

EFECTO DE LA COYUNTURA PETROLERA SOBRE LA EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR PETROLERO EN COLOMBIA

Yihad Numa Navarro

15 de noviembre de 2017

Resumen

En el presente artículo se analizan las condiciones de la industria petrolera en Colombia dada la coyuntura económica que ha percibido el sector desde la caída de los precios en 2014. Para ello en un modelo en dos etapas se estimó la eficiencia productiva mediante un análisis de datos envolvente (Método DEA) de las principales empresas del país para los años 2011-2016 con el objeto de cuantificar los efectos directos de la crisis en los ingresos operacionales de estas y en una segunda etapa se estimó una regresión para determinar los factores que impactan significativamente en los resultados de eficiencia y así plantear estrategias que permitan una optimización en la eficiencia productiva de las empresas del sector petrolero en Colombia. Se encontró que las empresas se vieron obligadas a recortar costos y a optimizar sus procesos para ser sostenibles en el tiempo. Aunque los resultados demuestran que durante la época de la coyuntura la cantidad de empresas en un estado de eficiencia crítica ha pasado de ser de un 45 % a un 68 %, esta ineficiencia no es necesariamente atribuible a la disminución del precio del barril.

Palabras Clave: [Petróleo, eficiencia, DEA] Clasificación JEL: L72, H21, C67.

Resumen

This paper analyzes the condition of the petroleum industry in Colombia given the economic situation that has been perceived by the sector since the fall in prices in 2014. For this, it was estimated a two-stage model through a Data Envelopment Analysis (DEA) for the main companies of the country for the years 2011-2015 in order to quantify the direct effects of the crisis on the operational revenues of these, and a regression to determine the factors that significantly impact on the efficiency results, to propose strategies that allows to optimize the productive efficiency of the companies of the oil sector in Colombia. The companies were forced to cut costs and optimize their processes to be sustainable over time. Although the results shows that during the period of the conjuncture the number of companies in a state of critical efficiency has gone from being 45 % to 68 %, but this inefficiency is not necessarily attributable to the decrease in the price of the barrel.

Key words: [Petroleum, efficiency, DEA]

JEL classification: L72, H21, C67.

1. Introducción

En las últimas décadas el mercado del petróleo se ha caracterizado por ser fluctuante y tener un comportamiento cíclico. La producción de este hidrocarburo, se realiza en función del precio, que a su vez depende de la oferta y demanda de barriles a nivel mundial, así como de diferentes fenómenos de carácter económico, político y social. En la actualidad, tras un periodo de estabilidad con altos precios entre junio y diciembre de 2014, los precios del petróleo experimentarían la tercera mayor depreciación semestral de los últimos 24 años. ¹ Esto debido principalmente, al aumento abrupto de la producción petrolera en Estados Unidos. Este desplome del precio ha generado incertidumbre en las economías de un gran número de países, principalmente, en aquellas que se encuentran poco diversificadas como es el caso de Ecuador, Nigeria o Venezuela que sus rentas e ingresos fiscales dependen en gran parte de la explotación del crudo y sus derivados. [Arroyo and Cossío Muñoz \(2015\)](#) Asimismo, los grandes productores como EAU y Qatar sufrieron un impacto negativo pero debido a su alta eficiencia los procesos podrían seguir exportando a bajos precios con una alta rentabilidad. El caso colombiano es bastante similar al de sus países vecinos, pues una caída tan dramática de las rentas del petróleo en tan corto plazo ha provocado un enorme hueco fiscal. Lo que ha obligado al gobierno a aumentar los impuestos y hacer recortes presupuestales, desestimulando la inversión extranjera y el crecimiento económico del país, afectando principalmente la inclusión social, así como al sector agro y de defensa. ²

Haciendo un énfasis en la situación departamental, Santander ha sido uno de los departamentos con mayor relevancia para el sector petrolero a nivel nacional, pues en Barrancabermeja se localiza la refinería más grande del país y una de las más competitivas de Latinoamérica, la que es considerada como la joya de Ecopetrol pues estas actividades le dejan altos márgenes de ganancia a la empresa más importante del país. ³ Asimismo Santander se encuentra dentro de los cinco más productores con una participación del 7% del mercado colombiano y siete empresas operadoras en la que Ecopetrol

