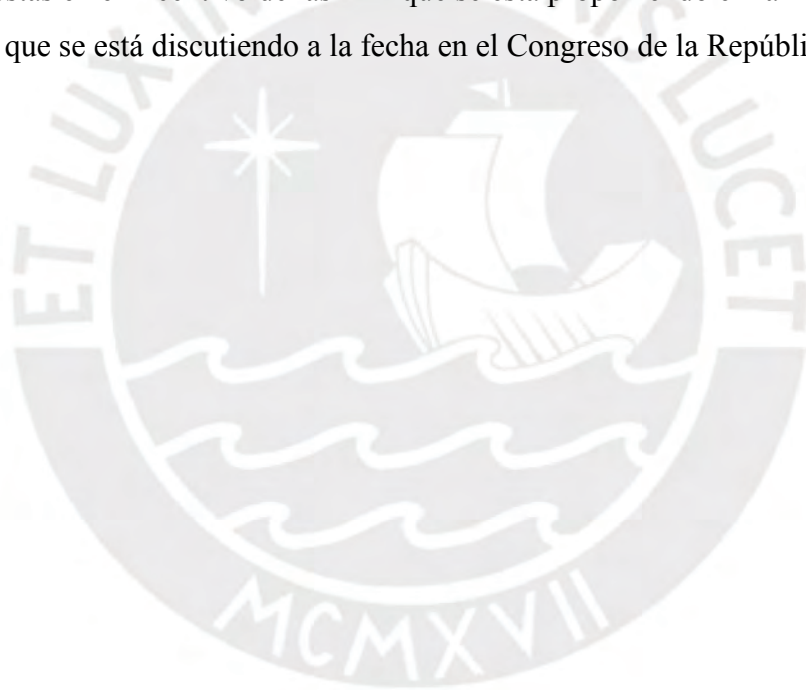
---

<sup>17</sup> Para mayores detalles sobre el proyecto de ley, véase el portal electrónico del Congreso de la República del Perú, disponible en: <http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/CLProLey2016.nsf/sicr/tradocestproc/CLProLey2016.nsf/Comisiones/82E0DD3A3870149E052581DB0075A2BC?opendocument>

#### **8.4 Posibles extensiones**

Una posible extensión a este estudio es poder realizar el mismo modelo agregando más series que pudieran determinar las IEH como la competitividad, el riesgo país, la demanda de hidrocarburos, etc. utilizando metodologías más sofisticadas que permitan analizar más series en conjunto y tener resultados más comprensivos.

Otra extensión a este trabajo sería realizar un modelo de datos de panel entre países de Sudamérica teniendo como variables las inversiones y sus posibles determinantes, pero enfocándonos en el nivel de regalías, y analizar cómo un adecuado nivel de regalías puede incentivar las inversiones de exploración. Esto corroboraría y sería una evidencia empírica para una de las propuestas en el incentivo de las IEH que se está proponiendo en la nueva ley orgánica de hidrocarburos que se está discutiendo a la fecha en el Congreso de la República.



## 9. Referencias

- Brown, R. L., J. Durbin, and J. M. Evans (1975). "Techniques for Testing the Constancy of Regression Relationships Over Time". *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 37: 149–192.
- Chirinos, R. (2015). "Conflicto social e inversión minera en el Perú". *Revista Moneda* 162. BCRP. Lima-Perú. Recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-162/moneda-162-09.pdf>
- Corden, W. & Neary, J. (1982). "Booming Sector and De-Industrialization in a Small Open Economy". *Economic Journal*, 92: 825-848.
- Costescu, A. & Spisto, A. (2017). *Investment analysis of unconventional hydrocarbon resources under uncertainty*. European Commission DG JRC. Netherlands.
- Dixit, A. y R. Pindyck (1994). *Investment under uncertainty* Princeton: Princeton University Press.
- Elliott, G., T. J. Rothenberg y J. H. Stock (1996), "Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root". *Econometrica*, 64: 813-836.
- Engle, F. R. (1982). "Autoregressive Conditional Heterocedasticity whit Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation". *Econometrica*, 50(4): 987-1008.
- Engle, R. y C. Granger (1987). "Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing". *Econometrica*, 55: 275-298.
- Fernández, V. (Sin fecha). *Contrastes de estabilidad CUSUM y CUSUM<sup>2</sup>*. Apuntes de teoría econométrica I. Recuperado de <http://www.oocities.org/vivipauf/cusum2.PDF>
- García, A. & Taboada, E. (2012). "Teoría de la empresa: Las propuestas de Coase, Alchian y Demsetz, Williamson, Penrose y Nooteboom". *Econ: teor. práctica* N° 36, México.
- George, A. y Shiller, R. (2009). "Animal spirits. Cómo influye la psicología humana en la economía". *Revista de Economía Institucional*, 12(22): 307-313.
- Granger, C. W. J. y P. Newbold (1974). "Spurious Regressions in Econometrics". *Journal of Econometric*, 2: 111-120.
- Grossman, H. y Kim, M. (1997). *Predation, Efficiency, and Inequality*. NBER Working Paper No. 6301.
- Grossman, H. y Kim, M. (1995). "Swords or Plowshares? A theory of the Security of Claims to Property". *Journal of Political Economy*, 103(6): 1275-88.

