



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**El papel del crudo en la
economía, factores que influyen
en el precio.
TRABAJO FIN DE GRADO.**

Autor: Ignacio Ramiro Aguilar
Director: Isabel Figuerola-Ferretti Garrigues

MADRID | Junio 2019

Índice de Contenidos

1. Introducción.....	5
1.1. Objetivos.....	5
1.2. Metodología.....	5
1.3. Justificación.....	6
2. Introducción al mundo del petróleo.....	8
2.1. La historia del petróleo.....	8
2.2. La OPEP, su historia y su función.....	9
3. El mercado del petróleo.....	19
4. Picos y caídas del precio del petróleo.....	24
4.1. Las crisis del petróleo.....	26
4.1.1. La primera crisis del petróleo.....	26
4.1.2. La segunda crisis del petróleo.....	28
4.2. La primera gran caída de precios.....	29
4.3. La crisis del Golfo.....	30
5. Variables a tener en cuenta para el modelo.....	32
5.1. La demanda.....	32
5.2. La oferta.....	33
5.2.1. La teoría del pico de Hubbert.....	34
5.2.2. El <i>fracking</i>	35
5.3. El valor del dólar.....	37
5.4. El precio de otras materias primas.....	37
5.5. Cambios en la producción global de crudo.....	38
5.6. Las reservas de petróleo.....	38
5.7. Las decisiones de la OPEP.....	39
5.8. La política.....	40

5.9. El mercado de futuros.....	40
6. El modelo.....	42
7. Conclusiones.....	48
Bibliografía.....	50

Índice de Gráficos

1. Precio del petróleo en dólares antes y después de la creación de la OPEP.
2. Producción de crudo de Irán e Irak en el lustro de 1977 a 1982.
3. Precio mensual del crudo en la década 1990-1999.
4. Evolución del precio del petróleo en la primera década del siglo XXI.
5. Reservas mundiales de petróleo en 2017.
6. Precio nominal de compra de crudo de Estados Unidos.
7. Precios del petróleo de 1970 a 1981.
8. Comparación de la producción de petróleo de Estados Unidos (convencional y no convencional) y de Arabia Saudí desde 2011.
9. Evolución de la producción de crudo de Estados Unidos en millones de barriles diarios.

Resumen

El precio del petróleo es de una importancia vital en la actualidad, presente en prácticamente todo tipo de actividades económicas, su consumo ascendió a casi la mitad del consumo total de combustibles en 2017. Debido a la inversión en fuentes de energía renovable (que parece estar por debilitar la importancia de esta materia prima), y a otros tantos factores, el precio del petróleo que ya es volátil de por sí, ha sufrido muchas subidas y bajadas en el precio en lo que va de siglo.

Este trabajo tratará de explicar que factores han sido cruciales para determinar los precios de crudo en el pasado revisando la literatura concerniente a los *shocks* en los precios y a como estimar los cambios en éstos, además de explicar los factores basándose en la historia. Para concluir, se aportarán conclusiones empíricas basadas en modelos de regresión lineal.

Palabras clave: variables, oferta, demanda, reservas de petróleo, producción mundial, consumición mundial, mercado de futuros, crisis del petróleo, conflictos bélicos y geopolíticos, OPEP

Abstract

Crude oil price is of vital importance nowadays, present in almost any economic activity, its consumption amounted to almost half of the total fuel consumption in 2017. However, with the increasing investment in renewable energies (which seems to be about to weaken the importance of this commodity), and many other factors, crude oil price as volatile as it is, has experienced many shocking increases and decreases in its price this century.

This work will try to explain which factors have been crucial in order to determine crude prices in the past by reviewing the most important literature concerning price shocks, as well as explain these factors basing in historical events. To conclude, empirical evidence will be shown based on linear regression models.

Key words: variables, supply, demand, crude oil reserves, global production, consumption, futures market, crude oil crisis, geopolitical and warlike events, OPEC

1. Introducción

1.1. Objetivo

El objetivo de este trabajo será estudiar aquellos factores que tienen influencia a la hora de determinar el precio del petróleo.

Para ello, en primer lugar, se pretende realizar una introducción con la cuál presentar el petróleo y su historia hasta la actualidad. Una vez comentado esto, se presentará el mercado del petróleo, descrito por sus características tanto desde el lado de la oferta como desde el lado de la demanda. Tras esto, se desarrollará la evolución de los precios comentando los picos y caídas más agudos que haya sufrido el precio del petróleo explicando por qué según factores más enfocados a lo geopolítico y bélico, o a decisiones de la OPEP, que como se verá afectan a los factores que sí que se pueden cuantificar como son la demanda, la oferta, la producción, etc...

Posteriormente, se presentarán las variables que se usarán en el modelo junto con un razonamiento de por qué esas variables, y la importancia que tienen en el precio del petróleo. Y después, se realizarán modelos de regresión lineal con el software operativo Gretl, para cuantificar la relevancia de cada uno de los factores seleccionados. Y se explicarán los resultados obtenidos.

Por último, se expondrán las conclusiones a las que se han llegado, basándonos en los resultados obtenidos y lo esperado, y en lo aprendido con la lectura de la literatura de los autores que serán mencionados posteriormente.

1.2. Metodología

Para la realización de este trabajo, en primer lugar, se revisarán trabajos de diferentes autores, cuyos temas sean concernientes a los precios del petróleo, al estudio de los efectos que sufre el precio del petróleo tras *shocks* de la oferta o la demanda. Principalmente nos centraremos en los estudios y artículos del profesor de la Universidad de Michigan, Michigan, PhD Lutz Kilian. Kilian, habiendo trabajado como investigador

para el Banco de Desarrollo Interamericano y el Banco Central Europeo, y como consultor para el Fondo Monetario Internacional la Organización Mundial del Comercio entre otros, ha publicado gran cantidad de artículos que han aparecido en las principales revistas de campo en economía y estadística. De su investigación más reciente, gran parte trata sobre las fuentes de las fluctuaciones del precio del petróleo, y la estimación de los precios del petróleo en el futuro.

También tendrá un papel importante la revisión de la literatura del profesor de la Universidad de California, San Diego, PhD James D. Hamilton. Cuyas obras también tienen como tema principal la economía de la energía. Otros autores de los que se realizará una revisión de su literatura, serán algunos como Angus Deaton junto con Guy Laroque, Gary Gorton junto con K. Geert Rouwenhorst, o W. Ping-Yang junto con Y. Chang.

Además de estos trabajos literarios, se ha tenido la oportunidad de realizar entrevistas telefónicas a Jacques Hachuel: cofundador de Marc Rich & Co., que fue posteriormente comprada por Glencore por un valor total de 60 mil millones, y fundador de la actual H Oil and Minerals; y a John MacNamara, cuyo puesto actual es *Vice Chairman of Trade Finance Commodities* en Deutsche Bank. La aportación de estas dos personas, ha servido de apoyo a la hora de aportar ideas desde un punto de vista muy cercano al mundo del petróleo y su *trading*.

Igualmente, se realizará un estudio basado en modelos de regresión para estudiar las variables que afectan al precio del crudo, a partir del cual se tratará de exponer una serie de conclusiones basadas en los modelos realizados y apoyados en la literatura revisada.

1.3. Justificación

El precio del petróleo es algo que puede parecer simple: “tantos” dólares por barril. Sin embargo, hay un mundo detrás de la mera cotización del precio del petróleo. El precio del petróleo ha sufrido a lo largo de la historia varios shocks significativos, bien reconocibles y explicables debido a factores ya sean económicos, geopolíticos, etc. En este trabajo se pretende explicar algunos de los factores afectan a la cotización del precio

del crudo en los mercados, como cuantificarlos en cierta medida, y relacionarlos con algunas otras variables económicas como la cotización del dólar.

¿Por qué elegir un tema como este?

En primer lugar, por la importancia que tiene esta materia prima en el día a día de la población mundial. El petróleo es una de las materias primas más importantes e imprescindibles en la actualidad. A diario usamos o consumimos productos derivados del crudo, de una u otra manera: ya sea en forma de combustible para nuestros coches u otros medios de transporte que usamos para desplazarnos a diario, como lubricante y anticongelante de maquinaria, o incluso como alquitrán, usado para asfaltar la superficie de las carreteras; todo esto sin tener en cuenta la vasta variedad de productos químicos que son obtenidos a partir del crudo.

El mundo dejaría de funcionar como lo hace a día de hoy si no fuera por el petróleo: las fábricas no podrían operar con normalidad, la maquinaria destinada al campo estaría parada, muchas casas y oficinas que se calientan con petróleo, y sin él, se congelarían durante el invierno. Además, muchos productos se elaboran a partir del petróleo, ya sean los fertilizantes agrícolas, todo tipo de objetos y juguetes de plástico, algunos cosméticos, detergentes y la ropa de nylon. ¡Incluso los chicles están hechos de petróleo! En resumen, el crudo es un producto vital en nuestro día a día, no sólo como combustible.

Pero, ¿qué es el petróleo?

2. Introducción al mundo del petróleo

Bien, el petróleo, también denominado crudo, o como vulgarmente se conoce “oro negro”, es un compuesto orgánico compuesto principalmente por hidrocarburos. El petróleo se haya bajo la corteza terrestre y marina, es el resultado de la fosilización de restos orgánicos. Esa ubicación hace que su extracción sea compleja y costosa.

Estos restos orgánicos lo forman desde los extintos dinosaurios, hasta plancton, algas, y otros organismos. Especialmente materia orgánica marina, que cae al fondo marino y conforme pasa el tiempo, se van creando acumulaciones de materia orgánica en descomposición. Con el paso de los siglos, son más y más las capas de materia orgánica que van siendo enterradas bajo capas y capas de sedimentos, así, las capas inferiores se van compactando por el aumento de presión, y el aumento de temperatura. Una vez pasa esto, solo es cuestión de tiempo, nunca mejor dicho, que la materia orgánica se descomponga para dar lugar al petróleo que se extrae día a día.

2.1.La historia del petróleo

El petróleo ha existido desde hace miles de años, teniendo en cuenta que la extinción de los dinosaurios tuvo lugar hace unos 65 millones de años, ha pasado tiempo suficiente como para que se hayan formado muchas fuentes de petróleo.

Y así es: según diversas fuentes, las primeras obtenciones de petróleo tuvieron lugar hace pocos miles de años, en la antigua Babilonia, región en donde se utilizaba el petróleo como adhesivo para ladrillos, o como fuente de iluminación; y en China. Desde los orígenes de su descubrimiento, fue poco el uso que se le dio al crudo; durante la Edad Media apenas se utilizaba, sus usos se centraban en fines curativos y también como fuente de calor mediante combustión. Fue a partir del Siglo XVIII cuando ganó importancia ya que fue entonces cuando se comenzaron a perfeccionar las técnicas de refinamiento del petróleo, obteniendo así productos derivados que servirían para el engrasado de máquinas. Desde aquel entonces, el petróleo ha ido ganando importancia exponencialmente hasta llegar a ser lo que es hoy.

Varios acontecimientos relevantes tuvieron lugar a lo largo del Siglo XIX: en primer lugar, el descubrimiento del queroseno a mitad de siglo, un derivado del petróleo inflamable que sustituyó a los aceites vegetales y al aceite de ballena a la hora de cumplir con la función del alumbrado. Años más tarde, en 1859, el famoso “Coronel” Edwin Drake, sería la primera persona que perforase un pozo de petróleo. Éste ya se había descubierto anteriormente, pero al no estar disponible en grandes cantidades, se le atribuyó a él el haber “descubierto” el petróleo por facilitar su extracción y la generalización de su uso. Independientemente de que hubiera sido éste el primer pozo petrolífero o no, la relevancia que tuvo fue más por el hecho de que fue esto el detonante del nacimiento de la industria petrolera.

Ya a finales del Siglo XIX, con la aparición de los primeros automóviles, fue cuando el petróleo se consolidó como materia prima necesaria e indispensable. Los automóviles usaban motores de combustión interna, cuya fuente de alimentación era la gasolina (producto que se obtiene a partir de la destilación fraccionada del crudo), que hasta aquel entonces estaba siendo tratada como desecho al no tener ninguna utilidad.

Con la industria petrolera ya medianamente establecida, a lo largo del Siglo XX tuvo un papel muy importante en la industria. Con un auge y desarrollo de gran importancia a lo largo del siglo, caracterizado por varios “shocks”, provocados por conflictos bélicos, geopolíticos, u otras causas que serán estudiadas más adelante, que afectaron notablemente a la cotización del precio del petróleo. Algunos de estos acontecimientos de gran importancia son tales como: la primera crisis del petróleo en 1973, la segunda crisis del petróleo en 1979, el enfrentamiento bélico que tuvo lugar entre Irak e Irán, dos de los mayores productores de petróleo; la Guerra del Golfo... Pero sin duda el hecho más relevante tuvo lugar en el año 1960, con la fundación de la OPEP.

2.2.La OPEP, su historia y su función.

La OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), es una organización intergubernamental que fue fundada en Bagdad, Irak, en septiembre de 1960, por 5 países, 4 árabes (Irán, Irak, Kuwait y Arabia Saudí) y Venezuela, dando lugar así a la creación de la primera asociación de países que exportaran materias primas, como dice Ruiz-Caro.