¹<https://www.investing.com/>

²<http://www.minhacienda.gov.co>

³<https://www.solomononline.com/>

acapara la mayor cuota del mercado con un 95,2 %, que en conjunto producen alrededor de 65.000 BPDC Barriles por día calendario. ⁴ Como consecuencia de esto, diferentes regiones y municipios de Santander han generado progreso y desarrollo económico, en gran parte, debido a las regalías y a la demanda laboral de los procesos petroleros, como es el caso de Barrancabermeja o Sabana de Torres. Sin embargo, debido al reciente desplome de los precios del crudo, la producción ha caído en todos los campos petroleros de Santander; pues el costo de extracción en el departamento oscila entre 10 y 25 USD por barril, sin tener en cuenta otros costos asociados como el de transporte por lo que el margen de utilidad se ha tornado bajo, desincentivando la producción departamental. [López et al. \(2012\)](#)

Es claro que la situación coyuntural ha forzado al gobierno a ajustarse a un nuevo entorno económico más adverso. Así mismo, el sector privado y las empresas del sector petrolero se han tenido que adaptar a las nuevas condiciones del mercado. Por lo que es esencial estimar los efectos de la coyuntura actual sobre los rendimientos de las empresas del sector que tienen gran peso en la economía del país, debido a que son representativas en materia de empleo, impuestos, regalías y son el principal generador de renta externa incluso por encima del café. ⁵ Destacando el caso de Ecopetrol S.A, que ante un precio entre 33 USD/B WTI y 55 USD/B WTI desde 2015 ha visto una reducción considerable de sus ingresos, reportando utilidades muy bajas de 2.5 billones para ese mismo año, algo inesperado teniendo en cuenta que años atrás reportaba ganancias históricas por 15.4 billones.⁶

Por tanto, el nuevo escenario petrolero mundial representa grandes retos para las empresas que conforman el sector, pues hoy día el objetivo empresarial no irá en función de una vasta producción sino enfocado a la eficiencia y sostenibilidad. Ante un nuevo paradigma es indispensable recortar gastos ajenos a la operación para aumentar la eficiencia y de esta forma generar más utilidades, dadas las circunstancias las empresas del sector necesitan orientar sus esfuerzos a mejorar la eficiencia productiva y minimizar los costos para seguir siendo competitivas en el mercado. Para hacer frente a los desafíos

⁴<https://www.camaradirecta.com/>

⁵<http://www.banrep.gov.co/>

⁶<http://www.ecopetrol.com.co>

que enfrentan actualmente las empresas, se hace necesario contar con información que permita reconocer el efecto que ha generado la caída del precio sobre la economía. Es por esta razón que, esta investigación buscó cuantificar el impacto de la actual coyuntura sobre la eficiencia de las empresas del sector petrolero en Colombia. Para esto, primero, se realizó un diagnóstico de la coyuntura nivel nacional e internacional y las causas asociadas a este fenómeno. Posteriormente, se estimaron los niveles de las empresas del sector petrolero en el país, durante el periodo 2011-2016. En tercer lugar, se determinaron los factores que impactan significativamente los resultados de eficiencia de las empresas durante el periodo mencionado; y finalmente, según los resultados encontrados, fue posible plantear estrategias para una optimización en la eficiencia productiva de las empresas del sector en Colombia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Hacia una definición de eficiencia

Para entender el concepto de eficiencia se debe considerar una relación entre medios y fines, pues en términos simples se podría decir que es un plan para hacer bien las cosas y tener el resultado esperado, dado que hay un sinnúmero de interpretaciones para el término se hará un enfoque en la eficiencia productiva pues es lo que concierne para el análisis que pretende esta investigación, según [Lockheed and Hanushek \(1988\)](#) un proceso eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo a lo demás igual. Asimismo [Drucker et al. \(1988\)](#) plantea que la eficiencia es un concepto de entrada y salida ya que describe un método eficiente aquel que logra las salidas o resultados que corresponden a las entradas utilizadas para conseguirlos (mano de obra, insumos y tiempo).

2.2. Caracterización del mercado petrolero y actores más importantes

Particularmente el mercado del petróleo tiende a ser uno de los más grandes del mundo debido a los altos volúmenes que tranza a nivel internacional y por ser un bien esencial, al ser fuente de energía y materia prima clave de la industria en general. Así mismo, se destacan tres actores fundamentales, los productores (Miembros de la OPEP y no miembros), consumidores y empresas. Los intercambios se dan en la medida que los países requieren del commodity y algunos otros tienen excedentes de este, por tanto, las interacciones de estos factores determinan el comportamiento del mercado y la dinámica de precios por barril de crudo.