Habib and Heo (2013). *Interaction between exploration investment, oil price, oil production, reserves replacement and oilfield depletion rates: evidence from OPEC countries*. Working Paper, Seoul National University.

Herrera, J. (2016). *Aspectos importantes de la exploración y explotación de hidrocarburos del país*. Documento de Trabajo, Perupetro, Lima – Perú.

Hirshleifer, J. (1994). *Theorizing about conflict*. UCLA Department of Economics. Working Paper N° 727.

Hirshleifer, J. (1995). “Theorizing about conflict”, en Hartley, K. y Sandler, T. (ed.), *Handbook of Defense Economics*. Volumen 1, Capítulo 9. Amsterdam: North-Holland, Elsevier.

Huaroto, C. y A. Vásquez (2015). *Los Conflictos Socio-Ambientales y el Valor de las Acciones de las Grandes Empresas Mineras en el Perú: Evaluando la Teoría de las Opciones Reales*. Documento de Trabajo N° 34, Oficina de Estudios Económicos – Osinergmin, Perú.

Johansen, S. (1988). “Statistical analysis of cointegrating vectors”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12: 231-254.

Lütkepohl, Helmut (2005). *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.

Monaldi, F. (2010). *La economía política del petróleo y gas en América Latina*. Working Paper N° 9, Plataforma Democrática.

Novales, A. (2014). “Modelos vectoriales autorregresivos (VAR)”. *La descomposición de Cholesky en el caso general*. Universidad Complutense de Madrid.

Olson, M. (1965). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Párraga, M. (2018). *Análisis – países de Latinoamérica compiten por capital en la ola de las licitaciones petroleras*. REUTERS. Recuperado de:  
<https://lta.reuters.com/article/domesticNews/idLTAKCN1H91ML-OUULD>

Phillips, P. C. B. and S. Ouliaris (1990), "Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration". *Econometrica*, 58: 165-193.

Rodríguez, G. y G. Lavanda (2010). *Descomposición histórica de la inflación en el Perú. Distinguiendo entre los choques de demanda y choques de oferta*. Documento de Trabajo N° 302, Departamento de Economía, Pontificia universidad Católica del Perú.

Sims, C. (1980). “Macroeconomics and reality”. *Econometrica*, 48: 1-48.

SPH - Sociedad Peruana de Hidrocarburos (2013). “El rol de los hidrocarburos en la seguridad energética del Perú”. Recuperado de:  
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2013/com2013enemin.nsf//pubweb/1C1BE0A1B130235805257C540058FFEA/\\$FILE/ROLHIDROCARBUROS-2013\\_12\\_02.PDF](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2013/com2013enemin.nsf//pubweb/1C1BE0A1B130235805257C540058FFEA/$FILE/ROLHIDROCARBUROS-2013_12_02.PDF)

SPH – Sociedad Peruana de Hidrocarburos (2016). “Una mirada al futuro de los hidrocarburos en el Perú - propuesta para la promoción de la inversión”. Recuperado de: <http://sphidrocarburos.com/home/prensa-e-informacion/informes-y-presentaciones/>

Stedman, A. & K. Green (2017). “Global Petroleum Survey, 2017”. *Fraser Institute*.

Tamayo, J.; Salvador, J.; Vásquez, A.; y De la Cruz, R. (Editores) (2015). *La industria de los hidrocarburos líquidos en el Perú: 20 años de aporte al desarrollo del país*. Lima: Osinergmin.