Más tarde se unieron, en orden cronológico, Catar en 1961, que abandonó la OPEP este pasado enero de 2019; Indonesia en 1962, que decidió suspender su participación en enero de 2009, reactivándola de nuevo siete años más tarde, para volver a suspenderla en septiembre de 2016; Libia en 1962; Emiratos Árabes Unidos en 1967; Argelia en 1969; Nigeria en 1971; Ecuador en 1971, que como Indonesia, suspendió su membresía en diciembre de 1992, reactivándola más tarde en octubre de 2007; Angola en 2007; Gabón en 1975, que abandonó la OPEP en enero de 1995, y se reincorporó en julio de 2016; Guinea Ecuatorial en 2017; y la República del Congo en 2018.

La OPEP nace por la necesidad de regular un mercado petrolero, caracterizado por el oligopolio formado por 7 compañías que, en 1928, habían creado un cártel internacional, y defender los intereses de los países productores frente a los de las grandes potencias occidentales.

Estas compañías, conocidas como ‘Las 7 Hermanas’ (término acuñado por Enrico Mattei, considerado el padre de la industria petrolera italiana), eran:

- Standard Oil of New Jersey (denominada Exxon desde 1973), que posteriormente pasó a fusionarse con Mobil formando ExxonMobil.
- Standard Oil of New York, luego conocida como Mobil, y fusionada con Exxon.
- Standard Oil of California, pasó a llamarse Chevron, y se fusionó con Texaco dando lugar a ChevronTexaco.
- Gulf Oil Corporation, que en 1985 fue adquirida casi en su totalidad por Chevron, con BP como poseedor de las acciones restantes.
- Texaco, que se fusionó con Chevron en el 2001
- Royal Dutch Shell
- Anglo-Iranian Oil Company, luego conocida como British Petroleum (BP)

Las cinco primeras de origen norteamericano, la sexta de capital anglo-holandés y la última de capitales británicos, como expone Ruiz-Caro en su trabajo.

Para hacerse una idea de la importancia de este pequeño cártel, en 1972, las llamadas Siete Hermanas, controlaban el 62% de la producción total mundial y el 52% de la capacidad de refinación. Su importancia en el comercio era aún mayor, de los 25 millones de barriles diarios de comercio en 1972, 22 millones se producían por estas empresas (Roeber, 1994: 267).

Según Ruiz-Caro, “el objetivo inicial que se planteó la OPEP al momento de su creación fue hacer frente a las políticas de reducción de los precios de referencia del petróleo que llevaban a cabo las compañías petroleras”. Si bien es esto cierto, pues la OPEP como previamente se ha mencionado, buscaba una igualdad para todos los países exportadores, a la par que el establecimiento de un precio justo del crudo.

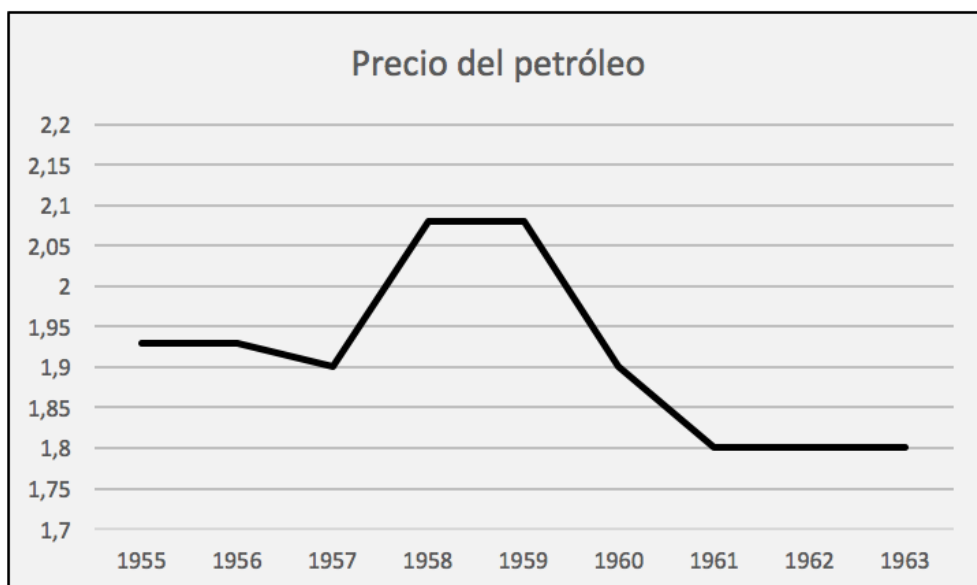
De manera similar lo expone Stratta: “El objetivo era fortalecerse en la negociación con las compañías, lograr mayor participación en las decisiones de producción y encontrar nuevos mecanismos de determinación de precios.”

Creada gracias a la iniciativa del por aquel entonces Ministro de Minas e Hidrocarburos de Venezuela, Juan Pablo Pérez Alfonzo, junto con Abdullah Tariki, también por aquel entonces Ministro de Petróleo, en este caso de Arabia Saudí.

“La urgencia en crear una institución de estas características surgió tras la gran caída en el precio del petróleo producida en 1960 en virtud de los acuerdos que entonces llevaron a cabo de forma unilateral las grandes distribuidoras de crudo”. (OPEP. Hoy 14 De Septiembre De 1960 Fundación De La OPEP. – Efemérides Pedro Beltrán)

Esta gran caída en el precio del crudo, se ve reflejado en el Gráfico 1, en el que se puede apreciar perfectamente cómo el valor se redujo, en dólares de aquel momento, desde algo más de 2\$ hasta alrededor de 1,8\$ en términos totales, lo que implica una caída de aproximadamente un 15% en términos relativos.

Gráfico 1: Precio en dólares del petróleo antes y después de la creación de la OPEP



Fuente: Elaboración propia con datos de BP.

En total, de estos 15 actuales países miembros, 7 están situados en Oriente Medio, 6 en África, y solamente 2 en América del Sur. A pesar de haber sido fundada en Irak, originariamente la sede de la OPEP estaba en la ciudad suiza de Ginebra, y tras 5 años allí, se trasladó a Viena, Austria, en septiembre de 1965. Este organismo plurinacional, tiene un líder, que en este caso se trata de Arabia Saudí, que, al ser con diferencia el mayor exportador de petróleo, ejerce como líder de facto.

La OPEP, en definitiva, aparte de las razones ya mencionadas, fue fundada para contrarrestar el control que los Estados Unidos ejercían en el mercado del petróleo no tanto como productor entonces sino como consumidor, país emisor del dólar, divisa en la que cotiza, y hogar de cinco de las 7 Hermanas.

La OPEP tiene como objetivos principales: coordinar y unificar las políticas de producción petroleras entre los países miembros de la OPEP, para así asegurar unos precios seguros y estables para los productores de petróleo; una constante, eficiente y económica oferta de petróleo a los países consumidores; y un rendimiento del capital justo para aquellos que inviertan en la industria, como dice la OPEP en su página web oficial. Más recientemente, Álvaro Silva Calderón, Secretario General de la OPEP, en un discurso en el 2003 enfatizó estos mismos mensajes de los estatutos.

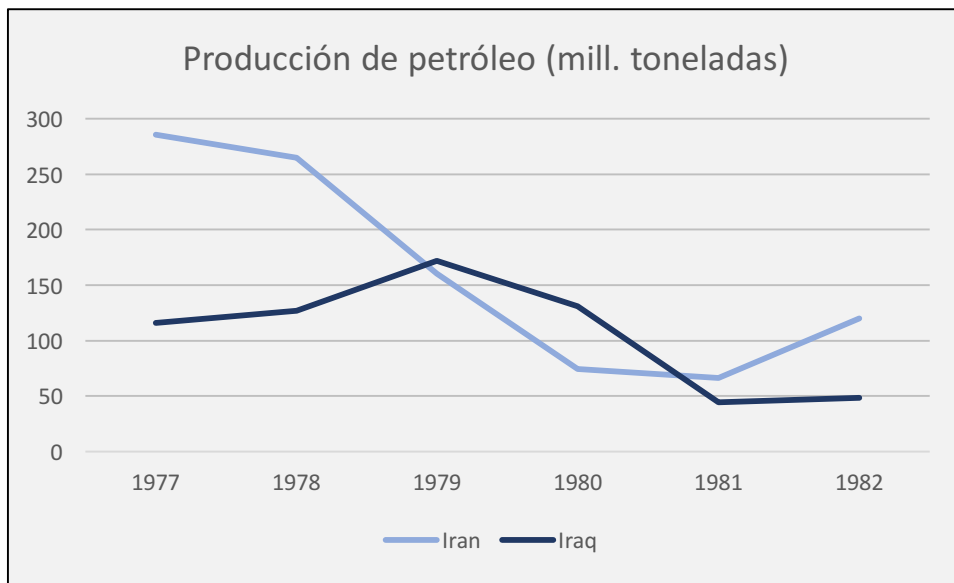
Durante la década de los 70, la OPEP fue ganando importancia a nivel internacional conforme los países que formaban parte de ésta obtenían más control y, progresivamente “adquirían voz y voto a la hora de fijar los precios del crudo del petróleo en el mercado mundial” (Expansión 2005). Ciertamente es que, en el momento de su fundación, el objetivo de la OPEP era controlar y en cierta manera fijar los precios del crudo, aunque a pesar de ello no siempre han tenido la influencia que deseaban. Lo que realmente marcó esta década, fueron las dos crisis del petróleo.

La primera crisis, tuvo lugar en 1973, comenzó a raíz de la decisión de la Organización de Países Árabes Exportadores de Petróleo (que agrupaba a los países árabes miembros de la OPEP más Egipto, Siria y Túnez) con miembros del golfo pérsico de la OPEP (lo que incluía a Irán) de no exportar más petróleo a los países que habían apoyado a Israel durante la guerra de Yom Kippur, que enfrentaba a Israel con Siria y Egipto. Esta medida incluía a Estados Unidos y a sus aliados de Europa Occidental.

Y la segunda crisis de esta década tuvo lugar apenas 6 años después, en torno a 1979. Se podría decir que todo comenzó a finales de 1978, cuando se produjo la revuelta contra el sha iraní, en noviembre de ese mismo año, y los trabajadores de las refinerías iraníes se declararon en huelga, por lo que la producción de barriles diarios cayó en un 75%.

Este hecho tuvo una mayor repercusión debido a que por aquel entonces, Irán era el segundo mayor productor de crudo, una caída de producción de semejante tamaño tuvo un efecto considerable.

Gráfico 2.: Producción de petróleo de Irán e Irak 1977-1982.



Fuente: Elaboración propia con datos de BP.

Todo esto, ligado con la guerra entre Irán e Irak en 1980, forma parte de la gran crisis de 1979, en la que haremos mayor hincapié más adelante. Además de estas crisis, en el periodo de esta década, tuvo lugar la primera reunión de jefes del Estado de la OPEP en Argel en 1975.

La década de 1980 no fue menos accidentada: comenzó con unos altísimos precios debido a la guerra entre Irak e Irán, que posteriormente se desplomaron en 1986, debido a una superabundancia de petróleo desde el lado de la oferta de este hidrocarburo. Kilian y Baumeister (2015) reconocen esta brusca bajada de precio del petróleo en un claro cambio de política por parte de Arabia Saudí.

Estos altos precios del inicio de la década incentivaron la exploración de nuevos pozos en países ajenos a la OPEP, causando esto una importante reducción en la demanda del crudo de la OPEP. Al verse reducida su demanda de una manera tan drástica, los ingresos descendieron a cifras mínimas, lo que causó a su vez dificultades económicas a varios países miembros de la Organización.

En este mercado tan volátil, Arabia Saudí, como máximo productor, ejercía de productor “bisagra”, reaccionando a subidas o bajadas en el precio del petróleo para así mantener el precio alto; “el papel de bisagra forzó a Riad a bajar más y más su extracción, que tocó un mínimo de menos de 2 mb/d en 1985” (“La Cumbre Del Barril A 100 Dólares. Especiales. Expansión.Com”).

Pero tras múltiples advertencias, Arabia Saudí dejó de hacer de bisagra ya que al bajar su producción bajaban sus ingresos, y fue por esto que dejó de lado su papel de regulador y alzó su producción, causando así la superabundancia previamente mencionada. Esto causó una caída de los precios del petróleo de nuevo, originando así la tercera crisis del petróleo, en 1986. A finales de la década, los precios se recuperaron ligeramente, y esto se debió a la recuperación de la producción mundial y de la economía.

Para evitar futuras situaciones similares a las de 1986 y la superabundancia, la OPEP decidió tomar medidas, e impuso unos topes de producción a los países miembros de la Organización. Esto junto con los avances en los diálogos y la cooperación entre los países miembros a la OPEP y los países productores ajenos a ésta, fueron factores esenciales para la estabilidad en el mercado y los precios menos volátiles. Además de todo esto, a finales de la década proliferó la preocupación generalizada ante los problemas medioambientales del planeta.

