

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA



TESIS

**Efecto de las variaciones de los precios internacionales del petróleo sobre el precio de la gasolina
en Colombia**

Alejandra Bermúdez Vaca

Andrés Luengo Morales

**FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**BOGOTÁ D.C
Noviembre 3 de 2018**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1 CONTEXTO.....	4
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	8
4. OBJETIVOS	11
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	11
5.1 MARCO CONCEPTUAL	11
5.1.1 WEST TEXAS INTERMEDIATE Y BRENT.....	11
5.2 LA GASOLINA	12
5.3 MARCO TEÓRICO.....	12
5.3.1 CADENA DE VALOR DEL SECTOR	16
5.3.2 REGULACIÓN DE LOS PRECIOS DE LA GASOLINA.....	17
5.3.2.1 Ingreso al productor	18
5.3.2.2 Precio máximo de venta al distribuidor mayorista.....	19
5.3.2.3 Precio máximo en planta de abastecimiento mayorista	21
5.3.2.4 Precio de referencia de venta al consumidor final	22
6. METODOLOGÍA	23
6.1 MODELO DE REZAGOS DISTRIBUIDOS FINITO	23
6.1.1 Ajuste temporal.....	24
6.1.2 Asimetría en la respuesta del precio de la gasolina ante aumentos o disminuciones en la cotización del Brent.....	25
6.1.3 Ajuste parcial.....	26
6.1.4 Modelo final	28
7. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.....	28
8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	29
8.1 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE	30

8.2 IMPACTO DE LAS FLUCTUACIONES EN LA COTIZACIÓN DEL BRENT SOBRE EL PRECIO DE LA GASOLINA EN COLOMBIA	31
8.3 IMPACTO SOBRE LA GASOLINA ANTE AUMENTOS O DISMINUCIONES EN LA COTIZACIÓN DEL BRENT.	33
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
ANEXOS	44
ANEXO 1	44
ANEXO 2	44
ANEXO 3	45
ANEXO 4.....	45
ANEXO 5	46

1. INTRODUCCIÓN

La historia reciente de Colombia da cuenta de un sinnúmero de esfuerzos que buscan una diversificación productiva en Colombia. Sin embargo, la industria petrolera continúa teniendo un papel importante en la economía colombiana, representado aproximadamente el 57,6% de las exportaciones del país. En el año 2014, la caída de los precios internacionales del petróleo, WTI y Brent¹ tuvo fuertes repercusiones sobre la economía colombiana debido a que el Estado dejó de percibir ingresos derivados de esta actividad, ingresos que permiten financiar la inversión pública y otros gastos de la Nación (Contraloría general de la República, 2017).

Teniendo en cuenta que Colombia es un país productor y exportador de petróleo, se esperaría que los colombianos tuvieran que destinar una proporción mínima de su Producto Interno Bruto (PIB) per cápita diario para consumir un galón de gasolina. Sin embargo, una persona en Colombia destina en promedio un 16,12% del PIB per cápita para comprar un galón de gasolina; mientras que, en Noruega, país con la gasolina más cara del mundo, se destina solo el 3,43% de su PIB diario para el mismo fin. Lo anterior evidencia que, no sólo los colombianos tienen que gastar una mayor proporción de su salario para comprar un galón de gasolina, sino que el mayor costo de la gasolina afecta a la economía en general debido a que la capacidad de ahorro y de compra se disminuye, y, por ende, hay menos cantidad de dinero para destinar al consumo de otros productos.

Ahora bien, dado que la gasolina es un derivado del petróleo se esperaría que los precios de la gasolina y los del petróleo estuvieran relacionados simétricamente. Sin embargo, diferentes autores han demostrado que las variaciones positivas y negativas del precio del petróleo tienen un impacto diferente sobre el precio de la gasolina. En ese sentido, los investigadores manifiestan que cuando el precio del petróleo sube, el precio de la gasolina sube significativamente, pero cuando la cotización del petróleo cae, el precio de la gasolina no sufre una variación importante.

Para estudiar el efecto de los precios internacionales del petróleo sobre el precio de la gasolina, inicialmente se construyó una regresión lineal simple en donde se evidenció la relación causal entre ambas variables. Posteriormente, se especificaron diferentes modelos con el fin de estudiar el impacto que tienen las variaciones del precio del petróleo sobre el precio de la gasolina.

¹ El Western Texas Intermediate (WTI) es el precio de referencia del petróleo en Estados Unidos y el Brent en el marco europeo.

Así, se encontró que el precio del Brent no tiene un efecto inmediato sobre el precio de la gasolina, y que este tarda aproximadamente dos meses en incorporar las fluctuaciones en la cotización del petróleo. Por último, se construyó un modelo de rezagos distribuidos finitos con el objetivo de medir el impacto de las variaciones positivas y negativas sobre el precio de la gasolina. Sin embargo, debido a factores como la normatividad en torno a la fijación de precios de combustibles líquidos, y a la periodicidad de los datos (mensual), no se pudo comprobar la existencia de asimetrías en la respuesta de los precios de la gasolina ante cambios positivos en el precio del Brent, ya que dichas variaciones resultaron no ser significativas para explicar los cambios en el precio de la gasolina.

Ahora bien, a través del modelo de rezagos distribuidos finitos, se pudo establecer que las variaciones negativas de la cotización del petróleo que se producen en los “t-1” y “t-2” periodos, tienen un efecto importante sobre el precio de la gasolina en el periodo “t”. Así, la gasolina disminuirá aproximadamente 57 centavos de dólar en el periodo “t”, si hay una disminución de un dólar en los “t-1” y “t-2” periodos anteriores. Los resultados también evidenciaron que si el precio de la gasolina aumenta un dólar en el periodo “t-1”, entonces el precio de la gasolina en “t” tratará de romper la tendencia y disminuirá 32 centavos de dólar. En contraste, el precio de la gasolina aumentará en 39 centavos de dólar cuando el precio disminuya en un dólar en el periodo “t-1”. Así, se prueba que el precio de la gasolina tiene una tendencia alcista, pues cuando la gasolina baja, la corrección hacía arriba es mucho mayor que la corrección que se presenta cuando el precio de la gasolina sube.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 CONTEXTO

Durante años el principal motor de la economía colombiana fue el café. No obstante, la rentabilidad en torno a la actividad cafetera disminuyó a finales de los años ochenta, entre otros, por el descubrimiento de nuevas actividades económicas como la exportación de petróleo y de carbón (Cárdenas, 2013, pág. 533). Así, desde la apertura económica en 1990, la economía colombiana ha estado atada al sector productor de petróleo y gas. Según López, Montes, Garavito,

& Collazos (2013, pág. 6), los ingresos de este sector se originan en las exportaciones y ventas internas de crudo y gas. En ese sentido, ellos afirman que debido a que la demanda de las refinerías locales se ha mantenido relativamente estable durante los últimos años, las ventas externas de crudo colombiano dependen del volumen adicional producido y de los precios internacionales del petróleo.

En Colombia se han promovido diferentes esfuerzos que buscan mitigar el impacto de las fluctuaciones de los precios de referencia internacional del petróleo en la economía colombiana. A pesar de que estos buscan lograr una diversificación productiva en Colombia, la economía del país continúa siendo dependiente de la actividad petrolera. Esto se debe a que el Producto Interno Bruto es influenciado por el sector petrolero, que tiene una participación del 57,6% en las exportaciones colombianas (Ver Anexo 1) (DANE, 2018). Esta dependencia también se acentúa porque la explotación de los recursos no renovables del país genera importantes ingresos tributarios, así como regalías que permiten financiar la inversión pública y otros gastos de la Nación (Contraloría general de la República, 2017).

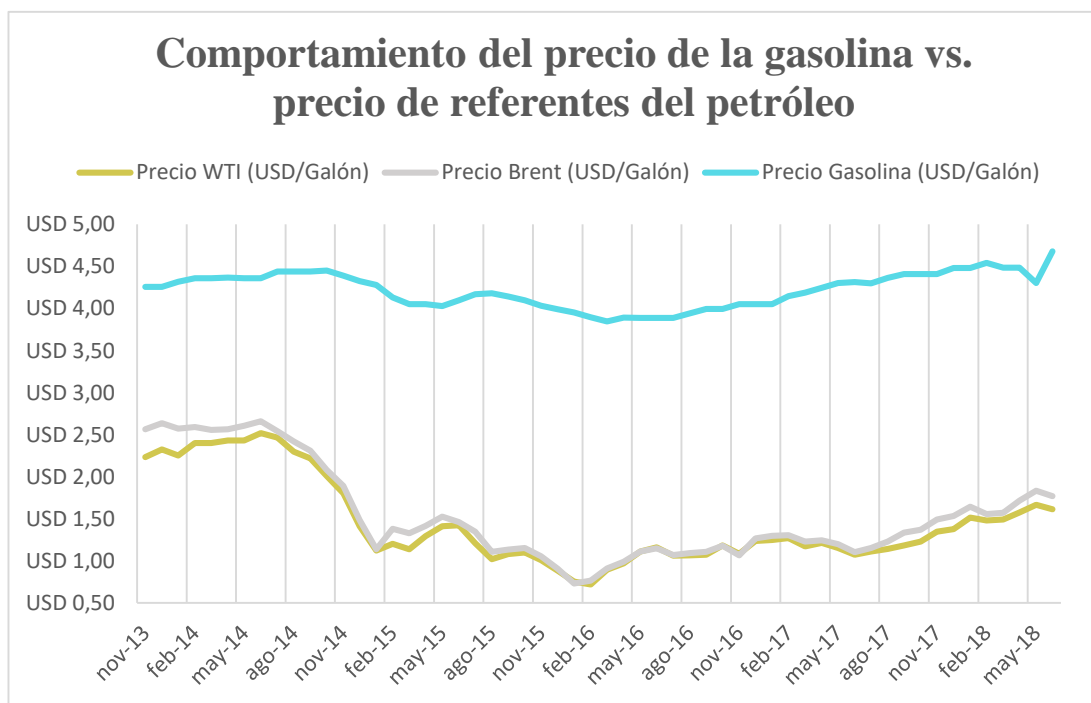
Para ilustrar esta dependencia es necesario dar cuenta del impacto que tuvo la caída de los precios de referencia internacional sobre la economía colombiana en el año 2014. Como se evidencia en la ilustración 1, el Brent cayó un 59,51% en siete meses, al pasar de cotizar a USD 115,06 por barril el 19 junio de 2014 a USD 46,59 por barril el 13 enero de 2015 (Ver Anexo 2). Por su parte, el WTI pasó de cotizar de USD 107,26 por barril el 20 junio de 2014 a USD 44,45 por barril en enero 28 del siguiente año, es decir, tuvo una caída de 58,56% en los mismos siete meses. Lo anterior tuvo repercusiones en la economía del país ya que “implicó un (...) desequilibrio de la cuenta corriente y, al mismo tiempo, un deterioro de las finanzas públicas, dada la alta dependencia a los ingresos petroleros” (Echavarría, 2017, pág. 3). Frente a esta situación de dependencia, resulta inevitable reconocer que la economía colombiana se debe diversificar, no sólo horizontalmente, especializándose en nuevos mercados, sino también verticalmente, extendiendo su participación en las actividades petroleras más allá de los límites de la extracción.

Ahora bien, siendo un país productor y exportador de petróleo, y teniendo en cuenta que la economía del país se encuentra atada a dicha actividad, se esperaría que los precios de la gasolina y los precios del crudo fluctuasen de forma armónica. Sin embargo, como se evidencia en la ilustración 1, el precio del combustible en Colombia no disminuyó en forma proporcional a la caída de los precios del WTI y el Brent en el 2014. De conformidad con el Ministerio de Minas y

Energía, el precio de la gasolina en junio del 2014 y en enero del 2015 era de USD 4,36 y USD 4,28 por galón respectivamente. Es decir que, a pesar de que los precios de referencia del petróleo cayeron en más del 50% en dichos siete meses, los precios de la gasolina solo disminuyeron en un 1,87% en el mismo periodo.