Los principales países productores de petróleo del mundo se conglomeraron formando así la OPEP (Organización de países exportadores de petróleo), como se puede ver en la figura 1 los países miembros concentran la mayor parte de las reservas del mundo.

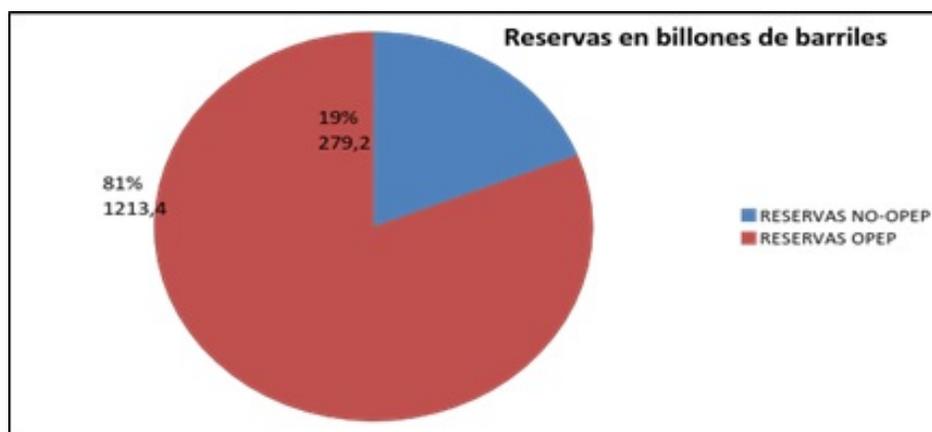


Figura 1: Reservas de petróleo en el mundo Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de OPEC.org 2016.

El mercado petrolero se ha configurado de una manera diferente tras la creación de la OPEP, pues han llegado a controlar el 81 % de las reservas mundiales y el 43 % de la producción.⁷ Lo que definitivamente generó un impacto en materia de producción, oferta exportable y precios. Esto ocurrió, porque desde su consolidación, hasta la actualidad,

⁷<http://www.opec.org>

los 14 países que conforman la OPEP, valiéndose de diversas situaciones políticas y sociales, han ido tomando el control de las mayores explotaciones petroleras a nivel mundial (como es el caso de Arabia Saudita líder hegemónico del mercado). Lo que les permitió, tener el poder sobre la mayor parte de la oferta internacional del crudo, fijando topes de producción y por tanto, afectando significativamente el precio del crudo.

Dado que históricamente ha existido una estrecha relación entre el crecimiento económico y el petróleo, pues es el recurso energético más importante del mundo, por lo que es difícil encontrar un país que no sea importador-exportador de crudo o alguno de sus derivados. Las variaciones en los precios tienen un impacto significativo en las economías ya que por ser un recurso natural las reservas no se distribuyen de acuerdo a las necesidades de consumo, lo que hace de la industria y del mercado del petróleo una actividad de alcance global, con un comercio internacional importante e intenso.

2.3. Influencia de estados unidos en la situación coyuntural de los precios

Es claro que la influencia de Estados Unidos fue determinante en la coyuntura actual de los precios del petróleo, pues eventualmente con la intensificación tecnológica que hizo a los procesos de producción pudo ir tomando más protagonismo en el mercado mundial en los últimos años, incrementando su producción en tal forma que le permitió tener una mayor autonomía en su consumo. Pero, por otro lado, generó incertidumbre en el mercado pues además de contraer su demanda contribuyó a inundar el mercado con más crudo.

Como se evidencia en la figura 2, en el año 2016 Estados Unidos alcanza un pico de producción histórico en las últimas tres décadas:

El aumento sostenido de la producción de crudo, generó una amplia disminución en las importaciones. Dado que dicho país ha tenido una cuota de mercado altamente representativa a lo largo del tiempo, el impacto en las importaciones mundiales fue