La década de los 90 fue más estable que los veinte años que la precedieron. Empezó con la invasión a Kuwait por parte de Irak, causando una drástica subida de los precios, a la que la OPEP respondió con un aumento de la producción para así estabilizarlos. Debido a la crisis de la economía asiática la demanda global del crudo se vio gravemente reducida; esto, acompañado de la subida en la producción de crudo terminó con un colapso en los precios.

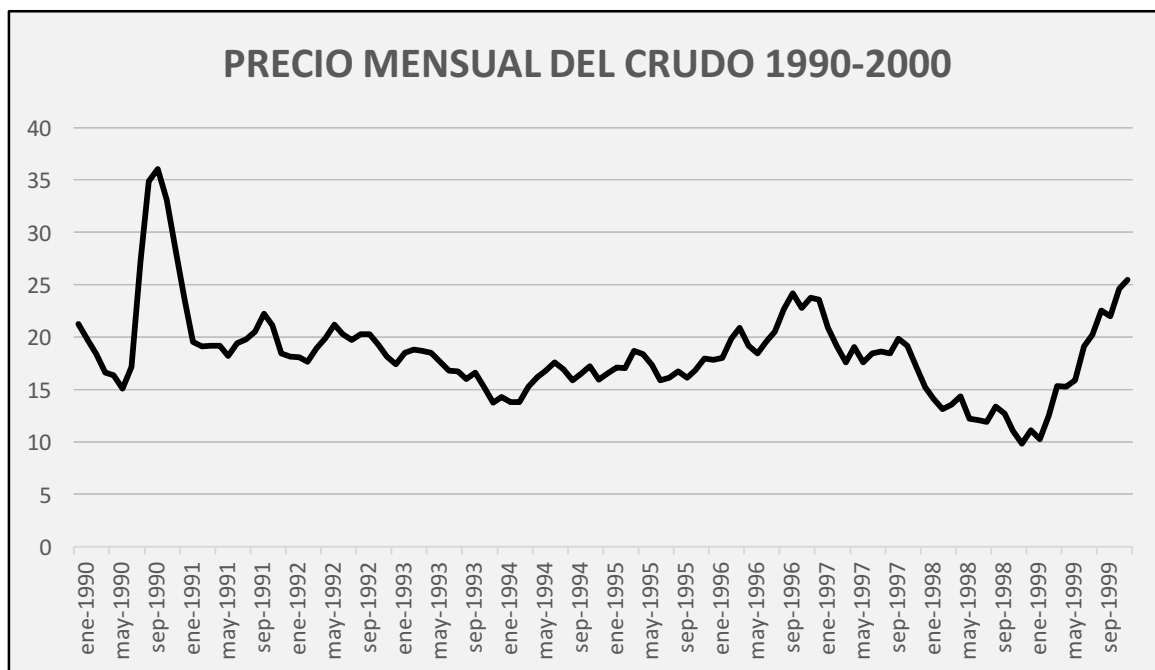
Tuvo un importante papel esta década el difunto presidente venezolano Hugo Chávez, que consiguió sacar a la OPEP de la crisis en la que estaba estancada, y además ayudó a elevar los precios del crudo. El objetivo de Chávez fue reactivar la actividad de la OPEP, y lograr que el petróleo tuviera un precio justo en los mercados internacionales tanto para los productores como para los consumidores. El incumplimiento de los niveles de

producción por parte de Venezuela entre otros, imposibilitó elevar los precios del petróleo, que con la crisis asiática habían caído a mínimos récord de los últimos 14 años.

Esto hizo que, el que iba a ser ministro de Petróleo de Venezuela, Ali Rodríguez Araque, se reuniera en diciembre de 1998 en Madrid con sus homólogos de Arabia Saudí y de México. El objetivo era promover una reducción de la oferta por parte de la OPEP y otros grandes productores.

Estos esfuerzos dieron su fruto, pues en la primera reunión de la OPEP que se dio desde que Chávez llegó al poder, en marzo de 1999, la OPEP acordó un serio recorte en la producción conjunta de crudo, y Rodríguez Araque confirmó haber aprendido la lección y aseguró que no se repetirían los incumplimientos de los niveles de producción. La OPEP logró “resucitar” y alcanzar los precios deseados gracias al nuevo gobierno de Chávez. Además, la Organización vio como dos miembros abandonaban su membresía durante esta década, que terminó con una cumbre mundial por su 40 aniversario en Caracas.

Gráfico 3.: Precio medio mensual del petróleo en la década 1990-1999.

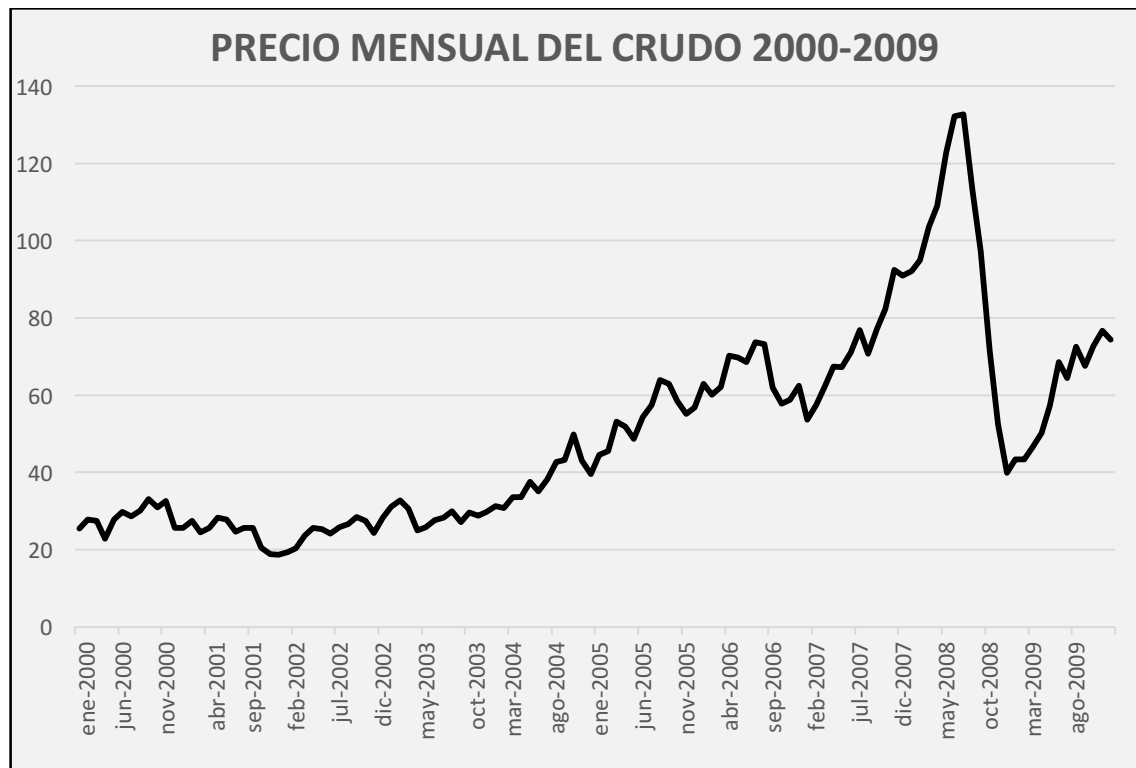


Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia Internacional de la Energía.

La OPEP consiguió al principios del nuevo siglo estabilizar los precios gracias a la nueva e innovadora ‘estrategia de bandas’, así consiguieron sobrepasar la barrera de los 30 dólares, fijando posteriormente los precios entre los 22 y los 28 dólares por barril.

Esto no duró demasiado, pues, aunque la OPEP aumentara su producción para contrarrestar los efectos de la subida de precios, la demanda aumentó a ritmos acelerados. Debido al gran consumo de economías con un altísimo ritmo de crecimiento como China e India; sumado a factores como el paro petrolero que sufría Venezuela, o la invasión de Irak de 2003, fue imposible mantener los precios, que terminaron por subir bruscamente como se muestra en el Gráfico 4. El precio del petróleo subió hasta alcanzar cerca de 80 dólares a lo largo del año 2006, y se mantuvo en torno a esos precios durante 2007, hasta que en octubre de ese mismo año terminó alcanzando los 90 dólares.

Gráfico 4.: Evolución del precio medio mensual del crudo en dólares durante la primera década del Siglo XXI.



Fuente: Elaboración propia con datos de EIA.
http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_m.htm

En 2008, el petróleo llevaba ganando mucha importancia desde años atrás, seguía siendo un activo muy valorado, y cuyo precio había tenido un incremento muy significativo, todo esto hasta que se colapsó el mercado financiero, y comenzó la recesión económica. Durante estos primeros años del siglo XXI, Indonesia abandonó la OPEP, a la vez que Ecuador volvía a la Organización, y se unía Angola.

Desde 2010 hasta hoy, el principal riesgo para el mercado del petróleo fue la marcha de la economía mundial en sí misma, por la gran incertidumbre a nivel macroeconómico y unos riesgos en aumento que rodeaban el sistema financiero internacional. Asimismo, la inquietud generalizada afectó tanto a la oferta como a la demanda en el curso de los primeros años del nuevo siglo, aunque los precios en el mercado se mantuvieron medianamente equilibrados.

La misma estabilidad caracterizó el periodo de la segunda década, entre 2011 y 2014, hasta que debido a una combinación de, por un lado, especulaciones y por otro lado una vasta oferta, los precios sufrieron una reducción de aproximadamente un 55% de su valor desde mediados de 2014 hasta enero de 2015 – desde 111,8 dólares a 47,76 dólares –.

La demanda cada vez era mayor en el sudeste de Asia, cuyas economías crecían aceleradamente por encima del 5% anual; mientras que en la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OECD por sus siglas en inglés) cada vez se veía mayormente reducida.

3. El mercado del petróleo

El mercado petrolífero ha evolucionado mucho desde sus orígenes, a día de hoy goza de un alcance global, los cargamentos de petróleo se mueven con relativa facilidad entre países y a través de océanos. Para empezar, debería quedar claro que el mercado del petróleo es mucho más que un sistema formado por proveedores y compradores de petróleo. Deberíamos imaginarlo como una piscina, en la que todos los productores de petróleo se ven afectados por igual: si un país desborda la piscina por una producción demasiado elevada, el efecto se notará a lo largo de toda la superficie de la piscina, y lo mismo si se vacía; así lo explica el instituto John A. Dutton (<https://www.e-education.psu.edu/eme801/node/484>).

El mercado del petróleo se caracteriza por estar lejos de una situación de competencia perfecta, principalmente causado por ineficiencias que tienen lugar en el lado de la oferta, como deja apuntado Picón (2016). Esto explica el por qué es tan difícil construir un modelo que sea capaz de explicar el equilibrio del mercado en todo momento, ya que hay muchos factores afectan a la cotización del petróleo. Por eso mismo, vamos a, más adelante, explicar qué factores y en qué grado afectan al precio del crudo.

Además de las propiedades ya mencionadas, el mercado del petróleo está caracterizado por una reinante incertidumbre. Nadie puede prever el futuro, pero en ciertos mercados se puede pronosticar la futura evolución del activo con mucha más facilidad o seguridad que en el mercado del petróleo.

Las características más destacables del mercado del petróleo son:

A) Por el lado de la oferta:

- I. Al ser el petróleo una materia prima no renovable, las expectativas han tenido un papel muy importante en la determinación del precio, ya sea por especulaciones por un cercano agotamiento de las existencias, por el descubrimiento de nuevos pozos, por nuevas técnicas de extracción (“fracking”), etc...

II. Los costes totales de la producción de un barril de petróleo se dividen en dos: los primeros son los costes de exploración, son costes relacionados con las inversiones que realiza una empresa petrolera para encontrar nuevos yacimientos de petróleo. La empresa petrolera realiza estudios geológicos en busca de zonas donde perforar y así posteriormente poder encontrar crudo. Los segundos son los costes de extracción, son aquellos costes asociados a la operación de transportar el petróleo de los yacimientos hasta la refinería, y costes generales del estilo de mano de obra, electricidad... Con un proceso tan costoso, la oferta se ve muy afectada por estos costes tan variables: se necesita que los yacimientos sean de unas dimensiones considerables para amortizar estos costes, el inconveniente es que estos yacimientos suelen encontrarse en un número muy reducido de países o concentrados en ciertas zonas geográficas muy concretas, lo que implica que los costes de transporte desde el país o zona de extracción hasta el país demandante sean de gran importancia.