Lo anterior puede ser explicado por la facultad que se le otorgó en 1974 al Ministerio de Minas y Energía (MME) para determinar los precios de los productos derivados del petróleo. Dicha normativa buscaba garantizar que las empresas refinadoras de la época pudieran recuperar los costos de la importación y procesamiento de crudo (Fedesarrollo, 2015). En 1998, cuando Colombia ya era exportador petrolero, el MME cambió su método para fijar el precio de la gasolina y empezó a utilizar una fórmula que buscaba, entre otros objetivos, incorporar la dinámica de los precios de referencia internacional del crudo al precio de la gasolina. Sin embargo, como se evidenció con anterioridad, el impacto (efecto transmisor) que tiene la devaluación o revaluación de los precios internacionales del petróleo sobre el precio de la gasolina es mínimo.

Ilustración 1



Elaboración propia haciendo uso de los datos del precio de la gasolina recolectados por el Ministerio de Minas y de los datos de la cotización del Brent y el WTI tomados de la página de la Administración de información de energía de Estados Unidos

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El petróleo representa aproximadamente el 60% del costo de la gasolina (Atil, Lahiani, & Nguyen, 2014) y, por lo tanto, se esperaría que los precios de este combustible respondieran de forma proporcional al comportamiento de los precios del Brent². Sin embargo, “algunos observadores han afirmado [y demostrado] que los precios de la gasolina reaccionan más rápidamente ante aumentos en los precios de referencia del crudo que ante disminuciones” (Borenstein, Cameron, & Gilbert, 1997). Como se mencionó con anterioridad, en el 2014, la cotización del Brent cayó un 59,51% en siete meses, y por su parte, la gasolina en el mismo periodo únicamente varió un 1,87%. Después de la fuerte caída de los precios del petróleo en dicho año, estos empezaron a recuperarse en julio del 2017, cuando el Brent cotizó a USD 48,48 dólares por barril. En siete meses el Brent aumentó su cotización en 34,74%, siendo esta en febrero del 2018 de USD 65,32 por barril. Por su parte, el precio de la gasolina tuvo una variación de 5,66%, lo cual demuestra que, no solo los precios del petróleo y de la gasolina no reaccionan proporcionalmente, sino que los aumentos en el precio del petróleo tienen un impacto más fuerte sobre el precio de la gasolina que las disminuciones.

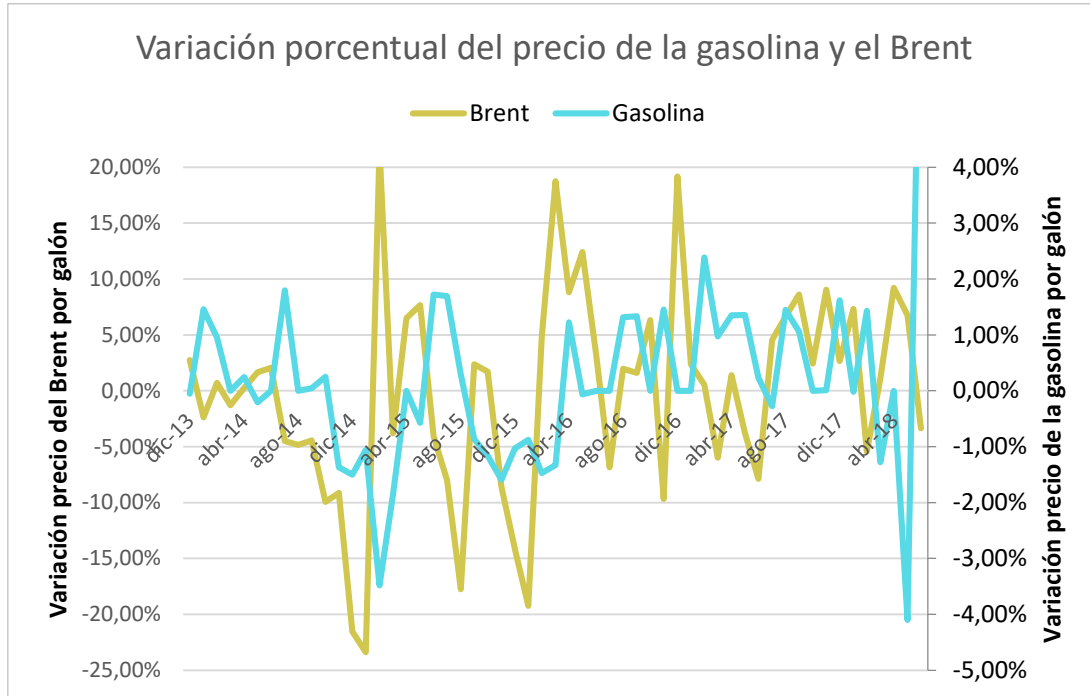
Por otro lado, Atil *et al* (2014) en su estudio acerca de transmisión asimétrica y no lineal de los precios del crudo a los precios de la gasolina y el gas natural, concluyen que “no solo los precios de la gasolina responden asimétricamente a los movimientos del precio del petróleo, sino que también hay un retraso temporal en su reacción a los cambios en los precios del petróleo crudo”. La ilustración 2 evidencia que una variación en el precio del Brent no tiene un efecto inmediato en el precio de la gasolina, por ejemplo, en julio del 2014 la cotización del Brent disminuyó en un 4,64% con respecto al mes anterior, sin embargo, los precios de la gasolina no presentaron una disminución sino hasta noviembre del mismo año. Así mismo, entre enero y febrero del 2015, el precio del Brent aumentó un 20,27%, y, sin embargo, los precios de la gasolina continuaron cayendo hasta junio del mismo año.

Para entender las situaciones plasmadas con anterioridad, el presente trabajo busca determinar ¿qué factores tienen influencia en la fijación del precio de la gasolina en Colombia?, y

² Debido a que el Brent es el precio de referencia para Colombia, en este trabajo se hará especial énfasis en él.

¿por qué las fluctuaciones del precio internacional del petróleo y de la gasolina no tienen un comportamiento simétrico?

Ilustración 2



Elaboración propia haciendo uso de los datos del precio de la gasolina recolectados por el Ministerio de Minas y de los datos de la cotización del Brent tomados de la página de la Administración de información de energía de Estados Unidos

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el siglo XVII Adam Smith planteó que las actividades económicas no debían ser intervenidas por el Estado debido a que, a su consideración, el libre mercado era el medio idóneo para lograr el máximo bienestar social. No obstante, las crisis derivadas del liberalismo económico han demostrado que la intervención es necesaria para garantizar la estabilidad económica de las naciones. En ese sentido, la intervención del Estado como ente regulador de la fijación de precios de la gasolina es importante para garantizar que el consumidor final pague un precio objetivo y que los minoristas no se organicen en un cartel para definir el precio arbitrariamente.

En un estudio realizado por Colfecar (2014), en donde se analiza la relación entre el precio del petróleo y el PIB per cápita diario con datos del 2014, se concluye que el precio de los

combustibles tiene un impacto significativo en el bolsillo de los colombianos y en su capacidad de compra, lo cual, impacta negativamente el bienestar económico. Siguiendo el trabajo realizado por Colfecar y haciendo uso de los datos del Banco Mundial, en el 2016, el precio de la gasolina en Colombia costaba alrededor de 2,54 USD/galón, mientras que en Hong Kong y Noruega³ el galón alcanzaba un precio de USD 6,96 y USD 6,66 respectivamente. Si bien el precio por galón es mayor en estos dos países, analizar únicamente los precios de la gasolina sería erróneo debido a que los ingresos per cápita de dichos países son muy diferentes (Colfecar, 2014). El Anexo 3 muestra que mientras en Noruega y en Hong Kong se gastan el 3,43% y el 5,81% de su salario para comprar un galón de gasolina, los colombianos se gastan el 16,12%. Lo anterior, evidencia que no sólo los colombianos tienen que invertir mayor proporción de su salario para comprar un galón de gasolina, sino que la capacidad de ahorro y de compra es mucho menor.

Los precios de la gasolina suponen una preocupación tanto para las familias como para las empresas. Por un lado, están los colombianos, quienes gastan aproximadamente el 16,12% de su PIB per cápita diario para comprar un galón de gasolina, lo cual no sólo representa un peligro para el bienestar de la familia sino para la economía colombiana pues “mientras más tenga que pagar un colombiano [por la gasolina], menos dinero le queda para adquirir otros bienes o servicios. El menor consumo termina por influir negativamente en la producción, lo que a su vez impacta negativamente el empleo y el bienestar de la economía” (Colfecar, 2014). Es decir, cuando un colombiano tiene que invertir una proporción mayor de sus ingresos en el consumo de la gasolina, el consumo de otros bienes y servicios disminuye, por lo cual, las empresas tienen que reducir la producción y sus costos fijos mediante el despido de personal, cuando esto sucede, más personas tienen que limitar su consumo y el ciclo se repite, perjudicando la economía en general.

En los países con mayor PIB per cápita en Latinoamérica, Uruguay y Chile, sus habitantes únicamente destinan el 13,38% y 10,07% de sus ingresos diarios para consumir un galón de gasolina (Anexo 2). Y los peruanos, que tienen un PIB per cápita parecido al de los colombianos, destinan 22,41% de su renta diaria en el consumo de un galón de gasolina. Esta brecha que se presenta entre el precio de la gasolina en los países latinoamericanos no está relacionada con problemas de costos de producción sino con la carga que le impone la Nación al consumo del combustible (Álvaro Younes, citado por La República, 2017). En ese sentido, es importante que

³ Según los datos del Banco Mundial, Eritrea, Hong Kong y Noruega eran los países en los que se vendía la gasolina más cara en el 2016.

se evalúe el método mediante el cual se define el precio de la gasolina en Colombia y se evidencie si los impuestos a dicho combustible son competitivos.

Por otro lado, están las empresas, quienes utilizan la gasolina como insumo para operar. En la actualidad, el precio del “combustible representa el 35% de los costos de los transportadores, por lo que cualquier alza genera un gran impacto” (El País, 2018) en los márgenes de rentabilidad del gremio de transporte. Sin embargo, este costo no es exclusivo de dicha actividad, numerosas empresas, de distintos sectores, se ven afectadas por el precio de la gasolina. Así, el presente trabajo les permitirá a los ciudadanos y a los diferentes gremios y empresas conocer los factores que inciden sobre el precio del petróleo, cuantificar el efecto transmisor de los precios del petróleo a los precios de la gasolina en Colombia y así anticipar posibles impactos que las variaciones de este insumo puedan causar en su actividad y/o presupuesto.

Ahora bien, con el objetivo de mitigar el impacto de una caída de los precios del petróleo, es necesario promover la diversificación del aparato productivo por medio de emprendimientos en nuevos sectores económicos. En un análisis realizado por la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF, 2017) se demuestra que la competitividad vial y logística de Colombia en los últimos años ha sido insuficiente, lo que implica que las empresas colombianas tengan que incurrir en costos más altos que las empresas que importan los productos en el país. Por lo anterior, es necesario que promuevan programas y reformas que permitan a los emprendedores disminuir sus costos para ser competitivos. Debido a esto es necesario evaluar si el método actual de fijación de precios garantiza a las empresas colombianas un precio razonable que les permita construir un sistema de costos competitivo.

Por último, hay quienes afirman que la regulación en torno a la fijación de precios favorece a los grandes distribuidores y tiene implicaciones negativas en los minoristas, quienes tienen que fijar un precio que se ajuste a las políticas de ley y que les permita mantener un margen de ganancia. En ese sentido, la fórmula para fijar el precio de la gasolina asigna participaciones a quienes integran la cadena de valor, y como hay grandes distribuidores que se han integrado verticalmente, controlando gran parte de esta cadena, estos pueden bajar los precios del combustible, para ganar cuota de mercado y dejar por fuera del negocio a pequeños minoristas (Morales, 2015).