Tobin, J. (1969). “A General Equilibrium Approach to Monetary Theory”. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1(1): 15-29.

Trigeorgis, L. (1996). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge, MA: MIT Press.

Vásquez, A. (2005). *La organización económica de la industria de hidrocarburos en el Perú: el segmento upstream del sector petrolero*. Documento de Trabajo N°8, Oficina de Estudios Económicos – Osinerg, Perú.

Vásquez, A. (2004). *Los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura eléctrica en el Perú, 1940-2000*. Documento de Trabajo N°17, Oficina de Estudios Económicos – Osinergmin.

Yesquén S. (2018). *Perú alcanza producción de 48500 barriles de petróleo por día*. Lima, Agencia peruana de noticia andina. Recuperado de: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-alcanza-produccion-48500-barriles-petroleo-dia-2018-737340.aspx>.

Zahidi, S. (2009). *Comparative Analysis of Upstream Petroleum Fiscal Systems of Pakistan, Thailand and Other Countries with Medium Ranked Oil Reserves*. COMSATS Institute of Information Technology Chak Shahzad, Islamabad, Pakistan.

## 10. Anexos

El Anexo N° 1, muestra el correlograma de residuos, donde se puede observar claramente los valores de los  $Q$  estadísticos y las probabilidades que rechazan la hipótesis de autocorrelación serial de los residuos.

*Anexo N° 1*

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.032	-0.032	0.0823	0.774
		2	0.002	0.000	0.0825	0.960
		3	-0.102	-0.102	0.9409	0.816
		4	0.002	-0.005	0.9411	0.919
		5	0.223	0.225	5.1835	0.394
		6	0.044	0.051	5.3518	0.500
		7	0.097	0.102	6.1746	0.520
		8	0.027	0.086	6.2403	0.620
		9	-0.135	-0.133	7.8937	0.545
		10	-0.035	-0.087	8.0076	0.628
		11	-0.105	-0.137	9.0304	0.619
		12	0.263	0.196	15.556	0.212
		13	-0.012	-0.031	15.571	0.273
		14	-0.057	-0.035	15.884	0.321
		15	-0.202	-0.151	19.937	0.174
		16	0.052	0.123	20.213	0.211
		17	-0.073	-0.174	20.760	0.237
		18	-0.033	-0.077	20.873	0.286
		19	-0.052	-0.068	21.157	0.328
		20	-0.088	-0.083	21.983	0.341
		21	-0.031	-0.017	22.088	0.394
		22	-0.140	-0.083	24.270	0.333
		23	-0.143	-0.100	26.578	0.274
		24	0.138	0.088	28.785	0.228
		25	-0.087	-0.051	29.677	0.237
		26	-0.023	-0.071	29.744	0.278
		27	-0.215	-0.086	35.417	0.129
		28	-0.010	-0.061	35.430	0.158
		29	0.100	0.095	36.713	0.154
		30	-0.114	-0.145	38.416	0.139
		31	-0.017	-0.021	38.456	0.168
		32	-0.035	-0.015	38.626	0.195

*Elaboración: Propia.*

Se realizó la prueba de los coeficientes recursivos a los estimadores obtenidos de la ecuación objetivo. La Tabla 10.1 muestra las variables de la ecuación objetivo y sus coeficientes de representación en la prueba recursiva.