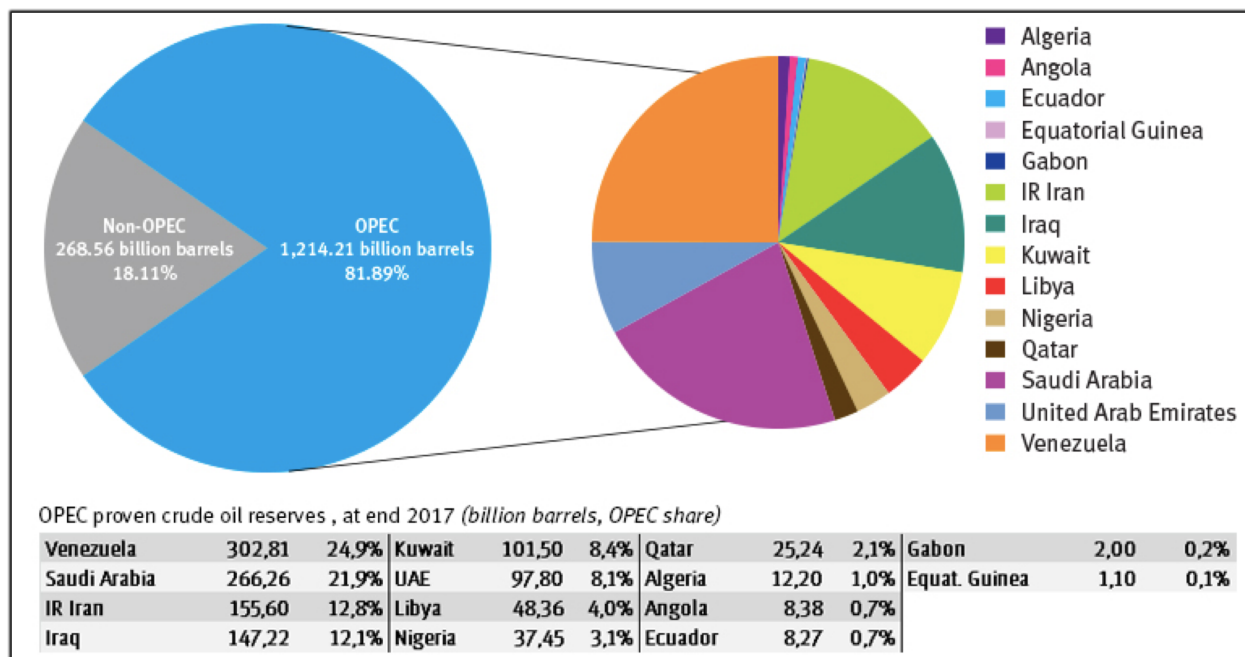
El claro ejemplo de estos costes tan variables, es Arabia Saudí comparado con prácticamente cualquier otro país: en Arabia Saudí el coste de producción por barril es de unos 3 dólares, y los costes de extracción rondan los 8 o 9 dólares, mientras que a países como el Reino Unido o Brasil, les cuesta alrededor de 50 dólares la producción de cada barril.

III. Desde el lado de la oferta, se aprecia una falta de competencia. Con la creación de la OPEP, que cumple la función de cártel, ya que la mayoría de países que ofrecen petróleo son miembros de la OPEP, sumado a que estos países tienen buena relación con parte de los países oferentes que no son miembros, reduce mucho la competencia de los precios.

IV. En cualquier caso, el mercado del petróleo es un oligopolio natural *per se*, la infraestructura necesaria para empezar a bombear el petróleo, es cuanto menos costosa, siendo posteriormente los costes de transporte muy variables.

- V. La mayoría de países exportadores de petróleo, a pesar de la riqueza que les aporta esta materia prima, tienen una gran inestabilidad política (la región de Oriente Medio principalmente) que acaba dando lugar a conflictos bélicos con otros países: la crisis de 1973, la invasión a Kuwait por parte de Irak en 1990. Todos estos eventos afectan a la cotización del petróleo y crean inestabilidad en el mercado, como dice Picón en su trabajo. Por si fuera poco, estos países son más propensos a sufrir catástrofes naturales con cierta periodicidad debido a su posición geográfica geológica; estos sucesos lógicamente también tienen su efecto en la oferta.
- VI. Para terminar, las variables económicas juegan un papel importante a la hora de afectar al precio indirectamente, afectando las expectativas sobre la futura oferta y demanda. El petróleo es una materia prima que puede almacenarse durante largos periodos de tiempo, por lo que las expectativas sobre las futuras condiciones del mercado influyen en la demanda para almacenar “oro negro” y por consiguiente en los precios, razonamiento expuesto por Pindyck y Rottemberg (1990).
- VII. La elasticidad, o respuesta por parte de la demanda respecto a cambios en el precio, a corto plazo, es muy baja. Es decir, un incremento en el precio del petróleo de un 1%, tiene un impacto menor que un 1% en la demanda de este. Es decir, la demanda mundial de petróleo no se va a ver reducida por una ligera subida en el precio del petróleo, o al menos en el corto plazo. Esto se apoya en el hecho de la relevancia que caracteriza al petróleo a día de hoy, y la dificultad de encontrar una forma de energía que sustituya al petróleo en el corto plazo, creando una dependencia al mundo de esta materia prima. Ya que pasar a alguna de las alternativas, no es fácil ni barato.
- VIII. Las reservas mundiales de petróleo, están recogidas en un pequeño grupo de países productores.

Gráfico 5.: Reservas mundiales de petróleo en el 2017.



Fuente: Página oficial de la OPEP. (https://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/330.htm)

Como podemos apreciar en este gráfico, hablando en datos de 2017, más del 80% de las reservas mundiales se encontraban en países miembros de la OPEP (a día de hoy habría que excluir la cuota perteneciente a Catar debido a su abandono a principios de este año). Esto que será explicado más adelante, refleja qué papel toma la OPEP y qué importancia tiene en la determinación del precio del crudo.

B) Por el lado de la demanda:

- I. La elasticidad, o respuesta por parte de la demanda respecto a cambios en el precio a corto plazo, es muy baja. Es decir, un incremento en el precio del petróleo de un 1%, tiene un impacto menor que un 1% en la demanda de éste. Es decir, la demanda mundial de petróleo no se va a ver reducida por una ligera subida en el precio del petróleo, o al menos en el corto plazo. Esto se apoya en el hecho de la relevancia que caracteriza al petróleo a día de hoy, y la dificultad de encontrar una forma de energía que sustituya al petróleo en el

corto plazo, creando una dependencia al mundo de esta materia prima. Ya que en el sector del transporte no existe ningún producto sustitutivo del petróleo a gran escala como combustible, y pasar a alguna de las alternativas, no es fácil ni barato.

- II. La elasticidad, o respuesta por parte de la demanda respecto a cambios en el precio, a corto plazo, es muy baja. Es decir, un incremento en el precio del petróleo de un 1%, tiene un impacto menor que un 1% en la demanda de este. Consecuencia de que, al menos en el corto plazo, no existe ninguna materia prima o tecnología que pueda sustituir las funciones del crudo como combustible.
- III. El petróleo genera externalidades negativas, principalmente a la hora de su extracción, pero también a la hora de su consumición. Con la creciente importancia que se le dio al medioambiente desde finales del siglo XX, han sido los gobiernos y las empresas quienes han decidido implementar iniciativas para investigar alternativas y así sustituir el consumo del petróleo y otros combustibles fósiles por otras formas más respetuosas con el medio ambiente.
- IV. Por último, destacar que el desarrollo de productos financieros derivados del petróleo ha originado diversos mercados con distintos activos financieros (derivados como *call*, *put*, *forward*, etc), que a su vez dan lugar a un mayor número de reacciones ante cambios en precio. Esto hace que el precio que se fija en el mercado, dependa algo menos en la oferta y la demanda, razonamiento que defienden tanto Pindyck y Rottemberg, como Zanoni.

4. Picos y caídas del precio del petróleo.

El petróleo es una materia prima cuya cotización es muy volátil. Como dice Hamilton (2008) en su trabajo, en términos de regularidad estadística, los cambios en el precio real del petróleo históricamente han tendido a ser: permanentes, difíciles de predecir, y gobernados por regímenes muy distintos en distintos momentos de la historia. No han sido pocas las veces que el precio ha experimentado bruscos cambios en el precio provocando así shocks.

Como se expone en la página web muchapasta.com: “Estas subidas y bajadas de los precios son producidas por muy diversos factores, pero los más importantes son las decisiones políticas de los países productores, los conflictos sociales o bélicos en las zonas más vinculadas a la producción de petróleo y, en ocasiones, las decisiones que puedan tomarse en determinados foros financieros mundiales”. Entre otros, por ejemplo, el libro escrito por Andrew Inkpen y Michael Moffett, determina que las principales razones por las que el petróleo sufre de tal volatilidad históricamente estudiadas desde el lado de la oferta, han sido cuatro:

La primera, el descubrimiento de nuevos vastos yacimientos que explotar, como ocurrió en el oeste de Tejas en los años 30. Estos descubrimientos provocaron un sobreabastecimiento de crudo en el mercado, que causa que los precios cayeran en picado a precios tan bajos, que en algunos casos llegó a ser menor incluso que el coste de producción.

En segundo lugar, las restricciones impuestas por parte de los colectivos de productores en cuanto a establecer límites en la producción. Ilustrado claramente por las decisiones que tomó la OPEP en las décadas de 1970 y 1980, que restringió la disponibilidad de petróleo en una época marcada por un mercado en auge y una situación política global tensa, dando lugar así un alza en el precio del crudo.

como será mejor desarrollado más adelante, las acciones restrictivas de colectivos de productores, la OPEP, como las que tienen lugar en los años 70 y 80.

La tercera razón es la acción humana, con esto se refieren a repentinas acciones provocadas por el hombre que causan algún tipo de alteración, ponen de ejemplos el conflicto árabe-israelí y la guerra del Golfo Pérsico de 1991. Estas dos guerras sacaron

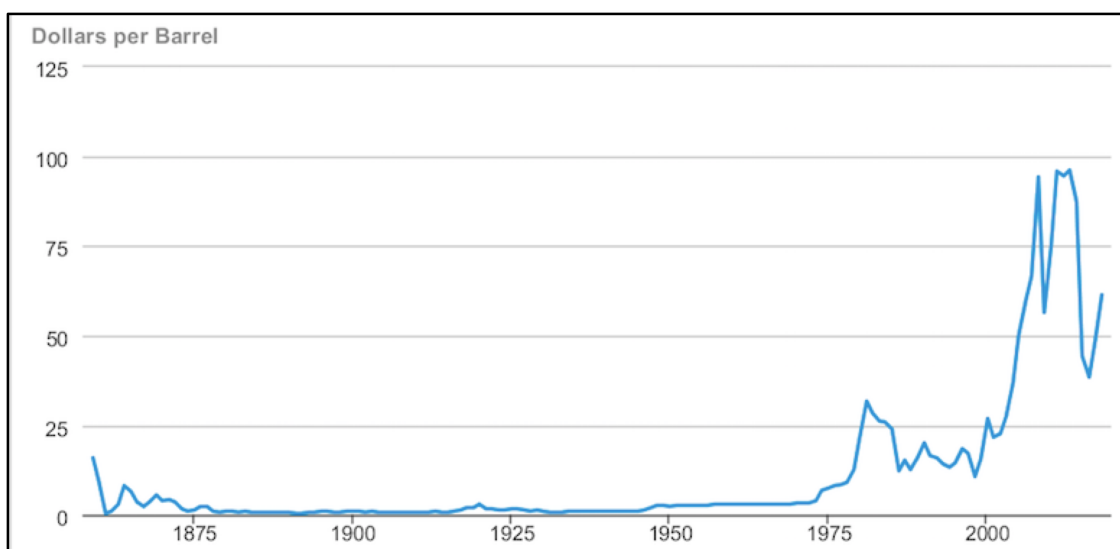
una gran cantidad del crudo disponible en un periodo de tiempo muy corto, lo que hizo de nuevo que los precios subieran.

La última causa que estos autores mencionan son las fuerzas de la naturaleza, bajo esta categoría entran fenómenos meteorológicos como los huracanes que en 2006 causaron estragos en la costa del Golfo de México, dañando tanto plataformas petrolíferas como instalaciones de producción, una vez más, el resultado fue una subida de los precios.

Muchos han sido los autores que han estudiado el porqué de estos repentinos cambios, con diferentes tipos de modelos y variables, pero a día de hoy seguimos sin saber con total seguridad qué factores influyen en el precio del oro negro.

En esta sección, vamos a comentar los picos y caídas más reconocibles que ha sufrido el precio del crudo a lo largo de su historia, así como las causas que provocaron estos drásticos cambios. Estas causas son las que tomaremos como referencia, más enfocadas a factores geopolíticos y bélicos, y dejaremos el análisis puramente cuantitativo para más tarde.

Gráfico 6.: Precio nominal de compra de crudo de EEUU



Fuente: Agencia Internacional de la Energía.
(https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=F000000__3&f=A)

En el gráfico 6 podemos ver el precio al que Estados Unidos ha comprado históricamente el petróleo, empezando desde 1860, en el que la media anual de compra fue de 9,59 dólares por barril, hasta el pasado 2018 cuyo precio medio fue de 61,41 dólares por barril.

Como podemos ver, el precio del petróleo bajó significativamente desde 1860 en los siguientes años, tocando fondo en 1861 con un precio medio anual de 0,49 dólares. La caída de por sí no es lo chocante, al menos no en valores totales, (una caída de 9 dólares fue poco en comparación con la caída que sufrió de 2014 a 2015, que bajó de unos 87\$ de precio medio anual a apenas 44\$), lo verdaderamente impactante es que, si lo analizamos en términos relativos, la caída es de más de un 90% de su precio, en solo un año. Esta caída, vista en dólares de 2017 reducidos según el IPC de Estados Unidos, tuvo un impacto mayor incluso que la caída que tuvo lugar en 1978 con la revolución iraní, y que la que duró todo el segundo semestre de 2014.