Según mi leal saber, en Colombia no se ha realizado un trabajo cuyo objetivo sea identificar los factores que influyen en la fijación del precio de la gasolina, y entender la asimetría entre la

cotización del precio internacional del petróleo y de la gasolina. Por lo tanto, se considera importante realizar un estudio al respecto debido a que evaluar la mencionada asimetría, y entender la relación entre el precio del petróleo y de la gasolina, es necesario para poder anticipar y tomar medidas con respecto a los efectos de las fluctuaciones del Brent en el presupuesto de la nación, las empresas y las familias. Además, entender cómo se determinan los precios de la gasolina permitirá concluir al lector si el actual sistema de regulación de precios es competitivo.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el efecto que tienen los precios internacionales del petróleo en el precio de la gasolina en Colombia.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el comportamiento del precio de la gasolina en Colombia ante cambios positivos y negativos de los precios internacionales del precio del petróleo crudo.
- Reconocer los determinantes que influyen en la cotización de la gasolina en Colombia.
- Entender cómo se establece el precio de la gasolina en Colombia.
- Hacer un análisis del actual sistema de fijación de precio de la gasolina en Colombia.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 WEST TEXAS INTERMEDIATE Y BRENT

El petróleo es un aceite mineral que está compuesto por una mezcla de hidrocarburos y que se utiliza como combustible doméstico e industrial, como carburante y lubricante, y como materia

prima básica (Foronuclear, 2010). Existen diferentes tipos de petróleo y su diferencia radica en el tipo de yacimiento del que se extraen y de su composición química. En la actualidad, los tipos del petróleo más conocidos son el WTI (que se extrae en Texas, Estados Unidos) y el Brent (se extrae del Mar del Norte), y la cotización de estos sirve –que en los diferentes mercados financieros del mundo se hace en dólares por barril- como referencia para definir el precio de los otros tipos de petróleo.

En Colombia se utiliza la cotización del Brent como marco de referencia debido a que históricamente la cotización de dicho índice es superior a la del WTI, lo que permite que los extractores y productores de petróleo perciban mayores ganancias utilizando el Brent (Dinero, 2012).

5.2 LA GASOLINA

Así como el petróleo, también existen muchos tipos de gasolina cuya diferencia reside en el porcentaje de octano que esta tenga. En Colombia, los dos tipos de gasolina son la corriente, que tiene un octanaje de 87, y la extra que cuenta con un octanaje de 97 (Vargas, 2013). Para fines del presente trabajo, se hará énfasis en la gasolina corriente y su cotización estará dada en dólares por galón.

5.3 MARCO TEÓRICO

Son numerosos autores los que han estudiado el efecto transmisor del petróleo y que comienzan examinando el impacto de los precios del crudo en las variables macroeconómicas (Atil *et al*, 2014). En ese sentido, en un documento del Banco de la República se expone que el sector petrolero en Colombia está vinculado con el sector público y con el sector externo. Con el primero, debido a que el Estado percibe ingresos fiscales por medio de impuestos y por la participación estatal en las utilidades petroleras; y con el segundo por el impacto que tiene el sector petrolero en la cuenta corriente, en el mercado cambiario y en la tasa de cambio (López, Montes, Garavito, & Collazos, 2013). Por su parte, Quero-Virla (2016), que estudia los efectos de las variaciones en el precio del petróleo en la economía colombiana, demuestra que, tras aumentos del precio del petróleo, hay un crecimiento del PIB, una disminución en la tasa de desempleo y una leve

disminución de la tasa de inflación. Además, en un estudio realizado por Perilla (2010) acerca del impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento de la economía colombiana, se evidencia que la cotización del crudo tiene un impacto en la sostenibilidad, los aspectos institucionales, la política económica del país, y el nivel de precios de otros bienes industriales. Además, dicha investigación evidencia que la variación de los precios afecta los costos de producción e influye las decisiones de demanda al reducir el ingreso de los hogares (Perilla, 2010).

En la revisión de la literatura también se encontraron diferentes estudios que, a través de diferentes modelos econométricos, evalúan la relación existente entre los precios del petróleo y la cotización de la gasolina alrededor del mundo. Por ejemplo, En 1991, Roger. W Bacon hizo un estudio, en Inglaterra, cuyo propósito era desarrollar una metodología para determinar si había una diferencia entre las trayectorias de ajuste cuando los precios del petróleo subían y bajaban. En este estudio, Bacon realiza un modelo de ajuste asimétrico parcial (ajuste de una función cuadrática) y desarrolla la hipótesis del efecto cohete-pluma⁴, que afirma que el proceso de ajuste de los precios de la gasolina no es lineal con respecto al choque inicial (los cambios en el precio del petróleo), por lo que, un shock positivo o negativo (proporcional) produce diferentes ajustes positivos o negativos. Esto quiere decir, que una variación positiva en los precios del petróleo produce un efecto diferente al efecto producido por una variación negativa de la misma proporción.

Posteriormente, en 1997, Borenstein *et al* hacen un estudio en Estados Unidos en el que analizan el efecto transmisor de los precios del petróleo a los precios de la gasolina en los diferentes puntos de la cadena de distribución. Para ello, inicialmente realizan un modelo simple de ajuste de retraso para estimar la velocidad a la que los precios de la gasolina responden a los cambios en la cotización del petróleo. Subsiguientemente, para abordar el componente de largo plazo, crearon un modelo de ajuste parcial. Y, por último, realizaron una función de ajuste acumulativo que les permitiera recolectar el efecto de un cambio no sólo en un momento específico sino a lo largo de un periodo determinado. Así, con este estudio, Borenstein *et al* (1997) descubren que el proceso que tienen lugar desde el terminal hasta los minoristas tiene un impacto significativo en la respuesta de los precios, es decir que, el efecto transmisor del precio del crudo a la gasolina minorista depende en gran medida de los márgenes intermedios de la cadena de distribución.

⁴ En inglés conocida Como Rockets and Feathers effect.

Adicionalmente, la evidencia empírica señala que los precios minoristas de la gasolina responden de forma más rápida ante aumentos que ante las disminuciones de los precios del petróleo.

En el 2014 Atil *et al* (2014) realizan un modelo de corrección de errores y un modelo de retardos distribuidos (autorregresivos no lineales) para evaluar el mismo efecto transmisor tanto en el corto como en el largo plazo. Con el primer modelo, los resultados no rechazan la hipótesis de la simetría entre el precio del petróleo y la gasolina, evidenciando que los precios del petróleo impulsan los precios de la gasolina, lo que se explica en gran medida por el hecho de que el petróleo representa aproximadamente el 60% del costo de la gasolina. Sin embargo, el segundo modelo, el de retardos distribuidos autorregresivos no lineales, evidencia que “no solo los precios de la gasolina responden asimétricamente a los movimientos del precio del petróleo, sino que también hay un retraso temporal en su reacción a los cambios en los precios del petróleo crudo” (Atil *et al*, 2014).

En el 2016, en Alemania se realizó una investigación sobre los lapsos de tiempo en el traspaso de precios de petróleo crudo. En él, Frondel, Vance, & Kihm (2016) construyen un modelo de corrección de errores y utilizan datos de prácticamente todas las estaciones de combustible para estudiar el efecto que tiene los precios del Brent sobre los precios de la gasolina en Alemania. En este estudio, Frondel *et al* (2016) encuentran que hay un rezago temporal de aproximadamente 6 a 8 semanas, y que el efecto transmisor de los precios del petróleo depende fundamentalmente de la cantidad de rezagos incluidos en el modelo de corrección de errores. En el 2018, Apergis y Vouzavalis (2018) crearon un modelo de rezagos distribuidos autorregresivos no lineales para evaluar si en Estados Unidos, en el Reino Unido, en Italia y en Grecia los precios de la gasolina respondían de forma asimétrica ante cambios en la cotización del petróleo. En su investigación los autores encuentran evidencia de que los precios de la gasolina y del petróleo reaccionan de forma simétrica en el corto y largo plazo en Grecia, en el Reino Unido y en los Estados Unidos. Por su parte, en Italia encontraron que hay asimetría en la respuesta de los precios de la gasolina ante cambios en la cotización del petróleo. Y por último, en España, los resultados muestran la asimetría a corto y largo plazo entre las dos variables.

Ahora bien, en Latinoamérica también se han realizado diferentes estudios en torno a las asimetrías en los precios de la gasolina y los precios del petróleo. En el 2001, en Argentina, Mercuri utiliza las funciones acumulativas de ajuste para medir “como responden los precios de los combustibles líquidos argentinos ante cambios en el precio de su principal insumo: el petróleo”

(Mercuri, 2001). En este estudio nuevamente se comprueba que existen asimetrías en la respuesta de precio de la gasolina ante cambios en el precio del petróleo, y que un cambio positivo en la cotización del crudo tiene un impacto mayor que un cambio negativo. Consecutivamente, en el 2004, Soruco construye un modelo de rezagos distribuidos finitos particionado con el objetivo de medir la respuesta de los precios de los combustibles en Chile ante variaciones en el precio del petróleo. En este se evidenció que en dicho país no se presentan asimetrías en el ajuste del precio de la gasolina ante cambios en la cotización del crudo y que la proporción de ajuste es igual en los casos de aumento como en los de disminución (Soruco, 2004).

Después, en el 2010 el Banco Central de Reserva del Perú construyó un modelo dinámico flexible (VAR neuronal) para estudiar la relación entre los precios de los combustibles en Perú y la cotización del WTI (Barrera, 2010), que es el índice de referencia en dicho país. En este análisis se concluye que “no existe presencia de asimetrías en las respuestas [de los precios de la gasolina] ante choques de diferente signo o magnitud” (Barrera, 2010) de los precios del WTI. Por último, en el 2017, se realizó una investigación en Brasil en la que realizaron un análisis de series de tiempo con el objetivo de identificar la relación entre el precio del barril de petróleo Brent y el valor de las acciones preferenciales de Petrobras comercializadas en Bovespa. En este estudio se comprobó que las variaciones del Brent tienen un efecto en las acciones preferenciales de Petrobras. Sin embargo, la cotización de dichas acciones incorpora elementos que tienen relevancia en la dinámica de precios de la acción de Petrobras (Leite, Almeida, Rech, & Da Silva, 2017).

Mediante la revisión de la literatura se evidencia que los diferentes modelos econométricos- con excepción de los propuestos por Soruco (2004), por el Banco Central de Reserva de Perú (2010) y por Apergis y Vouzavalis (2018) -, aceptan la hipótesis de que existe una relación no simétrica entre los precios de la gasolina y la cotización del petróleo. Además, los estudios evidencian que las variaciones en los precios del crudo no tienen un impacto inmediato sobre los precios de la gasolina, esto se debe entre otros, a la participación de diferentes agentes en la cadena de valor del sector. Según mi leal saber, en Colombia no se ha realizado una investigación cuyo objeto sea entender la relación asimétrica entre los precios de la gasolina en Colombia y los precios internacionales del petróleo. Para comenzar con dicho estudio, en las siguientes secciones se explicarán la dinámica del sector petrolero en el país y la regulación en torno a la fijación del precio de los combustibles líquidos.

5.3.1 CADENA DE VALOR DEL SECTOR

La cadena de valor de la gasolina (Ver Ilustración 3) comienza con la exploración, perforación (terrestre y marítima) y extracción del crudo de petróleo. Después de su extracción, este es transportado a las refinerías a través de oleoductos, carro tanques y buques, para ser sometido a altas temperaturas con el fin de obtener productos derivados (ANH, s.f). En la actualidad, Colombia tiene dos grandes refinerías, la de Barrancabermeja y la de Cartagena. Según Grupo Bancolombia (2016), estas refinerías, que pertenecen a Ecopetrol, tienen la capacidad de producir 415.000 barriles de petróleo al día, supliendo la demanda de combustibles fósiles en el país y exportando el excedente de producción.

Ilustración 3⁵



Elaboración propia

Cuando el petróleo ha sido convertido en combustible, este “es llevado a las plantas de abastecimiento operadas por distribuidores mayoristas [como Exxon, Texaco y Terpel] (...). [Y después, los combustibles] son transportados por carro tanques hasta las estaciones de servicio o hasta los grandes consumidores (Industrias, aeropuertos, compañías de transporte, etc.)” (Grupo Bancolombia, 2016). Según el listado de estaciones de servicio certificadas de SICOM⁶ (2018), en Colombia hay 5.964 estaciones de servicio que se encargan de distribuir el combustible al cliente

⁵ Todas las ilustraciones de este tipo fueron realizadas a través de la herramienta de diseño Canva.

⁶ Sistema de información de combustibles líquidos

final y si bien la regulación impone un límite al precio de la gasolina, las gasolineras ajustan el precio con el objetivo de ganar participación de mercado. En ese sentido, los distribuidores hacen que el precio de la gasolina no sea igual en todas las gasolineras, así, en un estudio realizado por la Asociación Colombiana de Petróleo (ACP, 2017), se evidencia que entre enero y agosto de 2017, el precio de la gasolina en las estaciones de servicio estaba entre 110-250 COP por galón debajo del precio de referencia.