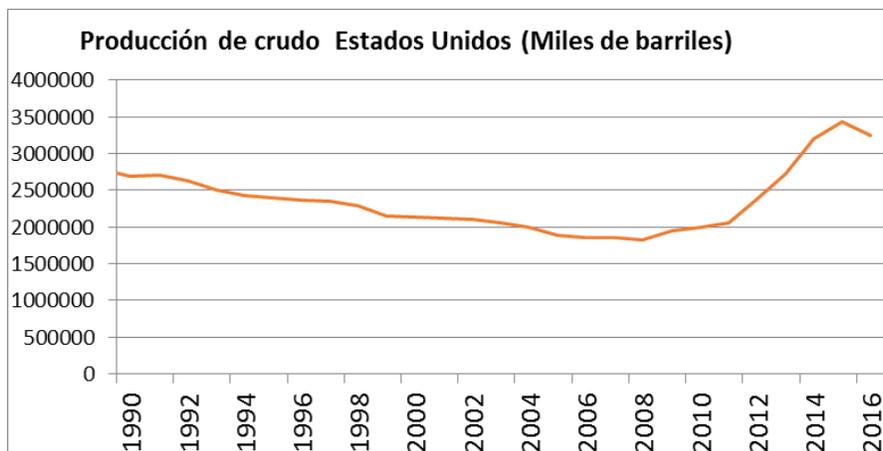


Figura 2: Serie de tiempo de producción de petróleo USA Fuente:Elaboración propia a partir de estadísticas de EIA (2016).

inmediato. Adicionalmente, ante una desaceleración de la segunda economía del mundo la sobreoferta en los mercados fue inevitable, entonces, es claro que esta combinación de factores contribuyó en gran manera al desplome de los precios del petróleo en 2014.⁸ A lo largo del tiempo las naciones altamente industrializadas han buscado diversas alternativas que les permita disminuir el grado de dependencia que tienen respecto a las importaciones de petróleo, pues es indiscutible que el crecimiento económico va de la mano con una gran demanda energética, por lo que estos países han definido diferentes estrategias para alcanzar dicho objetivo, algunos como China se han enfocado en invertir recursos para el desarrollo de fuentes alternativas.

Por otro lado, países como Estados Unidos o Canadá han dirigido sus esfuerzos en optimizar las formas de extracción del crudo. Mediante el fracking, pueden obtener hidrocarburos no convencionales que se encuentran en zonas de gran profundidad, razón por la cual es difícil extraerlo mediante la perforación vertical. Dicha técnica consiste básicamente en la inyección de agua, arena y diversos químicos en altas cantidades a presiones elevadas hacia el subsuelo a través de pozos perforados horizontalmente a más de dos kilómetros de profundidad, la mezcla presurizada hace que la capa de pizarra se fracture, estas fisuras se mantienen abiertas por la arena para que el gas de la pizarra pueda fluir hacia el pozo. [Arnedo Cárdenas and Yunes Cañate \(2015\)](#)

⁸<http://www.opec.org>

Dicha práctica funciona muy bien en términos de eficiencia productiva, aunque las externalidades negativas relacionadas con el medio ambiente tienen un alto impacto por lo que es un tema de gran controversia a nivel global, asimismo, se pueden identificar efectos socioeconómicos directos (PIB, empleo, Balanza comercial etc.) y efectos indirectos ligados a la demanda de servicios y contratistas [Aguirre](#), pese a la controversia y los shocks que ha generado esta práctica, la producción mediante Fracking sigue en constante crecimiento y genera incertidumbre en el mercado ya que para el año 2000 la producción bajo esta técnica representó el 2% y para el año 2016 ha representado el 50% de la producción de USA. ⁹

2.4. Oferta mundial y países productores de petróleo.

Los países productores de crudo se han podido beneficiar de los diferentes shocks que han jalonado los precios hacia niveles altos, no obstante, en periodos de crisis y de gran abastecimiento mundial las empresas han visto seriamente afectadas sus rentas. Las empresas se han tenido que ver obligadas a adaptarse a la situación coyuntural en la que se encuentre el mercado. Haciendo un énfasis en la realidad del sector durante los últimos años se puede apreciar que desde 2002 el sector ha experimentado una época de bonanza, pues la tendencia alcista de los precios permitió a estas aumentar la producción en función de la exploración de nuevos yacimientos. De modo que, los recursos fueron abundantes durante casi una década, hasta que se dio la crisis económica mundial de 2008 la cual repercutió significativamente en la demanda mundial de crudo e igualmente en los precios. [Schuldt \(2006\)](#)

[Zanoni \(2002\)](#) plantea que la producción de los países, depende o está en función de la cantidad de reservas petroleras que poseen, los niveles de desarrollo tecnológico, del recurso humano calificado y de la capacidad instalada de producción (infraestructura).

La figura 3, representa la concentración de reservas para cada región geográfica del mundo, se destaca la cantidad de reservas que posee Medio Oriente, por ende, sus altos niveles de producción.