Tras esta significativa bajada, se mantuvo en torno a los 2 dólares (media anual de 1,05 dólares por barril en 1861, y de 3,15 dólares en 1862), hasta que en 1864 aumentó su precio hasta pasados los 8 dólares por barril, así incrementando su valor en casi 8 veces en apenas tres años. Bien se puede ver que el precio del petróleo no tuvo ninguna gran variación, los precios se mantuvieron considerablemente estables durante alrededor de 100 años, oscilando entre unas franjas de entre los 0 y 4 dólares. Aquí llega el primer gran incremento en el precio del crudo: la primera crisis del petróleo.

4.1.Las crisis del petróleo

4.1.1. La primera crisis del petróleo

La primera gran crisis del petróleo tiene lugar en el año 1973, y comenzó a raíz de la decisión que tomó la OPEP de no exportar más a los países occidentales que habían apoyado a Israel durante la guerra de Yom Kippur. Sin embargo, hay mucha gente que dice que esta decisión tuvo sus antecedentes años atrás, cuando en 1971, el presidente estadounidense Richard Nixon, decidió abandonar el denominado “Gold Standard”, acuerdo que permitía a los países que aceptaran esta política, intercambiar sus dólares por oro.

Al abandonar Nixon dicha política, provocó que los países ya no pudieran canjear sus dólares por oro, con un incremento drástico del precio del oro, y una devaluación considerable del dólar. Esto causó una reducción notable en los ingresos de los países de

la OPEP, ya que todos ellos tenían sus contratos en dólares, sus ingresos bajaron conforme se devaluaba el dólar. La OPEP hasta se planteó establecer los precios de sus contratos en onzas de oro en vez de en dólares para así evitar tal bajada de sus ingresos.

Con estos planteamientos sobre la mesa, el hecho de que países occidentales como Estados Unidos, Portugal, o Países Bajos apoyaran a Israel sólo fue el mero detonante de esta crisis. El principal aliado de Israel y por tanto el país más afectado, fue Estados Unidos, aunque esta decisión también afectó a países de Europa Occidental. Este embargo del petróleo afectó gravemente a estos países aliados, que tenían una enorme dependencia del crudo que importaban de los países del Golfo Pérsico. Esto provocó una fuerte crisis económica a los países afectados, que tuvieron que empezar a buscar formas alternativas de energía.

Al cabo de medio año, en marzo de 1974, se levantó este embargo, y así cesó el llamado ‘embargo árabe de crudo’. Pero por aquel entonces el precio nominal de del petróleo ya ascendía a 12 dólares, comparado con los 3 dólares a los que cotizaba antes de empezar el embargo, es decir un incremento de un 300%.

Este embargo fue el causante de la recesión económica de Estados Unidos, aunque fue de la mano de las políticas gubernamentales, que forzaron a las compañías a mantener los precios altos y a echar a trabajadores para reducir sus costes. Este embargo no ayudó nada a controlar la inflación, sino más bien todo lo contrario: la inflación ya estaba alta por sí misma, pues con los altos precios establecidos por las empresas aún más.

Con el embargo, la inflación que ya llegaba a valores de 10% para algunas materias primas, fue a peor; los productores habían potenciado su producción, pero aun así seguían sin ser capaces de cubrir el déficit. Por último, no solo perdieron cuota de producción a nivel mundial, sino que además este embargo del crudo otorgó un mayor poder de influencia a la OPEP, que pudo controlar la oferta mundial de crudo y controlar que los se mantuvieran estables (Amadeo).

Así concluye la primera crisis del petróleo, con el precio marginal del petróleo cuadruplicando su valor, un embargo de seis meses por parte de los países árabes como castigo a los aliados del enemigo israelí, y con un Estados Unidos devastado por la inflación y la incapacidad de recuperar la producción de crudo.

4.1.2. La segunda crisis del petróleo

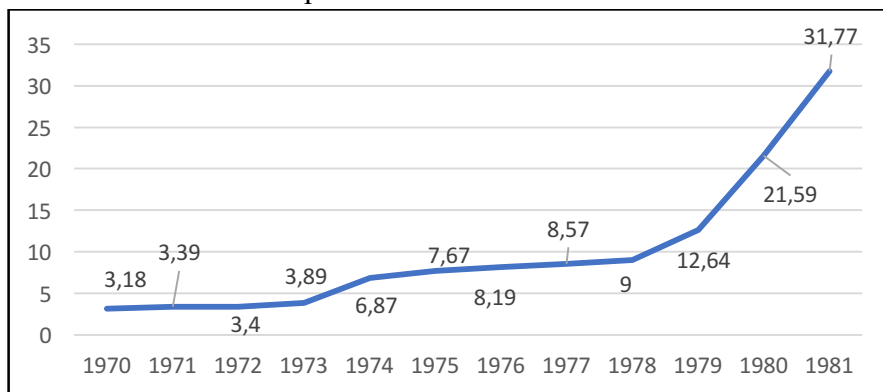
Pocos años tuvieron que pasar para que le llegara la segunda crisis al petróleo.

Todo comenzó en 1978, cuando se produjo el derrocamiento del Sha en Irán, sumado al viernes negro, como parte de la revolución iraní. Este periodo caracterizó a Irán por su inestabilidad política. Aunque fue en 1980 cuando verdaderamente se desata esta crisis, debido al inicio de la guerra entre Irán e Irak. Irak fue quién tiró la primera piedra en esta ocasión, invadiendo una zona rica en petróleo de Irán.

Durante esta guerra ambos países paralizaron sus exportaciones de petróleo al resto del mundo, provocando una reducción en la oferta mundial de unos 3 millones de barriles de crudo al día, el equivalente a un 15% de la producción total de la OPEP.

Esto se ve claramente reflejado en el Gráfico 4, en el que podemos ver como los precios del crudo se habían triplicado en apenas 3 años, desde los 9 dólares, hasta los casi 32 dólares. Otra referencia que tenemos es, que, si comparamos los precios de antes de la primera crisis del petróleo (1970-1972), con los precios después de la segunda crisis (1981), estos precios post crisis eran 10 veces más altos, en un periodo de tan solo 10 años.

Gráfico 7.: Precios del petróleo 1970-1981



Fuente: Elaboración propia con datos de la Administración de Información de la Energía.

Se puede ver que tanto la primera gran subida de precios en 1973, como la segunda, en 1978, ambas son provocadas por acontecimientos que tienen lugar en el marco geopolítico. Primero el embargo del petróleo a los países aliados de Israel, que en el fondo esto solo fue el pequeño empujón final a una continuada tendencia alcista que comenzó a finales de los 60.

Y después, el segundo gran incremento, fue consecuencia de un cúmulo de hechos; empezando por la introducción del mercado de futuros de esta materia prima, seguido de la pérdida de terreno de la OPEP como máximo proveedor de crudo mundial, debido a que países como México, Gran Bretaña o Noruega, que habían incrementado su producción de manera significativa, y, por último, debido a los pasados eventos bélicos entre países, los países habían empezado a acumular stocks. Todo esto provocó un aumento en la especulación.

4.2. La primera gran caída de precios

Tras esta exagerada subida de precios, que pasó de valer poco más de 3 dólares en 1971, a valer casi 32 dólares, era de esperar que en algún momento el precio se estabilizara, ya fuera por decisión de la OPEP de mantener el precio entre ciertos valores o no, o que cayera a unos precios más cercanos a la tendencia que seguía antes de estas dos crisis que provocaron los dos aumentos.

Pues bien, esto fue lo que pasó: en 1980 el precio llegó a su cumbre, tuvo un pico y desde ahí empezó a bajar tan rápido como había subido, bajó hasta sus valores ‘originales’.

Como dice Stratta “En 1982 la OPEP acordó por primera vez un techo de producción, asignando cuotas a cada uno de sus miembros y a Arabia Saudita el papel de productor compensador, reduciendo o incrementando su producción según fuera necesario para sostener la estabilidad de precios. Entre 1982 y 1985 lograron sostener un precio de 29 dólares por barril a costa de disminuir la participación la Organización a un 28% de la producción global”.

Bien, las causas de esta bajada se resumen en tres principalmente según Ruiz-Caro: la primera, el contexto internacional prevaleciente durante la primera mitad de la década de los ochenta, en segundo lugar, el hecho de que Irán recuperara sus niveles de producción, y por último, las medidas de ahorro en el consumo que fueron implementadas en 1974 sumadas a la explotación de petróleo fuera de la OPEP, acabaron forzando a los países miembros a iniciar una bajada en los precios después de 1980 como hemos mencionado anteriormente.

La OPEP tuvo que ir reduciendo su cuota de producción lentamente, pero de manera constante. El techo de producción se fue reduciendo con el paso de los años, al ser impuesto cada país una cuota de producción y así repartir entre todos los miembros el exceso de capacidad de producción.

Por otro lado, hay fuentes que aseguran que el precio del crudo se encauzó hacia valores más bajos por el exceso de oferta por parte de la OPEP, y por el descubrimiento y consecuente explotación de nuevos yacimientos.

4.3.La Guerra del Golfo Pérsico

La Guerra del Golfo Pérsico, así se conoce al conflicto bélico que tuvo lugar en el bienio de 1990-1991, periodo en el que Irak invadió y anexionó Kuwait a sus territorios, y posteriormente la intervención militar liderada por Estados Unidos contra Irak.

En agosto de 1990 Irak decide invadir Kuwait, pretextando viejas pretensiones territoriales. Sin embargo, esta invasión es justificada por algunos analistas por el deseo de Irak de disponer de mayores ingresos y así recuperar los gastos que habían tenido durante el periodo de la guerra con Irán, que duró ocho años, y la constante extracción por parte de Kuwait de un pozo petrolífero que ocupaba el subsuelo de ambos países.

En este conflicto intervinieron terceros países, y entre otros participó el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas, que vetó la adquisición de petróleo proveniente de Irak o de la zona ocupada por Irak en Kuwait. Esto retiró un total de 4 millones de barriles de crudo del mercado mundial.

Ante esta situación, los precios ascendieron hasta otro pico en el año 1990, llegando a sobrepasar los 40 dólares nominales por barril. Esto se pudo deber a la falta de

abastecimiento por la retirada de Irak y Kuwait como productores de petróleo, aunque la opinión generalizada defiende que fue más bien generado por el pánico y la incertidumbre, respaldado por el previo dato mencionado. Ante esta situación de incertidumbre, los países industrializados empezaron a acumular una gran cantidad de reservas para afrontar estos periodos.

No fue difícil rebajar el precio del crudo a valores anteriores a la guerra, pues algunos países de la OPEP cubrieron con relativa facilidad el recorte de oferta que tuvieron por el lado de Irak y Kuwait. La OPEP, que había reducido su producción en los años ochenta (mencionado en el apartado 3.1.3) para mantener los precios estables, ahora tenía un amplio margen de aumento de su producción.

5. Variables a tener en cuenta para el modelo

Habiendo desarrollado algunas de las principales fluctuaciones más significativas en el precio de esta materia prima, se va proceder a realizar un modelo con el cual se pretende dar apoyo a lo mencionado anteriormente a la vez que explicar de qué manera afecta cada una de las variables seleccionadas. Para estudiar el precio del petróleo, hemos decidido escoger ciertas variables basándonos en: por un lado, variables indispensables como pueden ser la oferta, la demanda, el consumo...; y por otro lado, variables que estudiosos en la materia han incluido en sus trabajos y que nos van a ser de gran ayuda, como por ejemplo Lutz Kilian junto con Christiane Baumeister en “Understanding the Decline in the Price of Oil since June 2014” como la cotización del dólar estadounidense, divisa en la que se negocian todos estos contratos; por último, las reservas, variable que toman en cuenta el ya mencionado Lutz Kilian junto con Thomas K. Lee, en “Quantifying the speculative component in the real price of oil: “The role of global oil inventories”.

5.1.La demanda

La demanda del petróleo es una de las variables más influyentes a la hora de enfocar el precio de esta materia prima. En primera instancia, la demanda es un factor de vital significación, y aunque sea algo cíclico, la demanda en parte depende del precio del bien que se comercialice. Aunque el precio no es el único factor que se toma en cuenta a la hora de medir la demanda, otros factores como la renta (o PIB) del individuo/país, el precio de los bienes sustitutivos (en este caso pocos o poco accesibles, de ahí que la elasticidad sea tan baja en el corto plazo).

La demanda de petróleo ha crecido a un ritmo exponencial en el último siglo, y sigue haciéndolo hoy en día; en 1950, la demanda global de petróleo cubría un 37% del total de la demanda energética mundial, veinte años más tarde, en 1970 este porcentaje era del 64% respecto a la demanda total de energía (Stratta).

Ya hace referencia a la demanda James Hamilton (2009) en el que explica la demanda de China en 2007, comparando su consumición a la de pocos años atrás, y haciendo referencia al acelerado ritmo de crecimiento de ésta.