5.3.2 REGULACIÓN DE LOS PRECIOS DE LA GASOLINA

Como se mencionó anteriormente, el Estado colombiano regula la fijación de precios de la gasolina desde 1974. Teniendo en cuenta que los precios internacionales del petróleo eran muy altos y que Colombia importaba petróleo en dicha época, la ley buscaba que las refinadoras pudieran cubrir sus costos de importación y de refinamiento (Fedesarrollo, 2015). Posteriormente, en 1986 la regulación cambió debido a que el país se convirtió en exportador de petróleo, así, los precios de la gasolina se empezaron a ajustar cada año [y desde 1996 cada dos años] con base a la inflación. (Martínez, 2011; citado por (Fedesarrollo, 2015)). De conformidad con Fedesarrollo (2015), en 1998, el gobierno adoptó una fórmula que le permitiera incorporar el comportamiento de los precios del petróleo al precio de la gasolina y liberar el mercado. Desde entonces, dicha fórmula ha sufrido diferentes modificaciones que buscan que el precio de la gasolina se ajuste a las condiciones del entorno.

Si bien todas las gasolineras del país ofrecen el combustible a diferentes precios mediante el ajuste de su margen de ganancia, en la actualidad, la regulación colombiana establece un techo para que los precios de la gasolina no suban a disposición de los distribuidores minoristas (El Tiempo, 2010). Así, la fórmula actual (Ver Anexo 4) – que es la suma del ingreso al productor, el costo del biodiesel, el impuesto a la nación, el impuesto territorial, los márgenes de distribución y el transporte- busca ajustar mensualmente los precios de la gasolina, teniendo como referencia los precios del petróleo (Portafolio, 2015).

Con el fin de clarificar la fórmula del precio de la gasolina en Colombia, en cada uno de los ítems que se presentan a continuación se hará el cálculo de cada uno de los componentes de la fórmula siguiendo el método del MME (2018) y tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá para junio de 2018.

5.3.2.1 Ingreso al productor

Aquellos que defienden el libre mercado afirman que la intervención del Estado afecta el bienestar económico. En ese sentido, consideran que es importante que sean los compradores y vendedores quienes negocien el precio de los productos y con base en este, determinen qué cantidad desean consumir. Cabe resaltar que esta dinámica es posible cuando los consumidores tienen la posibilidad de escoger entre diferentes ofertantes, haciendo que la competencia regule los precios. Sin embargo, como lo afirma Fedesarrollo (2015) en Colombia no hay un vasto número de productores que permita obtener el precio de mercado, por lo que la ley regula los ingresos que reciben los productores para que estos no lo ajusten arbitrariamente. En ese sentido, el Congreso de Colombia, mediante el proyecto de ley 172 de 2011, decretó que el ingreso al productor se fijaría mediante el promedio entre el costo interno y el precio internacional del petróleo. Así, la siguiente fórmula - en donde CBG es el costo de producir gasolina en los últimos seis meses, PPE es el precio de petróleo interno pagado a nivel internacional, y FC es el factor de conversión de barriles a galón- da las bases para determinar cuánto debe recibir el productor de gasolina por galón producido (el porcentaje varía dependiendo la región).

$$\text{Ingreso al productor} = \frac{(\text{CBG}) * (\sum \text{TRM}/6) + \text{PPE}}{\frac{2}{\text{FC}}}$$

El ingreso al productor contiene otro componente que es el ingreso al productor de alcohol carburante⁷, cuya base se calcula “un 70% por la variación del índice de precios al productor [IPP] del año inmediatamente anterior a la fecha del ajuste y en 30 % restante, con base en la devaluación anual de la tasa de cambio” (Fedesarrollo, 2015).

Tomando como apoyo las metodologías anteriormente mencionadas, y siguiendo el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá para junio de 2018, se calculará el ingreso máximo al productor de gasolina. Así, tomando como referencia la fórmula (1) se calcula la base 100%, que para el periodo mencionado fue de COP 4.751,05, sobre la cual se determina el ingreso del productor de la gasolina -por ejemplo, Reficar-. Teniendo en

⁷ Etanol

cuenta que en Bogotá el productor de gasolina obtiene el 90% de la base, el ingreso de este para junio de 2018 no puede superar los COP 4.275,95 por galón.

Ahora bien, con la variación del IPP y la devaluación anual de la TRM⁸ se calcula la base 100%, que para junio de 2018 fue de COP 7.170, sobre la cual se obtiene el ingreso al productor de alcohol carburante – por ejemplo, la destilería Riopaila S.A.S-. En Bogotá, la gasolina debe tener 10% de Etanol, por lo que las destilerías recibirían un máximo de COP 717,08 por galón. En ese sentido, el ingreso total al productor de combustible para junio de 2018 fue de no más de COP 4.993,02 por galón.

Ilustración 4

INGRESO AL PRODUCTOR DE COMBUSTIBLE



	BASE 100%	PROPORCIÓN SOBRE LA BASE	INGRESO
INGRESO AL PRODUCTOR DE GASOLINA MOTOR CORRIENTE	COP 4.751,05	90%	COP 4.275,95
INGRESO AL PRODUCTOR DE ALCOHOL CARBURANTE	COP 7.170,77	10%	COP 717,08
INGRESO AL PRODUCTOR DE COMBUSTIBLE			COP 4.993,02

Elaboración propia tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá

5.3.2.2 Precio máximo de venta al distribuidor mayorista

Para determinar el precio máximo de venta al distribuidor mayorista, al ingreso del productor se le debe sumar el impuesto nacional a la gasolina y al ACPM⁹ (que hasta junio de 2018 fue de COP 459,04 por galón); el IVA del combustible fósil (el valor se obtiene aplicando la tarifa del IVA [19%] sobre el valor del IP fósil considerando el nivel de mezcla con biocombustible

⁸ Tasa Representativa de mercado

⁹ Aceite Combustible Para Motores

(SICOM, 2018); el impuesto al carbono (COP 127,8 por galón); la tarifa de marcación (COP 7,67 por galón), que tiene el propósito de evitar el contrabando; la tarifa de Transporte por poliductos (depende de la localización del punto de entrega); la tarifa de transporte del biocombustible (depende de la mezcla de biocombustible y la distancia entre las plantas destiladoras y productoras y las plantas de abastecimiento mayorista); y el margen plan de continuidad (COP 71.51 por galón) (SICOM, 2018).

Ilustración 5

PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL DISTRIBUIDOR MAYORISTA			
	REGULACIÓN		INGRESO
INGRESO AL PRODUCTOR DE COMBUSTIBLE			COP 4.993,02
IMPUESTO NACIONAL	COP 459,04		COP 459,04
IVA	19%		COP 817,97
IMPUESTO AL CARBONO	COP 127,8		COP 127,8
TARIFA DE MARCACIÓN	COP 7,67		COP 7,67
TARIFA DE TRANSPORTE POR POLIDUCTOS			COP 80,79
TARIFA DE TRANSPORTE DEL BIOCOMBUSTIBLE			COP 458,58
MARGEN PLAN DE CONTINUIDAD	COP 71,51		COP 71,51
PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL DISTRIBUIDOR			COP 7.016,39

Elaboración propia tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá

Como se evidenció con anterioridad, el ingreso total al productor para junio de 2018 fue aproximadamente de COP 4.993,02. Para obtener el ingreso máximo que las refinerías y las destilerías le pueden cobrar a distribuidores mayoristas como Exxon, Terpel y Texaco, a dicha cifra se le debe sumar el impuesto nacional (COP 459,04), el IVA sobre las ventas (debido a que no se conoce el valor del IP Fósil ni el nivel de mezcla con biocombustible, se calculó el valor del IVA en COP 817,97), el impuesto al carbono (COP 127,8), la tarifa de marcación (COP 7,67), la tarifa por poliductos (que de conformidad con Ecopetrol (2014) es de COP 80,79), la tarifa de transporte de biocombustible (que según Ecopetrol (2014) es de COP 458,58) y el margen de

continuidad (COP 71.51). Haciendo la sumatoria, se concluye que los distribuidores mayoristas pagan un precio máximo de COP 7.016,39 a los productores de gasolina y Etanol (Ver ilustración 5).

5.3.2.3 Precio máximo en planta de abastecimiento mayorista

Para obtener el ingreso máximo de los distribuidores mayoristas -como Exxon, Terpel y Texaco-, al precio que ellos pagaron al productor (que para Junio de 2018 no superó los COP 7.016,39) se le debe sumar el margen al distribuidor mayorista (que según lo estipulado por la Resolución 41278 de 2016, no debe ser superior a COP 358,63 por galón), el IVA sobre el margen al distribuidor mayorista (19% por COP 358,63 = 68,14), y la sobretasa (que es estipulada mensualmente por los consejos municipales) (SICOM, 2018). Teniendo en cuenta que la sobretasa en Bogotá es de COP 1.142,72, se calcula el ingreso máximo del distribuidor mayorista para el 2018 fue de COP 8.585,88 (ver ilustración 6).

Ilustración 6

PRECIO MÁXIMO EN PLANTA DE ABASTECIMIENTO MAYORISTA		
	REGULACIÓN	INGRESO
PRECIO DE VENTA AL DISTRIBUIDOR MAYORISTA		COP 7.016,39
MARGEN AL DISTRIBUIDOR MAYORISTA	COP 358,63	COP 358,63
IVA SOBRE EL MARGEN	19%	COP 68,14
SOBRETASA	COP 1.142,72	COP 1.142,72
PRECIO MÁXIMO EN PLANTA DE ABASTECIMIENTO MAYORISTA		COP 8.585,88

Elaboración propia tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá

5.3.2.4 Precio de referencia de venta al consumidor final

De conformidad con SICOM (2018), cuando se ha determinado el precio máximo en planta de abastecimiento mayorista (que para junio de 2018 fue de no más de COP 8.595,88), se le deben agregar el margen del distribuidor minorista (que según la Resolución 40222 de 2015 el margen máximo es de \$625.61), pérdida por evaporación (de conformidad con el Decreto 3322 de 2006 es el “0.4% del precio de venta en planta de abasto mayorista en las diferentes zonas del país”) y el transporte de la planta de abastecimiento mayorista a la estación de servicio (depende de la localización de la estación de servicio); dicha sumatoria es el precio techo, es decir, el máximo monto que puede cobrar una gasolinera en el país.

Ilustración 7

PRECIO DE REFERENCIA DE VENTA AL CONSUMIDOR FINAL		REGULACIÓN	INGRESO
PRECIO MÁXIMO EN PLANTA DE ABASTECIMIENTO MAYORISTA			COP 8.585,88
MARGEN DEL DISTRIBUIDOR MINORISTA	COP 625,61		COP 625,61
PÉRDIDA POR EVAPORACIÓN	0,4%		COP 34,34
TRANSPORTE DE LA PLANTA DE ABASTECIMIENTO MAYORISTA A ESTACIÓN			COP 57,17
PRECIO DE REFERENCIA DE VENTA AL CONSUMIDOR FINAL			COP 9.303,00

Elaboración propia tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá

En ese sentido, la pérdida por evaporación se calcula haciendo el producto entre 0.4% y el precio máximo en planta de abastecimiento mayorista (COP 8.585,88) y el transporte de la planta de abastecimiento a la estación es de COP 57,17 según la resolución 41280 del 30 de diciembre de 2016. Así las cosas, para junio de 2018, las gasolineras en Bogotá cobrarían un precio de gasolina no superior a COP 9.303,00 por galón (ver Ilustración 7).