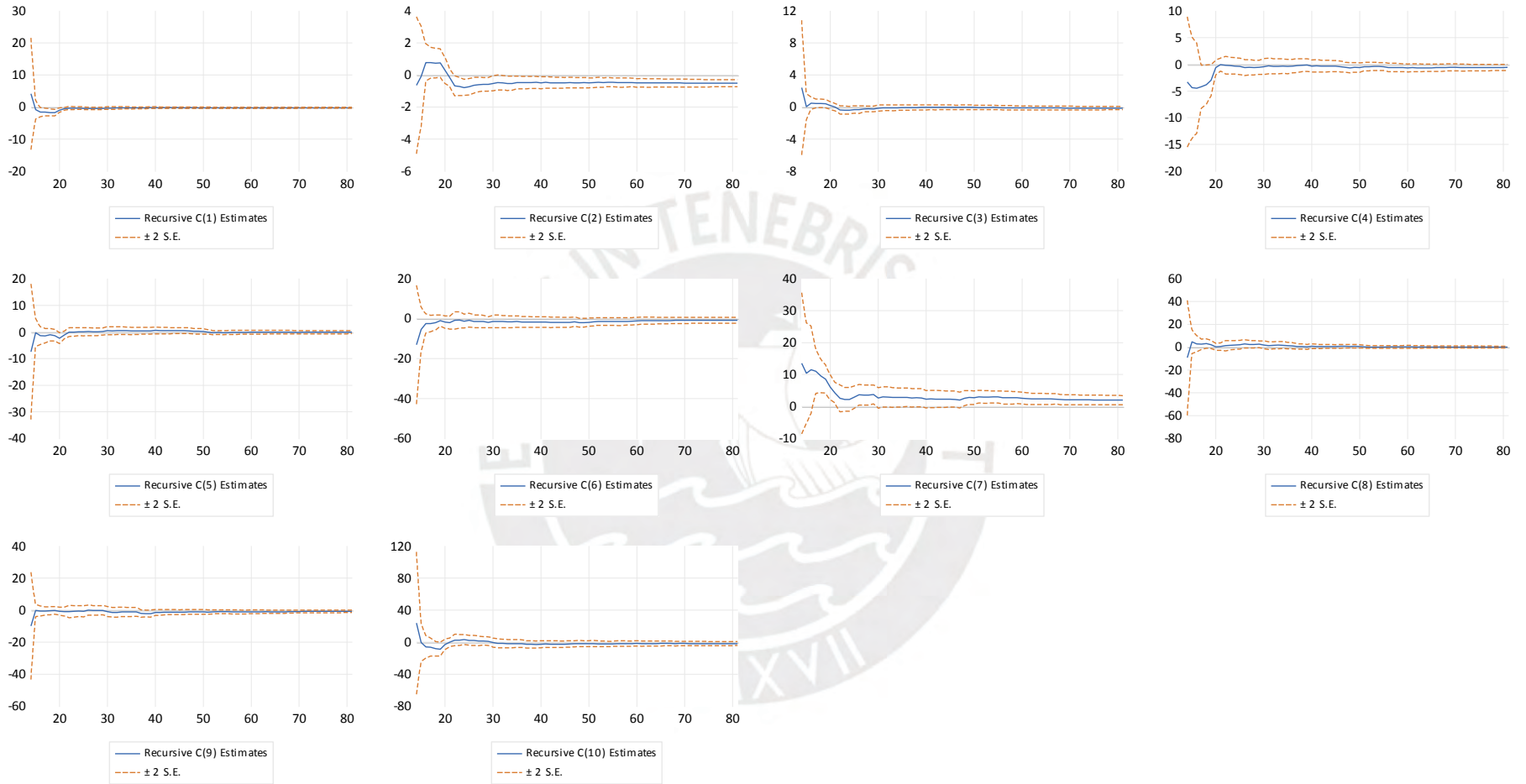
**Tabla 10.1**

<b>Variable en la ecuación objetivo</b>	<b>Coficiente</b>
$\alpha_1$	C(1)
$\Delta IEH(-1)$	C(2)
$\Delta IEH(-2)$	C(3)
$\Delta P(-1)$	C(4)
$\Delta P(-2)$	C(5)
$\Delta CS(-1)$	C(6)
$\Delta CS(-2)$	C(7)
$\Delta G(-1)$	C(8)
$\Delta G(-2)$	C(9)
C	C(10)

El Anexo N° 2 muestra los resultados de la prueba de estabilidad, donde se observa que los coeficientes C(2), C(4) y C(7), los cuales representan la dinámica de corto plazo de las inversiones, del precio del petróleo y de los conflictos sociales, respectivamente, presentan una pequeña inestabilidad a principio del periodo de análisis. Este comportamiento puede estar relacionado a la crisis financiera, debido a que esta última aconteció en un periodo muy cercano al principio del periodo de estudio. También es válido intuir que dichos coeficientes llegan a ser estables a largo plazo, mientras se va incorporando mayor información.

Por otra parte, los demás coeficientes presentan una marcada estabilidad, sobre todo el C(1), uno de los coeficientes más importantes debido a que representa el coeficiente del término de ajuste. Esta prueba muestra que los coeficientes estimados presentan en conjunto una relativa estabilidad, con la cual son aceptados para realizar inferencias.

**Anexo N° 2: Pruebas de Coeficientes Recursivos para los Parámetros de la Ecuación de Corrección de Errores**



*Elaboración: Propia.*