Como veremos más adelante, no solo la demanda global en conjunto, si no más bien la demanda de ciertos países (o conjunto de países) en específico han tenido una mayor repercusión en el precio global del petróleo. Las dos bajadas más destacables ligadas a shocks en la demanda fueron: la bajada de precios producida por la crisis del sudeste asiático, que tuvo lugar a mediados de 1997, y la producida desde el verano de 2014, en la que se solaparon varios factores condicionantes como puede ser: la explotación de manera no convencional por parte de Estados Unidos, la reducción en la demanda por parte del sudeste asiático de nuevo, y en general la recesión económica global. De acuerdo con John MacNamara, la caída más estrepitosa de los precios fue esta última mencionada, que tuvo lugar el 14 de septiembre de 2008.

5.2. La oferta

La oferta al mercado refleja la capacidad de las empresas petroleras de no solo explorar en busca del crudo, si no además de recuperarlo y transportarlo a las plantas de refinería, en las que convertirán el crudo en múltiples productos derivados que impulsan su demanda, así lo explican Inkpen y Moffett.

Al igual que la demanda, va de la mano junto con el precio, se define puramente en la ley de la oferta y la demanda. No obstante, no solo el precio define el valor de la oferta por parte de los productores, hay más variables que toman un papel importante, como por ejemplo el costo de producción, que tiene un rol esencial en la oferta. Prácticas como el “dumping”, que consiste en vender el producto a precios inferiores a los precios de venta, y en casos puntuales, hasta venderlos a precios inferiores al coste de producción, de tal manera que la empresa que realiza esta práctica, va eliminando su competencia y apoderándose de la cuota de mercado de sus competidores.

A lo largo de la historia, la oferta del crudo se ha visto muy condicionada por factores como la demanda; la producción, etc... Y aquí es donde más influyen los conflictos internacionales, y la OPEP, que: “Los hechos del mercado son simples, aunque no lo sean las consecuencias. En los años setenta, la OPEP controlaba el 75% de la producción global de petróleo. En los años ochenta controla menos del 35%. Su capacidad de fijar los precios ha disminuido en la misma medida. En los años setenta, las expectativas de aumento de los precios del petróleo produjeron una acumulación de reservas, estimulando la demanda. En los años ochenta, la psicología ha operado en el sentido totalmente contrario: las expectativas del descenso de los precios han provocado un continuo agotamiento de las reservas, restringiendo de esa forma la demanda. En los años setenta, Estados Unidos perdió la capacidad de aumentar la producción. En los ochenta, la OPEP está a punto de perder la capacidad de limitarla. La disminución, por parte de la OPEP, de hasta el 40% de su producción resultó insuficiente para mantener el precio actual del petróleo.” (El País 1985).

5.2.1. La teoría del pico de Hubbert

Aunque esta teoría no afecte a la oferta en sí misma, es influyente a la hora de estimar la producción y por tanto oferta futuras. Esta teoría fue diseñada por el geofísico Marion King Hubbert, que trabajó para Shell, y trata sobre la tasa de agotamiento del petróleo en el largo plazo, su predicción es que al ser el petróleo un recurso finito, llegará un punto máximo a partir del cual se acercará al agotamiento del pozo reduciendo su producción constantemente.

Esto se debe a que: conforme la producción sigue, una vez habiendo pasado ese pico en la curva de Hubbert, se entra en la fase de agotamiento del yacimiento, esto implica que cada vez es más costoso producir un barril de crudo en comparación con lo que se gana habiéndolo producido, es decir, se consume más petróleo entre la extracción el transporte y el procesado de la que se obtiene.

La controversia en el mundo de las petroleras no es si existe o no, si no más bien cuando se va a producir este pico, si es que no se ha producido ya. Este momento depende mucho de los posibles hallazgos de nuevas reservas, del aumento en la eficiencia de los

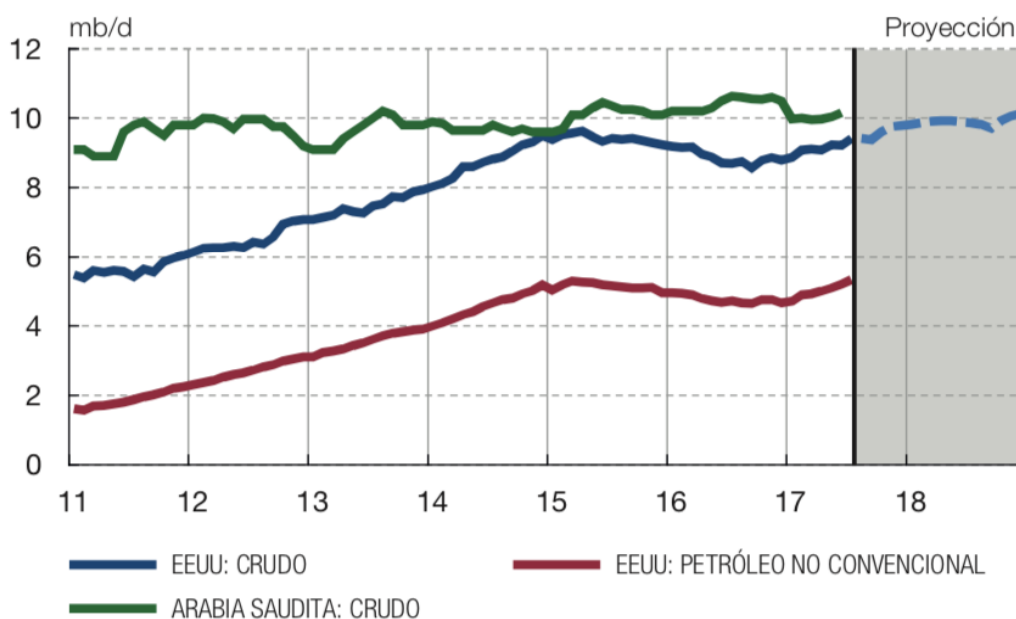
yacimientos que actualmente están siendo explotados, y de la explotación de las nuevas técnicas de explotación no convencionales, como es la fracturación hidráulica.

5.2.2. El “fracking”

La fracturación hidráulica, también conocida como “fracking”, es una técnica no convencional (que significa que no era rentable extraer el crudo mediante los métodos tradicionales) de extracción del crudo mediante la inserción de agua con componentes químicos en cierto tipo de rocas en el subsuelo. Esta técnica comenzó en Estados Unidos alrededor de 2010 y: “Además, Estados Unidos cuenta con un marco legal que otorga los derechos de propiedad del subsuelo a los propietarios del suelo, una gran facilidad para el acceso a proyectos novedosos de reducido tamaño y una infraestructura productiva peculiar, consistente en un gran número de pozos de extracción y una densa red de oleoductos”, dando lugar esto a un fuerte incremento en la producción estadounidense, que llegó a unos niveles tales como los de los principales productores mundiales como Arabia Saudí o Rusia.

En el Gráfico 8, se ve claramente como la producción de crudo por parte de Estados Unidos ha crecido a un ritmo constante durante esta última década, y como alrededor de la mitad del crudo que produce, es obtenido de manera no convencional.

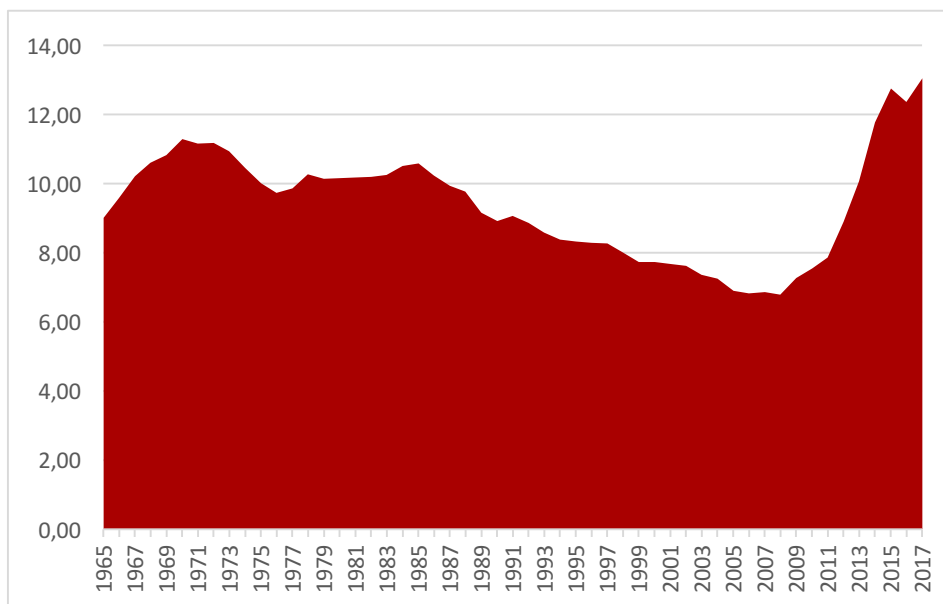
Gráfico 8: Producción de petróleo en Estados Unidos desde 2011.



Fuente: Artículo del Boletín Económico del Banco de España (Daniel Santabárbara)

En el primer semestre de 2017, la producción diaria de Estados Unidos fue de 5 millones de barriles de petróleo no convencional, esto es algo más de cuatro veces más la producción de este tipo de petróleo en el año 2010; y en torno a la mitad de la producción total del país, que en 2014 alcanzó niveles de producción a los que no llegaba desde hacía casi treinta años. En el siguiente gráfico veremos la evolución de la producción de crudo por parte del país americano, para poder visualizar mejor este boom a nivel de producción que tuvo lugar gracias al uso del *fracking*.

Gráfico 9: Evolución de la producción de crudo de Estados Unidos, en millones de barriles diarios.



Fuente: Elaboración propia con datos del BP Energy World Review.

Ha sido tal la repercusión que ha tenido esta nueva técnica, que ya hasta la Agencia Internacional de la Energía (AIE), pronostica que, en los próximos pocos años Estados Unidos, que ha dejado de ser importador neto de petróleo recientemente, solo necesitará un lustro para superar al segundo productor mundial de crudo (Rusia) acercándose así al primero, Arabia Saudí. (El País)

5.3.El valor del dólar

El valor de esta divisa es otra de las variables más importantes a la hora de aproximarnos el precio del crudo. La cotización del dólar americano es uno de los factores con no poca repercusión sobre la cotización del precio del petróleo. El valor del dólar tiene una correlación negativa con el precio del petróleo y demás *commodities*. Sin entrar en mucho detalle, como la compraventa de futuros, opciones, y contratos de crudo se negocian en dólares, las apreciaciones y devaluaciones que sufra esta divisa, tienen un efecto indirecto sobre el precio: si el dólar se aprecia, esto hace que sea más caro comprarlo, así que la demanda externa/ulterior a la de los Estados Unidos se verá reducida, y de esta manera bajará el precio (ver Baumeister y Kilian 2015).

Esto tiene una explicación simple, debido a que el barril de petróleo cotiza en dólares, si el dólar se debilita, los *traders* que utilizan otras divisas distintas, aprovecharán el debilitamiento de la moneda para comprar mayores cantidades, por lo que la demanda global aumentará, provocando así una bajada en los precios. Por el contrario, si el dólar se aprecia con respecto a otras divisas, la demanda será menor y los precios tenderán a subir.

5.4. El precio de otras materias primas

Tras haber revisado la literatura más importante en cuanto a materias primas, principalmente trabajos como el de Baumeister y Kilian (2014), o el realizado por Wei y Chang (2016), podemos ver como los precios del petróleo y los de otras materias primas, están altamente correlacionados en el largo plazo. Lo cual da a entender que el precio del petróleo no sólo depende de factores como la producción global y similares, si no que también se ve condicionado por la evolución de los precios de otras materias primas.

5.5. Cambios en la producción global de crudo

Hamilton (2003) encuentra que los cambios repentinos o *shocks* en la producción son muy importantes a la hora de estudiar las fluctuaciones en el precio del petróleo. Otros como Azreki y Blanchard (2014) postulan que los incrementos “sorpresa” en la producción global son una de las principales causas de las bajadas del precio del crudo. La producción de crudo es determinante en cuanto al precio, de acuerdo con John MacNamara, tras la entrevista que tuvo lugar, John citó que Irán no produce más de un millón de barriles al día debido a la sanción impuesta por Estados Unidos, si se levantara la sanción, el país de Oriente Medio podría llegar a casi triplicar su producción diaria, con una producción total de 2,8 millones de barriles al día, añade Jacques Hachuel.

5.6. Las reservas de crudo

Las reservas toman un papel importante también en cuanto al precio del crudo se trata, autores como Kilian y Lee han dedicado trabajos únicamente a las reservas. En el artículo en el que trabajaron juntos para estimar la importancia de las reservas, crean un modelo VAR con 4 variables, entre ellas el cambio en las reservas que se hayan por encima del nivel del suelo. Kilian y Murphy, debido a la falta de datos sobre las reservas por parte de la AIE (EIA por sus siglas en inglés), utilizan un *proxy* basado en un ratio entre las reservas de los países miembros de la OCDE y las reservas de Estados Unidos.