6. METODOLOGÍA¹⁰

6.1 MODELO DE REZAGOS DISTRIBUIDOS FINITO

Para evaluar la asimetría entre la cotización del Brent y los precios de la gasolina en Colombia, se seguirá el trabajo de Borenstein *et al* (1997) realizado para Inglaterra y el de Mercuri (2001) efectuado para Argentina. En ese sentido, se creará un modelo de rezagos distribuidos, el cual es un “análisis de regresión con datos de series de tiempo, que incluye no sólo valores actuales sino además valores rezagados (pasados) de las variables explicativas” (Gujarati & Porter, 2010, pág. 617). Debido a que para la presente investigación se considerará un periodo de tiempo específico comprendido entre enero de 2010 y junio de 2018, se hará uso de un modelo de rezagos distribuidos finitos, que se puede representar de la siguiente forma (Gujarati & Porter, 2010, pág. 617):

$$(1) Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t$$

El modelo mencionado con anterioridad es una regresión lineal, “en la cual la variable dependiente (la regresada) se relaciona con una sola variable explicativa (la regresora)” (Gujarati & Porter, 2010, pág. 34); es decir que un cambio en la variable regresada puede ser explicada por una variación en el comportamiento de la variable covariada:

$$(2) Y = F(x)$$

Ahora bien, teniendo en cuenta que la función es lineal, es decir que, todas las variables están elevadas a la uno, el modelo de regresión lineal simple se representa de la siguiente forma (Gujarati & Porter, 2010, pág. 38):

$$(3) E(Y/X_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

¹⁰ Este capítulo está basado principalmente en el material de Borenstein *et al* (1997) y Mercuri (2001)

En donde las betas (β_0 y β_1), es decir, los coeficientes de regresión “son parámetros no conocidos pero fijos” (Gujarati & Porter, 2010, pág. 37). En ese sentido y tomando como referencia a Borenstein *et al* (1997), se asume que la relación lineal de largo plazo entre la gasolina y la cotización del Brent está representada por la siguiente fórmula:

$$(4) R_t = \phi_0 + \phi_1 C_t + \epsilon_t$$

En donde R_t es el precio de la gasolina por galón en el periodo t, C_t el precio del Brent por galón en el periodo t, y ϵ_t es el término de error, que representa factores distintos al precio del Brent que afectan al precio de la gasolina en el mismo periodo (Wooldridge, 2010, pág. 23).

6.1.1 Ajuste temporal

Como se mencionó anteriormente, los diferentes estudios en torno a la asimetría de precios demuestran que existe un rezago temporal en la respuesta del precio de la gasolina a cambios en la cotización del Brent, es decir, que una variación en el precio del petróleo no tiene un impacto inmediato en el precio de la gasolina. Borenstein *et al* (1997) asumen que la función de ajuste es invariante en el periodo muestral e independiente de la magnitud absoluta del precio del petróleo; lo que quiere decir que una variación de 0,5% o del 5% en la cotización del Brent tendrá el mismo impacto sobre el precio de la gasolina (Mercuri, 2001).

Ahora bien, teniendo en cuenta que el cambio en la cotización del Brent se define como $\Delta C_t = C_t - C_{t-1}$ y el cambio en el precio de la gasolina se define como $\Delta R_t = R_t - R_{t-1}$, es posible representar el ajuste temporal de la siguiente forma (Mercuri, 2001):

$$(5) \quad \begin{aligned} \Delta R_t^t &= \beta_0 \Delta C_t \\ \Delta R_{t+1}^t &= \beta_1 \Delta C_t \\ &\vdots \\ \Delta R_{t+n}^t &= \beta_n \Delta C_t \end{aligned}$$

En donde el superíndice representa el cambio del precio de la gasolina y del petróleo que se produce en el periodo “t” y “n” el número de periodos que tarda el precio de la gasolina en ajustarse al cambio del precio del petróleo producido en el periodo “t”. Así las cosas, la variación total del precio de la gasolina en el periodo “t” depende de las variaciones en el precio del Brent en los “n” periodos anteriores. Considerando lo anterior, es posible representar el cambio total, utilizando un modelo de diferencias, como:

$$(6)\Delta R_t = \Delta R_t^t + \Delta R_t^{t-1} + \dots + \Delta R_t^{t-n}$$

O de forma paramétrica, como:

$$\Delta R_t = \beta_0 \Delta C_t + \beta_1 \Delta C_{t-1} + \dots + \beta_n \Delta C_{t-n} = \sum_{i=0}^n \beta_i \Delta C_{t-i}$$

En donde las Betas representan el impacto de las variaciones del precio del petróleo en los “t-n” periodos anteriores sobre la gasolina en el periodo “t”. Es decir que si la gasolina tarda en ajustarse 2 periodos al cambio en el precio del Brent, entonces el precio de la gasolina en el periodo “t” dependerá de los cambios en la cotización del Brent en los periodos “t”, “t-1” y “t-2”.

6.1.2 Asimetría en la respuesta del precio de la gasolina ante aumentos o disminuciones en la cotización del Brent.

Como se evidenció con anterioridad, un cambio positivo en la cotización del crudo no tiene el mismo impacto sobre el precio de la gasolina, que un cambio negativo. Es decir que el precio de la gasolina no tendrá el mismo proceso de ajuste ante una variación positiva o negativa de la misma proporción en el precio del Brent, por lo tanto:

$$(7) \text{ Si } \Delta C_t > 0; \quad \begin{aligned} \Delta R_t^t &= \beta_0^+ \Delta C_t \\ \Delta R_{t+1}^t &= \beta_1^+ \Delta C_t \\ \Delta R_{t+2}^t &= \beta_2^+ \Delta C_t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \vdots \\ \Delta R_{t+n}^t &= \beta_n^+ \Delta C_t \end{aligned}$$

Si $\Delta C_t < 0$;

$$\begin{aligned} \Delta R_t^t &= \beta_0^- \Delta C_t \\ \Delta R_{t+1}^t &= \beta_1^- \Delta C_t \\ \Delta R_{t+2}^t &= \beta_2^- \Delta C_t \\ & \vdots \\ \Delta R_{t+n}^t &= \beta_n^- \Delta C_t \end{aligned}$$

Donde $\Delta C_t^+ = \text{Máx} \{\Delta C_t, 0\}$ y $\Delta C_t^- = \text{Máx} \{\Delta C_t, 0\}$. Así, siguiendo a Borenstein *et al* (1997) se construye un modelo de rezagos distribuidos, que incluye valores actuales y rezagados del precio del Brent y que permite diferenciar las asimetrías de las variaciones del precio de la gasolina ante un aumento o caída el precio del petróleo, que se presenta a continuación:

$$(8) \Delta R_t = \sum_{i=0}^n (\beta_i^+ \Delta C_{t-i}^+ + \beta_i^- \Delta C_{t-i}^-) + \varepsilon$$

6.1.3 Ajuste parcial

Como se mencionó anteriormente, es importante que la serie de datos conserve un orden natural debido a que las series de tiempo económicas, por lo general, tienen una relación con su historia reciente, es decir que, los eventos pasados tienen influencia sobre los eventos futuros (Wooldridge, 2010). Sin embargo, el modelo representado en la octava fórmula permite que el ajuste de los precios de la gasolina sea no monotónico, lo cual afecta el modelo y por tanto los resultados y su interpretación. Por otro lado, dicho modelo trae consigo una independencia intertemporal, es decir que, si en el periodo “t” hay un aumento en el precio del crudo, y en el periodo “t+1” hay una disminución en su cotización de la misma proporción, el modelo no modificará la dirección de ajuste del precio de la gasolina (Mercuri, 2001).

Para dar solución a los problemas derivados del modelo (8), los autores hacen un ajuste parcial para “tomar en cuenta la relación de largo plazo de los precios *upstream*¹¹ y *downstream*¹²”:

$$(9) \Delta R_t = R_t - R_{t-1} = \beta(\phi_0 + \phi_1 C_{t-1} - R_{t-1}) + \varepsilon_t$$

6.1.3.1 Relación de largo plazo entre los precios de la gasolina y el precio del Brent

Para incorporar el modelo anterior al modelo de rezagos distribuidos, Borenstein *et al* (1997), agregan al modelo un término de error, que es el residuo de la relación de largo plazo rezagado un periodo:

$$(10) \Delta R_t = R_t - R_{t-1} = \sum(\beta_i^+ \Delta C_{t-i}^+ + \beta_i^- \Delta C_{t-i}^-) + \phi_1(R_{t-1} - \phi_0 - \phi_1 C_{t-1}) + \varepsilon_t$$

6.1.3.2 Endogeneidad

Es posible que el modelo pueda tener un problema de endogeneidad puesto que la cotización del Brent podría estar correlacionada con el término de error, es decir, que los determinantes no observables del precio de los combustibles podrían estar correlacionados con la cotización del Brent. Sin embargo, es probable que los shocks específicos de la ubicación en donde se demanda la gasolina se correlacionen con el precio del Brent, puesto que esta es una variable cuya cotización depende de un mercado mundial (Borenstein *et al*; 1997).

De conformidad con *The World FactBook* (s.f), en el 2016 Colombia producía 866.000 barriles al día, mientras que el mayor productor de petróleo a nivel mundial, Rusia, producía 10.550.000 barriles diarios (Ver Anexo 5). En dicho año, la producción mundial diaria alcanzó los 81.975.931 barriles, es decir que la participación de Colombia en la producción mundial diaria únicamente fue del 1%. Por lo anterior, se puede inferir que los shocks específicos de la demanda de gasolina en Colombia no tienen un impacto significativo en los precios internacionales del

¹¹ Precios del sector de explotación y producción de crudo.

¹² Precios derivados de las Refinerías

petróleo, por lo que se puede concluir que para el caso colombiano no hay un problema de endogeneidad.

6.1.4 Modelo final

Considerando lo anterior, un modelo que permita predecir las variaciones de precios de la gasolina, y que dé cuenta de las asimetrías de estos cambios frente a alzas o caídas en la cotización del Brent, podría representarse como:

$$(11) \Delta R_t = -\theta_1 \phi_0 + \sum_{i=0}^n (\beta_i^+ \Delta C_{t-i}^+ + \beta_i^- \Delta C_{t-i}^-) + \sum_{i=0}^n (\gamma_i^+ + \Delta R_{t-i}^+ + \gamma_i^- \Delta R_{t-i}^-) + \theta_1 R_{t-1} - \theta_1 \phi_1 C_{t-1} - \theta_1 \phi_2 TIME_t + \varepsilon_t$$

7. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

La presente investigación hará uso de dos series de tiempo: la serie del precio de la gasolina¹³ que será la variable “Y” y la serie de la cotización del Brent¹⁴ que será la variable “X”. Es necesario reconocer que, al ser datos de dimensión temporal, los eventos pasados tienen influencia sobre los eventos futuros (Wooldridge, 2010, pág. 340); por lo que los datos deben estar organizados cronológicamente. En ese sentido, los primeros datos de la serie de tiempo - que está delimitada en el periodo de tiempo comprendido entre enero de 2010 y junio de 2018 - serán el precio del Brent y la gasolina en enero de 2010, y los últimos serán la cotización del Brent y la gasolina en junio de 2018.

Teniendo en cuenta que para la construcción del modelo las dos series de tiempo deben estar en la misma base, estas se expresarán en términos de dólares por galón con periodicidad mensual. Es importante resaltar que la correlación entre la tasa representativa del mercado y el

¹³ Tomados de la página del Ministerio de Minas y Energía Colombiano

¹⁴ Tomados de la página de la Administración de información de energía de los Estados Unidos (U.S. Energy Information Administration)

Brent es de -0,94, por lo que un aumento en el precio del petróleo causa una disminución en el precio del dólar. Esto se puede explicar por la alta participación que tienen las exportaciones de petróleo en las totales (57,6%), que hace que, ante aumentos en el precio del petróleo, haya más dólares en circulación y por ende el dólar pierda valor. Para evitar que el análisis de este trabajo se vea afectado por las fluctuaciones de la tasa de cambio, se tomará el valor de la TRM como constante en el tiempo, teniendo como referencia el precio del dólar en noviembre de 2013 (\$2.672).

El promedio de la gasolina- para el periodo mencionado- fue de USD 4,26, mientras que el de la gasolina fue de USD 1,95 (Ver Anexo 2); y el coeficiente de correlación, ajustado por la variación de la TRM, entre las dos series de tiempo es 0,63, lo que indica que existe un alto grado de asociación lineal entre las variables. Esto es una primera aproximación en torno a la relación entre el precio de la gasolina y la cotización del Brent, que se profundizará en el siguiente capítulo.

8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La presentación y análisis de los resultados seguirá una lógica similar al desarrollo de la metodología. En ese sentido, inicialmente se considerarán los resultados de la regresión lineal simple en donde se analizará la relación causal entre la cotización del Brent y el precio de la gasolina; posteriormente se evaluará el impacto que tienen las variaciones del precio del Brent en el costo de la gasolina; y, por último, se apreciará el impacto que tienen las variaciones positivas/negativas en la cotización del Brent sobre los cambios en el precio de la gasolina.

Con el objetivo de entender el comportamiento del precio de la gasolina en Colombia se realizaron diferentes especificaciones de la relación que hay entre los precios del petróleo y los de la gasolina. Sin embargo, es necesario probar si el grupo de variables independientes escogido para cada modelo tiene un efecto sobre la variable dependiente. Para ello, en cada modelo se realizó la prueba F de Fisher, en la que se probó si un conjunto de variables tiene un efecto sobre la variable dependiente.

Sin embargo, “esta prueba por sí sola no permite decir cuáles de las variables tienen efecto parcial sobre [la variable dependiente]; puede ser que todas tengan efectos sobre [esta] o que sólo algunas lo tengan” (Wooldridge, 2010, pág. 147). Por lo tanto, es necesario evaluar la significancia

individual de cada variable; así, una variable independiente será significativa para explicar la variable dependiente si su probabilidad (p-value) es menor a 0,05.

8.1 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

En su estudio, Borenstein *et al* (1997) asumen una relación de largo plazo entre el precio del petróleo y el precio de la gasolina - que está representada por la fórmula (4)- es decir que admiten la dependencia del precio de la gasolina con respecto a la variable explicativa: el precio del Brent. Así, inicialmente se realizó una regresión lineal simple (ver tabla 1) y se encontró que un incremento de un dólar en el precio del Brent aumentará el precio de la gasolina en aproximadamente 21 centavos de dólar. Ahora bien, es importante resaltar el coeficiente de determinación es de 0,3946, por lo que el precio de la gasolina está explicado en un 39,467% por la cotización del petróleo.

TABLA 1	
Variables independientes	Modelo 1 Coeficientes/ (probabilidad)
Intercepto	3,8537 (0,0000)
Cotización del Brent	0,20804 (0,0000)
R2	39,467%
Número de observaciones	102
Variable dependiente	Precio de la Gasolina

Para determinar la existencia o inexistencia de una relación entre el precio de la gasolina y la cotización del Brent, es decir, para confirmar o refutar las teorías económicas con fundamento en la evidencia muestral (Gujarati & Porter, 2010), se realizó una inferencia muestral. Para ello, se estableció que la hipótesis nula (H_0) plantea la inexistencia de relación entre el precio de la gasolina y el del Brent; y la alternativa (H_1) constituye una relación entre las variables:

$$H_0: B_1 = 0$$

$$H_1: B_1 \neq 0$$

Teniendo en cuenta que el nivel de significancia (α) para esta prueba es 0,05 y que la hipótesis nula se rechaza cuando el valor de prueba (p) es menor a alfa; no se rechaza la existencia de relación entre el precio de la gasolina y del Brent con un valor de prueba de 0,0000; por lo tanto, hay suficiente evidencia estadística para asumir la relación entre la cotización de la gasolina y la del Brent.

8.2 IMPACTO DE LAS FLUCTUACIONES EN LA COTIZACIÓN DEL BRENT SOBRE EL PRECIO DE LA GASOLINA EN COLOMBIA

En el modelo presentado con anterioridad, se asume una relación lineal de largo plazo entre el precio de la gasolina y la cotización del Brent, y se plantea que el precio del Brent en el periodo “t” tiene un efecto sobre el precio de la gasolina en el mismo periodo “t”. Sin embargo, es probable que una variación en el precio del Brent no tenga un efecto inmediato sobre el precio de la gasolina, es decir que, un cambio en el precio de la gasolina en el periodo “t” está determinado por el cambio en la cotización del Brent en los “t-n” periodos anteriores, siendo “n” diferente de cero. (Borenstein *et al*; 1997) (ver formula 6).

Para evaluar cuánto tiempo le toma a la gasolina incorporar los cambios en la cotización del Brent, se realizó un modelo en diferencias con cuatro rezagos de tiempo (ver tabla 2). En este segundo modelo – Las variables sirven en conjunto para explicar la variación en los precios de la gasolina y esta está explicada en un 19,89% por las variables independientes- se encontró que las variaciones del Brent en el periodo “t-1” y “t-2” tienen un efecto significativo en el cambio de la gasolina en el periodo “t”; es decir que, no sólo las variaciones en la cotización del Brent no tienen un efecto inmediato sobre el precio del gasolina en Colombia, sino que este tarda dos periodos, es decir, dos meses, en incorporar los cambios en la cotización del Brent.

Después, se incorporó al modelo una variable de tiempo para evaluar si esta variable tenía una relación lineal con el precio de la gasolina. A pesar de que según la prueba F las variables en conjunto pueden explicar la variable dependiente, como se evidencia en el modelo 3, los resultados son muy parecidos al modelo 2, y se constata que la variable de tiempo por sí misma no es significativa y por ende no tiene impacto sobre la variación del precio de la gasolina.

Debido que los modelos 2 y 3 mostraron que la gasolina tarda dos periodos en incorporar los cambios en el Brent, se realizó un modelo con dos rezagos de tiempo (modelo 4). En este se encontró que, si el precio del Brent sube un dólar en el primer mes, y un dólar el segundo mes, el precio de la gasolina subirá en el tercer mes 32,37 centavos de dólar. Sin embargo, este modelo supone que una variación positiva o negativa de la misma proporción, tendrá el mismo impacto sobre el precio de la gasolina; es decir que, si el precio del Brent cae dos dólares en dos meses, el precio de la gasolina caerá 32,37 centavos de dólar. Por lo anterior, en la siguiente sección se realizarán múltiples modelos en donde se diferenciarán las variaciones positivas de las negativas.

TABLA 2				
Variables independientes	Modelo 2 Coeficientes/ (probabilidad)	Modelo 3 Coeficientes/ (probabilidad)	Modelo 4 Coeficientes/ (probabilidad)	Modelo 5 Coeficientes/ (probabilidad)
Intercepto	0,0085 (0,1954)	0,0055 (0,6743)	0,0077 (0,2294)	0,0086 (0,1694)
Δ Brent_t	- 0,0692 (0,1993)	- 0,0684 (0,2071)	- 0,0607 (0,242)	- 0,0473 (0,3510)
Δ Brent_t1	0,1745 (0,0022)	0,1743 (0,0024)	0,1628 (0,0032)	0,1446 (0,0074)
Δ Brent_t2	0,1484 (0,0086)	0,1488 (0,0088)	0,1609 (0,0023)	0,2138 (0,00014)
Δ Brent_t3	0,0437 (0,4306)	0,0444 (0,4260)		
Δ Brent_t4	- 0,0134 (0,7986)	- 0,0126 (0,8111)		
Δ Gasolina_t1				- 0,2957 (0,0085)
Δ Gasolina_t2				0,0861 (0,4276)
TIME		0,000059 (0,8008)		
R2 ajustado	0,1989	0,1906	0,2024	0,2469
Número de observaciones	97	97	99	99
Variable dependiente	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t

Para evaluar la influencia que tienen las variaciones rezagadas del precio de la gasolina sobre la cotización de la gasolina en el periodo “t”, en el modelo 5 se incluyeron las variaciones

del precio de la gasolina rezagadas dos periodos. Si bien las variables independientes (en conjunto) sirven para explicar la variable dependiente; si se analizan cada una de las variables por separado, se evidencia que el cambio de la gasolina en el periodo “t” sólo está explicada por las variaciones de esa misma variable rezagadas un periodo y por las variaciones del Brent en los dos periodos anteriores.

Así las cosas, según el modelo 5, si el Brent incrementa un dólar en el periodo “t”, este crecimiento no tendrá ninguna influencia sobre el precio de la gasolina en el mismo periodo. Sin embargo, si la cotización del crudo aumenta dos dólares en dos meses, en el primer mes el precio de la gasolina aumentará aproximadamente 14 centavos de dólar y en el segundo alrededor 21 centavos de dólar. Ahora bien, el modelo también indica que el cambio de la gasolina en el periodo “t” depende del cambio de la misma variable en el mes anterior. En ese sentido, si en el primer mes el precio de la gasolina aumentó un dólar, es posible que en el mes dos, manteniéndose lo demás constante, el precio de la gasolina disminuya 29 centavos de dólar; lo que implica que caídas del precio de la gasolina están seguidas de aumentos en el precio, mostrando el comportamiento cíclico de los precios.

8.3 IMPACTO SOBRE LA GASOLINA ANTE AUMENTOS O DISMINUCIONES EN LA COTIZACIÓN DEL BRENT.

El modelo anterior asume que el impacto sobre la gasolina será el mismo ante aumentos o disminuciones de la misma proporción en la cotización del Brent. Para diferenciar el impacto, se realizaron diferentes especificaciones en las que se discriminaron las variaciones positivas y negativas para evaluar su impacto por separado sobre la gasolina (ver tabla 3).

Así, en el modelo 6 se realizó un análisis de regresión en el que la variable dependiente era el cambio de la gasolina en el periodo “t” y las variables independientes eran las variaciones positivas y negativas en el precio del Brent en los periodos “t”, “t-1” y “t-2”. Al analizar los resultados de la prueba F es posible concluir que dichas variables son adecuadas, conjuntamente, para explicar las variaciones en el precio de la gasolina. Sin embargo, al realizar un análisis de significancia de las variables de forma individual, se evidencia que únicamente los cambios negativos del Brent, rezagados un periodo, permiten para explicar los cambios en el precio de la gasolina.

TABLA 3				
Variables independientes	Modelo 6 Coeficientes/ (probabilidad)	Modelo 7 Coeficientes/ (probabilidad)	Modelo 8 Coeficientes/ (Probabilidad)	Modelo Final Coeficientes/ (Probabilidad)
Intercepto	0,0116 (0,3656)	0,0069 (0,7174)	0,0243 (0,2363)	- 0,8157 (0,0000)
Δ Brent_t+	- 0,0339 (0,7769)	- 0,0293 (0,8082)	- 0,0267 (0,8227)	0,0054 (0,9603)
Δ Brent_t-	- 0,0855 (0,3707)	- 0,0879 (0,3611)	- 0,0920 (0,3277)	0,0531 (0,5613)
Δ Brent_t1+	0,0648 (0,6007)	0,0677 (0,5873)	0,1064 (0,3907)	0,06608 (0,5515)
Δ Brent_t1-	0,2404 (0,0231)	0,2392 (0,0245)	0,1886 (0,0721)	0,2805 (0,0043)
Δ Brent_t2+	0,1837 (0,1161)	0,1879 (0,1118)	0,2006 (0,0845)	0,1389 (0,1929)
Δ Brent_t2-	0,1368 (0,1603)	0,13608 (0,1648)	0,2521 (0,0167)	0,2909 (0,0032)
Δ Gasolina_t1+			- 0,3494 (0,0912)	- 0,3199 (0,0438)
Δ Gasolina_t1-			- 0,34502 (0,0626)	- 0,3826 (0,0263)
Δ Gasolina_t2+			- 0,2141 (0,2995)	
Δ Gasolina_t2-			0,3487 (0,0697)	
Gasolina_t1				0,2662 (0,0000)
Brent_t1				- 0,1078 (0,0000)
TIME		0,00007 (0,7341)	- 0,00001 (0,9824)	- 0,0016 (0,0005)
R2 ajustado	0,1834	0,1755	0,2387	0,6499
Número de observaciones	98	98	98	99
Variable dependiente	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t	Δ Gasolina_t

Posteriormente, en el modelo 7 se incluyó una variable de tiempo y se concluyó que esta no tiene un impacto significativo sobre el precio de la gasolina. Lo que indica que aquellos sucesos que tuvieron lugar en un periodo no tienen un efecto sobre el precio de la gasolina en un periodo de tiempo “t”. En el modelo 8 se incluyeron los cambios positivos y negativos de la gasolina en los dos periodos anteriores; en este modelo la prueba F indica que las variables en conjunto son significativas y determinan el 23,87% de la variable dependiente. Sin embargo, el análisis individual de las variables indica que sólo los cambios negativos en la cotización del Brent, rezagado dos periodos, puede explicar los cambios en el precio de la gasolina.

Finalmente, con la serie de datos de la presente investigación, se realizó el modelo 9, siguiendo el modelo final de Borenstein *et al* (1997). Al observar el comportamiento del precio de la gasolina ante cambios en el precio del Brent se puede concluir que únicamente los cambios negativos de la cotización del petróleo en los periodos “t-1” y “t-2”, tienen un efecto significativo sobre el precio de la gasolina. En ese sentido, el modelo indica que, manteniéndose lo demás constante, si en el periodo “t-1” el precio del crudo disminuyó un dólar y en el periodo “t-2” disminuyó un dólar más, en el periodo “t” el precio de la gasolina disminuiría aproximadamente 57 centavos de dólar. Sin embargo, según este modelo, los incrementos en el precio del crudo no tienen un impacto significativo en el precio de la gasolina.