En este trabajo, se usarán datos provenientes de la página web de BP, de un Excel en el que proveen con datos sobre las energías, y en el que podemos encontrar las reservas por país desde el año 1980. Al ser los datos de una fuente cuya fiabilidad es alta, pues ya existía cuando se creó la OPEP y es una de las 7 hermanas que sigue viva, se considera que los datos son fiables. Otra razón que sustenta la fiabilidad de estos datos respecto a los usados por Kilian y Lee, es que ellos en su propio trabajo dicen que el *proxy* puede haber perdido fuerza debido a la acumulación de reservas fuera de la OCDE.

5.7.Las decisiones de la OPEP

A lo largo de su existencia, la OPEP ha estado siempre presente en el mercado petrolero, tomando decisiones más o menos importantes. No solo ha tenido ese papel de organismo latente, la OPEP siempre ha estado ahí, y aunque no hayan sido muchas las veces que sus actuaciones hayan tenido gran repercusión, a veces la OPEP ha tomado un papel mucho más de “protagonista” que el que toma en el día a día. En el pasado, la OPEP tenía el papel de cartel del petróleo, controlaba un alto porcentaje de la producción y de la oferta y así lograba mantener los precios donde quisiera según sus intereses. En cambio, a día de hoy, cuando la producción es de cien millones de barriles al día, la OPEP solo produce en torno a 32 o 33 del total. En un año cualquiera, lo normal es que los representantes de cada país de la OPEP se reúnan dos veces al año, además de las posibles sesiones extraordinarias que se requieran si fuera necesario.

Por lo general, la OPEP se ha limitado a controlar a los países miembros, ordenando aumentos o recortes en su producción, para así lograr mantener unos precios estables entre ciertas franjas. Pero se han dado ocasiones en las que la OPEP ha tenido que tomar medidas más drásticas debido a eventos resaltables. A pesar de que la OPEP a día de hoy ha perdido relativamente la importancia y poder que tuvo en sus orígenes a la hora de tener un mayor “control” del precio del petróleo; aunque la OPEP puede tener una gran influencia en el mercado de petróleo, especialmente si decide reducir o aumentar su nivel de producción. Y así es, por ejemplo, en 2014, ante la expansión de Estados Unidos y una demanda que se debilitaba, la OPEP tomó la decisión de abandonar el papel de regulador que garantizaba un correcto ajuste de la producción según evolucionara la demanda garantizando así unos precios estables; y empezó a aumentar su producción independientemente de la demanda global y de la producción del resto del mundo.

Lo que buscaba con esto era generar un exceso de oferta transitorio en el mercado, que trajera consigo una bajada en los precios, y consecuentemente imposibilitar la producción de crudo de manera no convencional a Estados Unidos, cuyo coste de extracción era más alto. De esta manera además de perjudicar a Estados Unidos, Arabia Saudí se aseguraba mantener su cuota de mercado, e incluso aumentarla (Santabárbara 2017). Este hecho también se ve expuesto en un artículo del Business Harvard Review, en el que expone

como si los productores de crudo decidieran congelar su producción, permitiendo así una subida de precios, los productores de *shale oil*, como se conoce al crudo obtenido mediante maneras de extracción no convencionales, se volverían competitivos y entrarían de nuevo al mercado para cubrir esa escasez de oferta, ganando así ellos la cuota de mercado.

5.8. La política

La política es otra influencia directa sobre el precio del crudo como coinciden Jacques Hachuel y John MacNamara, esto se ha visto reflejado a lo largo de la historia moderna del petróleo en numerosas ocasiones, en todas las guerras que ha habido principalmente en el sector de Oriente Medio. Pero no únicamente se cierra al pasado, la política siempre ha sido un factor importante que a día de hoy sigue en juego. El ejemplo más claro de esto es la actual guerra comercial que se lleva a cabo entre China y Estados Unidos.

Estas tensiones comerciales provocan que los inversores huyan preocupados, causando así bajadas como la del pasado 3 de junio de 2019, durante cuya mañana el petróleo tocó valores de hasta 60,55 dólares por barril. Varias fuentes, entre ellas analistas de Goldman Sachs indican que los aranceles que se aplican ambos países podrían causar una bajada del PIB mundial de hasta un 0,3% en los próximos años. Otro claro ejemplo es el que señala Jacques Hachuel, respecto a la situación política de Oriente Medio: la situación es tensa debido a la posible guerra entre sunitas y chiitas. La tensión del conflicto está a flor de piel, y de estallar la guerra, según dice Jacques Hachuel: “el precio podría duplicarse o hasta triplicarse”.

5.9. El mercado de futuros

Los futuros reflejan de manera fiel las expectativas de los *traders* respecto a los precios del petróleo en el futuro cercano.

La cotización del petróleo en el mercado de futuros es un determinante absoluto del precio del petróleo. Según los precios marquen una tendencia de contango o de *backwardation*, los precios se verán afectados principalmente por el valor de almacenamiento

(rendimiento de conveniencia), esto es una rentabilidad que se obtiene al mantener inventarios; y por el interés del dinero.

Si los precios de los futuros cotizan a un precio más alto que el mercado *spot*, se cubren el coste de almacenamiento (que varía según el país) y los intereses del dinero. Si los precios cotizan más bajo, los costes no se verán cubiertos y por tanto la gente venderá sus contratos y provocarán una caída de precios.

6. El modelo

Los modelos enfocados a cuantificar el componente especulativo del precio real del petróleo, dependen de manera crucial en la calidad de los datos recopilados y usados, como dicen Kilian y Lee (2014).

No obstante, aun teniendo un conjunto de datos cuya veracidad y exactitud fuera óptima, es muy difícil obtener un modelo con un modelo cuya fiabilidad sea alta a pesar de tener un coeficiente de determinación sea elevado. El coeficiente de correlación mide el grado de relación entre dos variables siempre y cuando éstas sean cuantitativas y continuas, este coeficiente toma valores entre -1 y 1, midiendo así un grado de correlación entre las variables positivo o negativo, y en qué cantidad.

A pesar de lo expuesto en el párrafo anterior, lo que se pretende conseguir con este modelo, es ver cómo afectan las variables previamente explicadas al precio del petróleo, y su nivel de relevancia. Utilizaremos modelos de regresión lineal del tipo Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) realizados en Gretl. A su vez, para algunas variables como pueden ser la oferta y la demanda, realizaremos otros modelos para estudiar qué factores afectan a cada una de estas.

Los datos de la oferta, han sido obtenidos de informes de la Agencia Internacional de la Energía (AIE de ahora en adelante).

Los datos referentes a la demanda, se han obtenido de los mismos informes de la AIE. Para la cotización del dólar, se han descargado los datos de las cotizaciones del dólar respecto del euro desde Investing.com, se han descargado los datos mensuales, y con esos se ha obtenido el promedio anual.

Para las reservas, se toman los datos del Excel de BP World Energy Review.

Asimismo, para los valores de producción global y consumición global, también se han obtenido de esa misma fuente.

En primer lugar, se define mediante un modelo bastante simple los factores de los que depende la demanda, para esto se realiza un modelo de regresión lineal, con los promedios anuales desde el año 2000 hasta el año 2017. No se han incluido datos de 2018 debido a

que, en los informes de la AIE, no se incluyen datos de la oferta o demanda, por lo que se ha decidido dejar fuera de la muestra.

Habiendo realizado un modelo para estimar los factores que influyen en la demanda, se han seleccionado las variables:

- Demanda, medido en miles de millones de barriles al año
- Oferta, con la misma medida
- Reservas, también en miles de millones de barriles
- Consumición y producción global, ambas medidas en miles de millones de barriles anuales.

Con estos datos, obtenemos este modelo:

Modelo 1: Factores que influyen en la demanda.

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	0,519234	0,730428	0,7109	0,4920	
ReservaskM	0,000185742	0,000574620	0,3232	0,7526	
Ofertamillb	0,736363	0,153263	4,805	0,0005	***
Eurodolar	-0,0366528	0,251766	-0,1456	0,8869	
Precio	0,000166907	0,00176685	0,09447	0,9264	
ProduccionkM	-0,435426	0,187875	-2,318	0,0407	**
ConsumiciAn	0,653124	0,0918741	7,109	1,97e-05	***
Media de la vble. dep.	31,62928	D.T. de la vble. dep.	2,483049		
Suma de cuad. residuos	0,098055	D.T. de la regresión	0,094414		
R-cuadrado	0,999064	R-cuadrado corregido	0,998554		
F(6, 11)	1957,875	Valor p (de F)	5,33e-16		
Log-verosimilitud	21,37250	Criterio de Akaike	-28,74500		
Criterio de Schwarz	-22,51240	Crit. de Hannan-Quinn	-27,88561		
rho	-0,121242	Durbin-Watson	2,058100		

Aquí queda demostrado cómo, según los datos obtenidos en este modelo, cuyo coeficiente de correlación corregido es de 0,9985 (un valor bastante alto teniendo en cuenta que el máximo es 1), la consumición global de crudo es un factor vital a la hora de determinar la demanda, con un p-valor ínfimo, se demuestra que la consumición es un factor relevante a un nivel de significancia del 0,01. Con un coeficiente positivo, lo cual indica que, para un incremento de la demanda de mil millones de barriles al año, la demanda subiría en menor medida, pero con una correlación positiva, en un total cercano a los 650 millones de barriles de petróleo al año.

Este modelo también refleja como la cotización del dólar, tiene un coeficiente negativo respecto a la demanda, evidenciando lo mencionado anteriormente de cómo un dólar más o menos fuerte influye en la demanda de crudo, esta correlación negativa reflejada en el

coeficiente atestigua este hecho. En pocas palabras, se obtiene como resultado principal que, de las variables elegidas, tres tienen un p valor significativo para un nivel de 0,05; se puede observar también como el coeficiente de la variable que refleja la cotización del dólar, tiene un valor negativo, lo cual indica que si la cotización del dólar respecto del euro bajase (el dólar se aprecia), la demanda sube. ¿Pero cómo puede ser esto? Si se ha explicado que la demanda tiene una relación inversa al valor del dólar, bien; ante estos resultados se ha realizado una tabla de correlaciones entre ambas:

```
corr(Demandamillb, Eurodolar) = 0,40273280
Bajo la hipótesis nula de no correlación:
t(16) = 1,75997, con valor p a dos colas 0,0975
```

En ella se puede ver una correlación que ya tiene más sentido, el valor de 0,4 indica que la demanda sube y el dólar respecto al euro sube (en la cotización total USD/EUR, ergo el dólar se deprecia). Así llegamos a la conclusión de que la variable de la cotización del dólar no es significativa en el modelo anterior.

Ahora que se saben qué factores afectan a la demanda, se va a realizar un modelo para testar qué factores afectan a la oferta.

Modelo 2: Factores que influyen sobre la oferta

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-2,89384	0,793783	-3,646	0,0030	***
Eurodolar	0,0978911	0,246364	0,3973	0,6976	
ReservaskM	0,000703891	0,000781676	0,9005	0,3842	
Demandamillb	0,359882	0,174371	2,064	0,0596	*
ProduccionkM	0,723194	0,167408	4,320	0,0008	***
Media de la vble. dep.	31,67028	D.T. de la vble. dep.	2,482346		
Suma de cuad. residuos	0,289338	D.T. de la regresión	0,149187		
R-cuadrado	0,997238	R-cuadrado corregido	0,996388		
F(4, 13)	1173,410	Valor p (de F)	1,75e-16		
Log-verosimilitud	11,63388	Criterio de Akaike	-13,26776		
Criterio de Schwarz	-8,815905	Crit. de Hannan-Quinn	-12,65391		
rho	-0,072818	Durbin-Watson	1,964522		

En este modelo, las variables que se han incluido han sido: la primera el valor del dólar, con un valor de su coeficiente positivo como se esperaba, ya que al depreciarse el dólar la demanda aumentará como ya se ha explicado, y habría que cubrir esta demanda incrementada con una intensificación de la oferta. Así se muestra según el coeficiente de la variable de la demanda, con un valor positivo, que da lugar a la misma conclusión, si sube la oferta probablemente sea por una demanda incrementada. La producción, junto con la constante, es una de las dos variables con un nivel de significación al 0,01 lo que nos deja claro que, si la oferta aumenta, la producción habrá aumentado también, lógico.

Bien, dejando de lado estos modelos, se avanza a realizar el modelo del precio en sí, esperando obtener unos coeficientes resultantes acorde a lo explicado a lo largo del trabajo, en especial en la sección de las variables. Lo primero que se realizará será un modelo únicamente incluyendo las variables de oferta y demanda, y se estudiará el resultado obtenido.