Lo anterior, podría ser explicado por al menos dos razones, una relacionada con la normatividad de la fijación de precios en Colombia en torno a los combustibles líquidos; y la otra está relacionada con el modelo aquí presentado. Respecto a la primera, la ley colombiana estipula que el precio de la gasolina máximo que se pagará en el territorio nacional por cada galón de gasolina se calculará a través de la fórmula en la sección 4.3.2 de la presente investigación; que incorpora el precio del Brent para evidenciar cuánto se pagaría por un Barril producido en Colombia a nivel internacional. Así, debido a la regulación, incrementos significativos en el precio de su principal insumo no tendrán un efecto significativo en el precio promedio de la gasolina. El efecto de la regulación en la respuesta del precio de la gasolina ante cambios en la cotización del Brent representa un tema interesante para explorar en el futuro en nuevas investigaciones.

Por otro lado, el “modelo clásico de la regresión lineal plantea que no debe existir multicolinealidad entre las variables regresoras incluidas en el modelo de regresión” (Gujarati & Porter, 2010, pág. 320). Para probar esta hipótesis, se realizaron regresiones cuyos resultados se encuentran en la tabla 4- en las cuales una variable independiente se convertía en dependiente, y

las otras continuaban con su estatus de variables regresadas. Así, los resultados evidencian una correlación entre ellas. De conformidad con Blanchard, la multicolinealidad está relacionada con la deficiencia de los datos (Citado por Gujarati & Porter, 2010), en ese sentido, el problema de la

Variable Dependiente	Δ Brent_t+	Δ Brent_t-	Δ Brent_t1+	Δ Brent_t1-	Δ Brent_t2+	Δ Brent_t2-
Variables independientes						
Intercepto	0,0382 (0,0004)	- 0,044 (0,0012)	0,0254 (0,0168)	- 0,0209 (0,0995)	0,0431 (0,0000)	- 0,0312 (0,0216)
Δ Brent_t+		0,6389 (0,0000)	0,3029 (0,0019)	- 0,2397 (0,0419)	0,0027 (0,9797)	- 0,2029 (0,1112)
Δ Brent_t-	0,4059 (0,0000)		- 0,1618 (0,0409)	0,3732 (0,0000)	- 0,0038 (0,9637)	0,0475 (0,6415)
Δ Brent_t1+	0,3243 (0,0019)	- 0,2727 (0,0409)		0,6271 (0,0000)	0,3572 (0,0008)	- 0,2956 (0,0239)
Δ Brent_t1-	- 0,1824 (0,0419)	0,4469 (0,0000)	0,4457 (0,0000)		- 0,1886 (0,0411)	0,431 (0,0000)
Δ Brent_t2+	0,0025 (0,9797)	- 0,0057 (0,9637)	0,3145 (0,0008)	- 0,2336 (0,0411)		0,5895 (0,0000)
Δ Brent_t2-	- 0,1332 (0,1112)	0,0491 (0,6415)	- 0,1813 (0,0239)	0,3719 (0,0000)	0,4106 (0,0000)	
R2 Ajustado	0,3100	0,3458	0,3588	0,4556	0,2692	0,3669
Coefficiente de Correlación múltiple	0,5875	0,6158	0,6257	0,6952	0,5536	0,6318
Número de observaciones	98	98	98	98	98	98

multicolinealidad podría derivarse del hecho de que los datos de las series tienen una periodicidad mensual, por lo que la serie podría suavizarse y dejar de percibir impactos significativos de los precios del Brent sobre el precio de la gasolina.

Ahora bien, el modelo final también evidencia que cuando la gasolina aumenta en un dólar en el “t-1”, el precio de la gasolina en el periodo “t” tratará de romper la tendencia, y disminuirá en 32 centavos de dólar. Por el contrario, si el precio de la gasolina disminuye en un dólar en el periodo “t-1”, en el periodo siguiente el precio aumentará 39 centavos de dólar. Lo anterior,

demuestra que la gasolina tiene una tendencia alcista, es decir que el precio de la gasolina siempre trata de ajustarse hacia el alza en precios constantes. Adicionalmente, con base en los resultados del modelo final se puede concluir que el precio de la gasolina y del petróleo en el periodo “t-1” tienen una influencia significativa sobre el cambio en el precio de la gasolina en el periodo “t”. Así las cosas, si todo lo demás permanece constante, y el precio de la gasolina y del Brent en el periodo “t-1” aumentan un dólar cada uno, entonces el precio de la gasolina en el periodo “t” aumentará en aproximadamente 16 centavos de dólar.

Finalmente, analizando la variable de tiempo por sí sola, pareciera ser significativa. Sin embargo, el coeficiente de esta variable indica que, *ceteris paribus*, el precio de la gasolina disminuirá 0,016 centavos de dólar de un mes a otro. Es decir que, aun cuando la variable pareciera ser significativa según su probabilidad, en realidad esta no tiene un efecto importante en la variación del precio de la gasolina en Colombia.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación tenía como objetivo identificar el efecto que tienen los precios internacionales del petróleo Brent en el precio de la gasolina en Colombia. Así a través de un modelo de rezagos distribuidos finito se comprobó la relación causal entre las variables y se encontró que en Colombia los precios del petróleo no tienen un efecto inmediato sobre los precios de la gasolina, y que estos últimos tardan aproximadamente dos meses en incorporar las variaciones de la cotización del Brent. Así, variaciones negativas de un dólar en los periodos “t-1” y “t-2” tienen un efecto acumulado de 57 centavos de dólar sobre el precio de la gasolina, es decir que, el precio de la gasolina disminuirá 57 centavos de dólar en el periodo “t” si la cotización del Brent disminuye dos dólares en los dos meses anteriores.

Se pretendía demostrar si los precios de la gasolina reaccionaban de distinta forma ante cambios positivos y negativos en la cotización del Brent. Sin embargo, en el modelo de rezagos distribuidos finito, las variaciones positivas de la cotización del Brent resultaron no ser significativas para explicar los cambios en el precio de la gasolina. Por lo que no se pudo comprobar la existencia de asimetrías en la respuesta de los precios de la gasolina ante cambios en el precio del Brent. Lo anterior puede ser un efecto de la normatividad, que no permite que los

precios de la gasolina fluctúen libremente; y también podría explicarse por la periodicidad de los datos, que, al ser mensual, limita el análisis al suavizar el comportamiento de las dos variables.

Finalmente, como posible extensión a este análisis, se propone que se estudie el efecto que tiene la normatividad colombiana -en torno a la fijación de precios de combustibles líquidos- sobre la respuesta de los precios de la gasolina ante los cambios en la cotización del Brent. Adicionalmente se sugiere que se construya una base de datos que recolecte el precio de las distintas gasolineras del país de forma diaria con el fin de garantizar al consumidor final un precio que se ajuste a la normatividad. Para ello, se puede tomar a Chile como ejemplo, pues allí se está implementando gradualmente un sistema de información en línea que permite conocer los precios de los combustibles las estaciones de servicio del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Acp. (septiembre-octubre de 2017). Mercado de combustibles en Colombia: así avanzan las importaciones y el consumo de gasolina, diésel y jet fuel en 2017. Recuperado el 24 de agosto de 2018, de asociación colombiana de petróleo:
<https://acp.com.co/web2017/es/informes/125-informe-economico-octubre-mercado-de-combustibles-en-colombia-asi-avanzan-las-importaciones-y-el-consumo-de-gasolina-diesel-y-jet-fuel-en-2017/file>
- Anh. (s.f). La cadena del sector hidrocarburos. Recuperado el 12 de agosto de 2018, de *agencia nacional de hidrocarburos*: <http://www.anh.gov.co/portaRegionalizacion/paginas/la-cadena-del-sector-hidrocarburos.aspx>
- Anif. (enero de 2017). Índice de competitividad vial y logística (icvl) para Colombia. Recuperado el agosto de 2018, de *La Asociación nacional de instituciones financieras*:
<http://www.anif.co/sites/default/files/investigaciones/anif-cci-icvl0117.pdf>
- Apergis, n., & Vouzavalis, g. (2018). Asymmetric pass through of oil prices to gasoline prices: evidence from a new country sample. *Energy policy*, 114, 519–528. <https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1016/j.enpol.2017.12.046>
- Atil, a., Lahiani, a., & Nguyen, d. K. (2014). Asymmetric and nonlinear pass-through of crude oil prices to gasoline and natural gas prices. *Energy policy*, 567. Retrieved from <http://ezproxy.javeriana.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&an=edsgcl.369397520&lang=es&site=eds-live>
- Bacon, r. W. (n.d.). Rockets and feathers: the asymmetric speed of adjustment of UK retail gasoline prices to cost changes. *Energy economics*, 13(3), 211–218. [https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1016/0140-9883\(91\)90022-r](https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1016/0140-9883(91)90022-r)
- Barrera, c. (2010). ¿respuesta asimétrica de precios domésticos de combustibles ante choques en el WTI? . Perú: *banco central de reserva del Perú*.
- Severin Borenstein, a. Colin Cameron, & Richard Gilbert. (1997). Do gasoline prices respond asymmetrically to crude oil price changes? *The quarterly journal of economics*, (1), 305. Retrieved from:

- <http://ezproxy.javeriana.edu.co:2048/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&an=edsjsr.2951284&lang=es&site=eds-live>
- Cárdenas, m. (2013). *Introducción a la economía colombiana*. Bogotá: fedesarrollo & alfaomega.
- Colfecar. (2014). Precio de los combustibles en colombia. Recuperado el 12 de agosto de 2018, de *federación colombiana de transportadores de carga y su logística*:
http://colfecar.org.co/estudios%20economicos%20pdf/informes%20especiales/2014/10.%20octubre%202014_informe_precio%20de%20los%20combustibles.pdf
- Contraloría general de la república. (14 de agosto de 2017). Fundamentales del mercado petrolero y la economía colombiana. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de *contraloría general de la república*:
<https://www.contraloria.gov.co/documents/463406/484739/bolet%c3%adn+macro+sectorial+no.+07+%28pdf%29/fdf3b8ad-64e1-4659-8879796dea60fd27?version=1.0>
- DANE. (2 de agosto de 2018). Información estratégica. Recuperado el 18 de agosto de 2018, de *departamento administrativo nacional de estadística*:
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/pres_exp_jun18.pdf
- Dinero. (17 de febrero de 2012). Ecopetrol le dijo adiós al wti como referencia para vender crudo. Recuperado el 22 de agosto de 2018, de *revista dinero*:
<https://www.dinero.com/negocios/articulo/ecopetrol-dijo-adios-wti-como-referencia-para-vender-crudo/144998>
- Echavarría, j. J. (abril de 2017). Coyuntura de la economía colombiana - informe del gerente general del banco de la república. Recuperado el 28 de julio de 2018, de *banco de la república*: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/informe-gerente-2017-abr.pdf>
- Ecopetrol. (30 de enero de 2014). Tarifas de transporte. Recuperado el 29 de agosto de 2018, de *ecopetrol*: https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/productos-y-servicios/precios/precios-vigentes/tarifas-de-transporte/!ut/p/z0/04_sj9cpykssy0xplmnmz0vmafijo8zilqimhd09dqy93s2dxqwcjui9td1cjtzcgo30c7idfqgef5w/