Modelos 3 y 4: El precio en función de la oferta y la demanda

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-139,884	80,3151	-1,742	0,1020	
Demandamillb	45,5661	27,0514	1,684	0,1128	
Ofertamillb	-39,0617	27,0591	-1,444	0,1694	
Media de la vble. dep.	64,24311		D.T. de la vble. dep.	30,79198	
Suma de cuad. residuos	10038,21		D.T. de la regresión	25,86917	
R-cuadrado	0,377224		R-cuadrado corregido	0,294187	
F(2, 15)	4,542851		Valor p (de F)	0,028674	
Log-verosimilitud	-82,45493		Criterio de Akaike	170,9099	
Criterio de Schwarz	173,5810		Crit. de Hannan-Quinn	171,2782	
rho	0,687088		Durbin-Watson	0,705926	

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-659,762	270,093	-2,443	0,0274	**
l_Demandamillb	1464,47	859,942	1,703	0,1092	
l_Ofertamillb	-1254,21	862,380	-1,454	0,1665	
Media de la vble. dep.	64,24311		D.T. de la vble. dep.	30,79198	
Suma de cuad. residuos	9671,851		D.T. de la regresión	25,39272	
R-cuadrado	0,399953		R-cuadrado corregido	0,319947	
F(2, 15)	4,999020		Valor p (de F)	0,021697	
Log-verosimilitud	-82,12032		Criterio de Akaike	170,2406	
Criterio de Schwarz	172,9118		Crit. de Hannan-Quinn	170,6090	
rho	0,672139		Durbin-Watson	0,729965	

En ambos modelos se observa la misma conclusión, en el primero, se han utilizado las variables de oferta y demanda medidas en miles de millones de barriles al año, dando el resultado un coeficiente negativo para la oferta, que explica que, con recortes de la oferta y la producción, el precio aumenta, reflejado en momentos como la segunda crisis del petróleo, cuando en 1978 derrocaron al sha de Irán y la producción (y oferta) iraníes se desplomaron. En el segundo modelo se han utilizado los logaritmos de las variables, debido a que son variables con valores extremadamente altos, obteniendo los mismos resultados: una demanda con un coeficiente positivo, lo que explica que, con incrementos de demanda, el precio sube, como a principios del siglo XXI, cuando el precio debido a numerosos factores, entre ellos la constante y creciente demanda de economías emergentes del sudeste de Asia como China y La India. De estos modelos se puede concluir el funcionamiento de la ley de la oferta y la demanda, si la oferta sube, el precio bajará, y viceversa.

Como último modelo, se ha desarrollado uno con las siguientes variables:

La demanda, medida en millones de barriles al año, la oferta y las reservas con la misma unidad de medida. La cotización del dólar y la consumición anual.

Modelo 5: El precio basado en demás factores

	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	-93,3563	73,8296	-1,264	0,2301	
ReservaskM	0,160281	0,0720881	2,223	0,0462	**
Demandamillb	12,0828	40,3218	0,2997	0,7696	
Ofertamillb	-4,90296	20,5025	-0,2391	0,8150	
Eurodolar	112,878	24,6853	4,573	0,0006	***
ConsumiciAn	-14,1699	25,6857	-0,5517	0,5913	
Media de la vble. dep.	64,24311	D.T. de la vble. dep.	30,79198		
Suma de cuad. residuos	2868,552	D.T. de la regresión	15,46111		
R-cuadrado	0,822033	R-cuadrado corregido	0,747881		
F(5, 12)	11,08568	Valor p (de F)	0,000364		
Log-verosimilitud	-71,18161	Criterio de Akaike	154,3632		
Criterio de Schwarz	159,7055	Crit. de Hannan-Quinn	155,0998		
rho	0,409342	Durbin-Watson	1,159662		

Con los resultados de este modelo, se demuestra como visión general, todo lo mencionado anteriormente:

- En primer lugar, el coeficiente de Pearson (R^2) corregido, tiene un valor de 0,7478 con lo que se puede entender que el modelo tiene una fiabilidad alta.

- En segundo lugar, se observa como si el precio aumenta, la demanda por su coeficiente positivo, se observa que aumenta. Igualmente pasa esto con la oferta, se entiende que con un aumento del precio, la oferta bajará, así lo demuestra el coeficiente de -4,90296.
- Las únicas variables que tienen un p valor significativo, son las reservas, y la cotización del dólar. Sea el caso de que el dólar subiera en su cotización con respecto al euro, esto es que se depreciara, provocaría una subida de precios de crudo motivado por un incremento en la demanda al ser más barato comprar el crudo para países que no utilizan esta divisa como divisa local en sus países. Es decir, aprovecharían el debilitamiento del dólar para comprar barato, y este incremento de demanda haría subir los precios.
- Como conclusión final, dejar claro que en este modelo a pesar de su coeficiente R^2 , carece de variables y factores que son imprescindibles para explicar la evolución de los precios, recogidos en el valor de la constante.

7. Conclusiones

Tras haber realizado este trabajo, se puede concluir que es imposible determinar cómo va a evolucionar el precio del petróleo en el futuro, se pueden tener estimaciones más o menos acertadas según el contexto en el momento. El precio del petróleo está en constante movimiento, la volatilidad que lo caracteriza hace que las predicciones que se obtienen en modelos diseñados a pronosticar los futuros precios, tiendan a errar.

Con la realización de estos modelos, se ha podido observar varios hechos:

El primero, que algunas variables como puede ser la cotización del dólar principalmente, pueden perder cierta relevancia debido a que los datos que se han recogido se han dispuesto en periodos anuales, esto probablemente haya mitigado los efectos de estas variables.

La cotización del petróleo es extremadamente volátil y depende de muchísimos factores que no se pueden cuantificar, ajenos a los elegidos en este trabajo y en mucho otros: el rol que tienen los traders que se benefician de esta alta volatilidad y los movimientos que causa en el mercado, o la especulación por parte de tanto países y gobiernos como de individuos. Pudiendo destacar una idea del trabajo de Kilian y Baumesiter (2015) en la que exponen que no se debe estudiar tanto si la producción se movió como se esperaba, si no más bien el cuánto se movió.

Los informes por parte de organizaciones: aquí cabe destacar lo mencionado por Kilian y Lee (2014) sobre como afectó al precio el hecho que de la OPEP anunciara en noviembre de 2014 que mantendría sus niveles de producción; o los datos que ha publicado Aramco en abril de 2019, la mayor petrolera árabe, en los que afirma ser la empresa más rentable del mundo. Desde la nacionalización de esta empresa hace casi 50 años, apenas se había sabido nada sobre sus cifras, poco más de sus reservas de 256.900 millones de barriles, que como afirma Jaques Hachuel, tienen reservas para los próximos 72 años. En los datos publicados por Aramco en su informe, enseñan unos beneficios netos que ascienden a la cifra de 111.100 millones de dólares, eso es más que los beneficios de Apple Facebook y Microsoft, que conjuntamente obtuvieron unos beneficios netos totales de apenas 98.000 millones de dólares. Estas cifras no son de

extrañar sabiendo que su coste de producción es de escasos 6,4 dólares por barril, frente a los 27 de otras petroleras como explica El País (2019).

Como últimas conclusiones, mencionar que, de todo el conjunto de datos, al haberlos convertido a medidas de tiempo de un año, es probable que hayan perdido su “valor” predictivo, la cotización del crudo varía mucho a lo largo de un año, y al haber realizado los promedios anuales, se puede perder ese factor de valor explicativo.

Tras haber realizado toda la revisión de la lectura de artículos de periódicos y revistas, de trabajos literarios de economistas y doctorados en economía como puede ser Lutz Kilian o James Hamilton, y habiendo tenido la suerte y la oportunidad de haber charlado con John MacNamara, y Jacques Hachuel. Podría decirse que para un estudiante es prácticamente imposible determinar con unos modelos la evolución de los precios del petróleo, creo que de haber salido los resultados de los modelos como se pretendía, parte de ello habrá sido por azar más que por la validez de los datos seleccionados. Y creo que con todo lo aprendido a lo largo de este trabajo, y viendo la caducidad que caracteriza al petróleo, dentro de unos años, el petróleo habrá perdido la importancia que tiene hoy, no solo por la inversión en energías renovables, que también, sino porque estamos pasando de la Edad del Oro Negro a la Edad de los Metales, en la que se necesita mucha inversión en cobalto níquel manganeso y litio, que son los componentes principales de las pilas que almacenan energía. Aunque esto tardará en llegar, se estima que el petróleo siga en la punta de la pirámide de energías, a pesar de la creciente demanda de gas natural, y gracias al hecho de que las inversiones en energías renovables todavía no han sido capaces de destronar al petróleo.

BIBLIOGRAFÍA

Amadeo, Kimberly. "The Truth About The 1973 Arab Oil Crisis". The Balance, 2019, <https://www.thebalance.com/opec-oil-embargo-causes-and-effects-of-the-crisis-3305806>.

Baumeister, Christiane, y Lutz Kilian. *Understanding The Decline In The Price Of Oil Since June 2014*. 2015.

Blumsack, Seth. "Current World Oil Market | EME 801:". *E-Education.Psu.Edu*, <https://www.e-education.psu.edu/eme801/node/484>.

BP. *BP Statistical Review of World Energy – all data 1965-2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

"Crisis Del Petróleo De 1973". *Es.Wikipedia.Org*, 2019, https://es.wikipedia.org/wiki/Crisis_del_petróleo_de_1973.

El País. "El 'Fracking' Impulsará A EE UU A La Cima De La Oferta De Petróleo, Según La Agencia Internacional De La Energía". 2019, https://elpais.com/economia/2019/03/11/actualidad/1552329623_189323.html.

El País, "Tribuna | La Guerra Del Golfo Y Los Precios Del Petróleo". EL PAÍS, 1985, https://elpais.com/diario/1985/02/03/internacional/476233212_850215.html.

"El Precio Del Crudo". *Muchapasta.Com*, <http://www.muchapasta.com/b/var/precio%20del%20crudo.php>.

Espinosa, Ángeles. "El Oscuro Secreto Del Valor De La Petrolera Saudí Aramco". *EL PAÍS*, 2019, https://elpais.com/economia/2019/04/05/actualidad/1554468744_401984.html.

Gorton, Gary, and K. Geert Rouwenhorst. "Facts And Fantasies About Commodity Futures". *CFA Digest*, vol 36, no. 3, 2006, pp. 47-68. *CFA Institute*.

HAMILTON, James D. *Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08*. National Bureau of Economic Research, 2009.

Hamilton, James D. "Understanding Crude Oil Prices". *The Energy Journal*, vol 30, no. 2, 2009. *International Association For Energy Economics (IAEE)*.

Inkpen, Andrew C., y Michael H. Moffett. *The Global Oil & Gas Industry: Management Strategy and Finance*. Pennwell, 2011, p. 364.

Kilian, Lutz. "Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand And Supply Shocks In The Crude Oil Market". *American Economic Review*, vol 99, no. 3, 2009, pp. 1053-1069. *American Economic Association*.

"La Brusca Reparición Del Fantasma Energético - Expansión.Com". *Expansion.Com*, <http://www.expansion.com/especiales/petroleo/oep.html>.

"La Cumbre Del Barril A 100 Dólares. Especiales. Expansión.Com". *Expansion.Com*, 2019, <http://www.expansion.com/especiales/oep-marzo-2008/decada.html>.

"Las Tensiones Comerciales Hunden Al Precio Del Petróleo". *Revista Estrategia & Negocios*, 2019, <https://www.estrategiaynegocios.net/lasclavesdeldia/1289975-330/las-tensiones-comerciales-hunden-al-precio-del-petroleo>.

LR, Redacción. "Guerra Comercial: Precio Del Petróleo Alcanzó Su Nivel Más Bajo En Tres Meses". *Larepublica.Pe*, 2019, <https://larepublica.pe/economia/1481188-guerra-comercial-precio-petroleo-alcanzo-nivel-tres-meses>.

"OPEC: The Role Of OPEC In The 21St Century". *Opec.Org*, 2003, https://www.opec.org/opec_web/en/918.htm.

"OPEP. Hoy 14 De Septiembre De 1960 Fundación De La OPEP. — Español". *Efemeridespedrobeltran.Com*, <http://www.efemeridespedrobeltran.com/es/eventos/septiembre/opec.-hoy-14-de-septiembre-de-1960-fundacion-de-la-opec>.

Picón, L. "Shocks Del Petróleo, Efectos De 1A Y 2A Ronda". 2016.

Pindyck, Robert S., and Julio J. Rotemberg. "The Excess Co-Movement of Commodity Prices." *The Economic Journal*, vol. 100, no. 403, 1990, pp. 1173–1189. *JSTOR*, www.jstor.org/stable/2233966.

Ruiz-Caro, A. *El Papel De La OPEP En El Comportamiento Del Mercado Petrolero Internacional*. Naciones Unidas, CEPAL, Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción Del Uso Eficiente De La Energía En América Latina", 2001.

Roeber, J. (1996). The Development of a UK Natural Gas Spot Market. *The Energy Journal*, 17(2), 1-15. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/41322681>

Stratta, Eugenia. "El Precio Del Crudo Y Su Historia". *Petrotecnia*, 2016.

"The Truth About The 1973 Arab Oil Crisis". *The Balance*, 2019, <https://www.thebalance.com/opec-oil-embargo-causes-and-effects-of-the-crisis-3305806>.

Wei, Ping-Yang, y Chang, Yuanchen. The Relationship between Equity and Commodity Markets during the Credit Crisis. 2016.

"What Low Oil Prices Really Mean". *Harvard Business Review*, 2016, <https://hbr.org/2016/03/what-low-oil-prices-really-mean>.

Zanoni, José Rafael. "Análisis Del Mercado Petrolero Mundial". *Aporrea*, 2004, <https://www.aporrea.org/actualidad/a7878.html>.