- El País. (10 de junio de 2018). Inflación, la gran incertidumbre económica del 2018. Recuperado el 11 de agosto de 2018, de *el país*: <https://www.elpais.com.co/economia/inflacion-la-gran-incertidumbre-economica-del-2018.html>
- El Tiempo. (20 de agosto de 2010). ¿por qué el precio de la gasolina no es el mismo en todas las estaciones de servicio? Recuperado el 12 de agosto de 2018, de *diario el tiempo*: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/cms-7872504>
- Fedesarrollo. (18 de junio de 2015). Política de regulación de precios de combustibles líquidos para uso automotor en colombia. Recuperado el 11 de agosto de 2018, de *fundación para la educación superior y el desarrollo*: http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/2432/repor_junio_2015_martinez_benavides_y_ramirez.pdf?sequence=3&isallowed=y
- Fornuclear. (22 de junio de 2010). Capítulo 1 - energía y fuentes de energía 13. ¿qué es el petróleo y qué usos tiene? Recuperado el 21 de agosto de 2018, de *foro de la industria nuclear española*: <https://www.fornuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-1/115480-ique-es-el-petroleo-y-que-usos-tiene>
- Frondel, m., Vance, c., & Kihm, a. (2016). Time lags in the pass-through of crudeoil prices – big data evidence from the german gasoline market. *Applied economics letters*, 713-717.
- Grupo Bancolombia. (09 de noviembre de 2016). ¿cuál es la importancia del sector de combustibles en colombia? Recuperado el 15 de agosto de 2018, de *capital inteligente*: <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/cual-es-la-importancia-del-sector-combustibles-en-colombia>
- Gujarati, d. N., & Porter, d. C. (2010). *Econometría* (quinta ed.). México d.f: *mcgraw hill interamericana editores, s.a. de c.v.*
- La República. (16 de agosto de 2017). Colombia y brasil tienen el galón de gasolina más costoso de la región. Recuperado el 11 de agosto de 2018, de *la república*: <https://www.larepublica.co/globoeconomia/colombia-y-brasil-tienen-el-galon-de-gasolina-mas-costoso-de-la-region-2537322>
- Leite, á. R., Almeida, l. M. L., Rech, l. T., & Da Silva, a. S. (2017). Is there a transmission of brent oil barrel prices for Petrobras preferred shares? [existe transmissão de preços do barril do petróleo brent para as ações preferenciais da petrobras?] *Espacios*, 38(23) recuperado el 2 de noviembre de 2018, de *Research Gate*:

- https://www.researchgate.net/publication/323018856_Existencia_Transmision_de_precios_del_Barril_do_Petroleo_Brent_para_as_Acoes_Preferenciais_da_Petrobras_Is_there_a_Transmission_of_Brent_Oil_Barrel_prices_for_Petrobras_Preferred_Shares
- López, e., Montes, e., Garavito, a., & Collazos, m. M. (2013). La economía petrolera en Colombia (parte ii). Relaciones intersectoriales e importancia en la economía nacional. Recuperado el julio de 2018, de *banco de la república*:
http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_748.pdf
- Mercuri, p. A. (13 de julio de 2001). Asimetrías en la respuesta de los precios de los combustibles líquidos a cambios en el precio del crudo: el caso argentino. Buenos Aires, Argentina: Universidad de San Andrés.
- Ministerio de Minas y Energía. (s.f). Gasolina/ precio interno vs. Precio referencia internacional. Recuperado el 6 de agosto de 2018, del *Ministerio de Minas y Energía*:
<https://www.minminas.gov.co/historico-de-precios>
- MME. (2018). Documento técnico del ingreso al productor de gasolina motor corriente y de acpm vigentes a partir del 5 de junio de 2018, en virtud de lo establecido en la resolución 4 1281 del 30 de diciembre de 2016, y demás resoluciones modificatorias. Recuperado el 29 de agosto de 2018, del *ministerio de minas y energía*:
https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23980618/020618_doc_tec_gasolina_acpm_050618.pdf/0c054ca0-ce14-413d-be4f-ff65bb58d275
- Morales, m. (12 de febrero de 2015). Minoristas piden igualdad ante mayoristas para competir en gasolina. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de *diario el tiempo*:
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/cms-15239719>
- Perilla Jimenez, j. R. (2010). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. (with English summary.). *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 75–116.
<https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/http://www.urosario.edu.co/economia/ur/rer/revista-de-economia-del-rosario/>

- Portafolio. (28 de enero de 2015). Así se define el precio de la gasolina en Colombia. Recuperado el 21 de agosto de 2018, de *portafolio*: <http://www.portafolio.co/tendencias/define-precio-gasolina-colombia-57998>
- Quero-Virla, I. (2016). Macroeconomic effects of oil price fluctuations in Colombia / efectos macroeconómicos de las fluctuaciones de los precios del petróleo en Colombia. *Ecos de economía*, (43), 23. <https://doi-org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.17230/ecos.2016.43.2>
- Sicom. (08 de agosto de 2018). Novedades. Recuperado el 12 de agosto de 2018, de *sistema de información de combustibles móviles*: <http://www.sicom.gov.co/noticias.shtml>
- Sicom. (2018). Consulta de la estructura de precios de referencia para Bogotá gasolina y acpm. Recuperado el 27 de agosto de 2018, de *sistema de información de combustibles móviles*: <https://www.sicom.gov.co/precios/precioaction.do>
- Soruco, M. J. (noviembre de 2004). Asimetrías en la respuesta de los precios de la gasolina en el mercado chileno. Chile: ilades-universidad Alberto Hurtado.
- The World Factbook. (s.f). The world factbook. Obtenido de *central intelligence agency*: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html>
- U.S. Energy Information Administration. (s.f). Europe Brent spot price FOB. Recuperado el 6 de agosto de 2018, de *u.s. energy information administration*: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/leafhandler.ashx?n=pet&s=rbrte&f=m>
- Vargas, J. (15 de enero de 2013). ¿cuál es el combustible adecuado para tu auto? Recuperado el 22 de agosto de 2018, de *sura blog*: <https://www.sura.com/blogs/autos/combustible-auto.aspx>
- Wooldridge, J. M. (2010). Introducción a la econometría. Un enfoque moderno (4ta edición ed.). Ciudad de México: Cengage Learning.

ANEXOS

ANEXO 1

Grupos de productos (OMC)	Enero - junio				
	2017	2018	Var (%)	Cont. (pp)	Part (%)
	Millones de dólares FOB				
Total	17.861,6	20.489,1	14,7	14,7	100,0
Agropecuarios, alimentos y bebidas	3.765,5	3.893,6	3,4	0,7	19,0
Combustibles y prod. de las industrias extractivas	9.617,1	11.802,3	22,7	12,2	57,6
Manufacturas	3.518,0	4.115,9	17,0	3,3	20,1
Otros sectores	960,9	677,3	-29,5	-1,6	3,3

Fuente: DANE

ANEXO 2

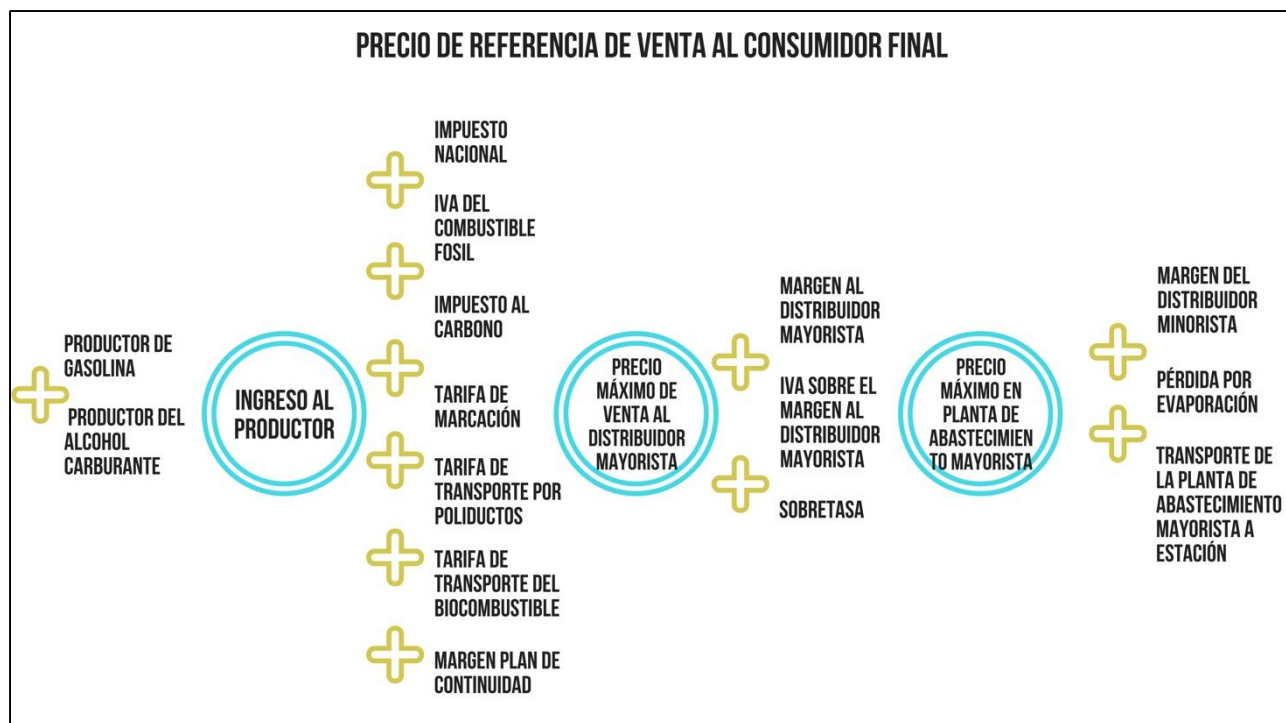
Resumen estadístico de los datos (enero-2010 a junio-2018) ¹⁵		
	Gasolina por galón (USD)	Brent por barril
Precio Junio 2014	USD 4,36	USD 115,06
Precio Enero 2015	USD 4,28	USD 46,59
Variación porcentual	-1,87%	-59,51%
Precio Julio 2017	USD 4,30	USD 48,48
Precio Febrero 2018	USD 4,54	USD 65,32
Variación porcentual	5,66%	34,74%
Mensual		
	Gasolina por galón (USD)	Brent por galón
Media	USD 4,26	USD 1,95
Mediana	USD 4,32	USD 1,88
Varianza	0,047	0,433
Desviación estándar	0,22	0,66
Correlación con la gasolina por galón	1,00	0,63

¹⁵ Elaboración propia con base en los datos de la gasolina, tomados de la página del Ministerio de Minas y Energía Colombiano, y del Brent tomados de la página de la Administración de información de energía de los Estados Unidos (U.S. Energy Information Administration)

ANEXO 3 ¹⁶

Relación precio de la gasolina/PIB per cápita diario						
	2014			2016		
País	Precio gasolina/galón	PIB per Cápita diario	Precio gasolina / PIB	Precio gasolina/galón	PIB per Cápita diario	Precio gasolina / PIB
Chile	USD 5,68	USD 40,53	14,03%	USD 3,85	USD 38,25	10,07%
Colombia	USD 4,04	USD 21,68	18,63%	USD 2,54	USD 15,77	16,12%
Hong Kong	USD 7,70	USD 110,45	6,98%	USD 6,96	USD 119,83	5,81%
Perú	USD 5,46	USD 17,79	30,70%	USD 3,70	USD 16,52	22,41%
Noruega	USD 8,49	USD 266,30	3,19%	USD 6,66	USD 194,22	3,43%
Uruguay	USD 6,73	USD 45,86	14,68%	USD 5,61	USD 41,91	13,38%

ANEXO 4



Elaboración propia tomando como referencia el cálculo realizado por SICOM (2018) para el precio de referencia de la gasolina en Bogotá

¹⁶ Elaboración propia con base en los datos del Banco Mundial del PIB per cápita diario y los precios internacionales de la gasolina.

ANEXO 5¹⁷**Participación por países en la producción mundial de petróleo**

Posición	País	Barriles/día	Participación
1	Rusia	10.550.000	13%
2	Arabia Saudita	10.460.000	13%
3	Estados Unidos	8.853.000	11%
4	Irak	4.452.000	5%
5	Irán	4.068.000	5%
6	China	3.981.000	5%
7	Canadá	3.679.000	4%
8	Emiratos Árabes Unidos	3.106.000	4%
9	Kuwait	2.707.000	3%
10	Brasil	2.517.000	3%
11	México	2.187.000	3%
12	Nigeria	1.871.000	2%
13	Kazajistán	1.810.000	2%
14	Angola	1.797.000	2%
15	Noruega	1.648.000	2%
16	Venezuela	1.621.000	2%
17	Catar	1.523.000	2%
18	Unión Europea	1.488.000	2%
19	Argelia	1.348.000	2%
20	Omán	1.007.000	1%
21	Reino Unido	933.000	1%
22	Libia	879.000	1%
23	Colombia	866.000	1%
24	Otros	8.624.931	11%
Total			81.975.931

¹⁷Elaboración propia con base en los datos de The World FactBook