En este contexto, las reservas de crudo dan a sus apoderados una mayor influencia

⁹<https://www.eia.gov/>

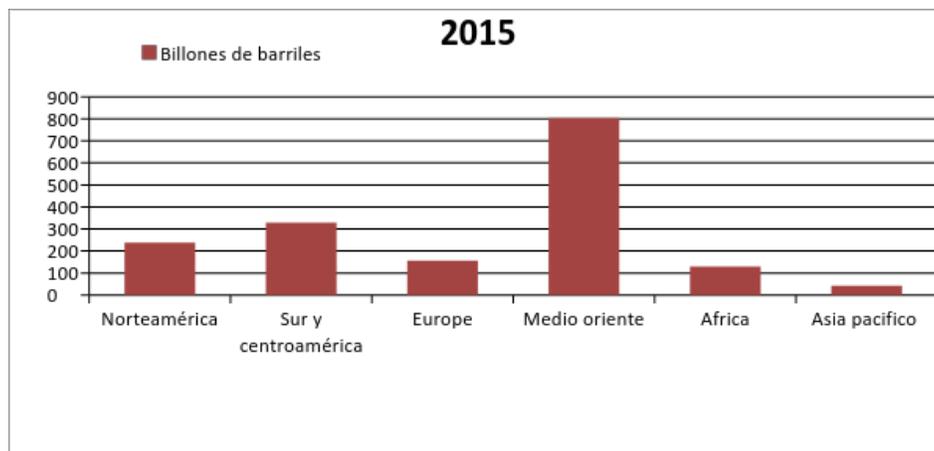


Figura 3: Reservas de crudo en billones de barriles tipificado por continente Fuente:Elaboración propia a partir de estadísticas de British Petroleum 2015.

en el mercado ya que a muy largo plazo no deben verse presionados por actividades de exploración que les garantice la sostenibilidad del mercado. Así mismo, los países de medio oriente al tener altas reservas pueden acumular un mayor número de existencias e inventarios, lo que garantiza la permanencia en el mercado ante cualquier adversidad.

Para el año 2015 los países no miembros de la OPEP acapararon un cuarto de la producción mundial de petróleo¹⁰. Por lo que es evidente que la producción de aquellos países ajenos a la organización se ha ido incrementando gradualmente hasta superar incluso, a los pertenecientes. Este es el caso de Estados Unidos, que ha venido adquiriendo gran importancia en el panorama internacional, principalmente por superar Arabia Saudí en la producción de crudo, algo impensado, teniendo en cuenta que este ha sido el líder hegemónico en la historia reciente del petróleo y la cabeza de la OPEP. De igual manera, países como Brasil (23%) y Colombia (67%) han venido incrementando su producción en la última década en el marco de un “boom” petrolero, a través de empresas muy sólidas como lo son Petrobras y Ecopetrol respectivamente¹¹.

¹⁰<https://www.bp.com/>

¹¹<http://banrep.gov.co/>

2.5. Demanda mundial y principales consumidores de petróleo

La estrecha relación existente entre el crudo y el crecimiento económico, ha generado un incremento sostenido de la demanda de petróleo en el mundo en las últimas décadas, pues este commodity es el motor para el desarrollo tecnológico además de ser un insumo clave para la industria de los países. [González \(2015\)](#) El año 2008 recordado como el año de la gran crisis financiera internacional impactó significativamente la demanda de crudo, haciéndola caer considerablemente, suceso que marcó un hito; ya que a pesar de diferentes factores geopolíticos la demanda no había caído tan abruptamente. No obstante, es lógico, ya que tal crisis generó gran incertidumbre en los mercados así como una disminución de las variables que motivan la demanda de petróleo como son la inversión y el gasto público. En cuanto a los países consumidores, éstos dependen del desarrollo de su economía, de las inversiones en infraestructuras para el procesamiento del crudo, de la política energética y el desarrollo de fuentes alternas al petróleo, de la política petrolera y la capacidad de los gerentes de entender adaptarse los cambios que ocurren en el manejo del negocio petrolero, de la política ambiental, y finalmente de los niveles de cooperación y conflictos con los países productores [Zanoni \(2002\)](#).

La figura 4 ilustra los principales países consumidores de crudo, se destacan las dos potencias mundiales debido a su elevada industrialización y población, para el caso de USA su alto consumo también va ligado a su política energética orientada a los combustibles fósiles.

Notablemente la región de mayor consumo de crudo a nivel mundial es Estados Unidos, pues la dependencia de las importaciones de crudo para este país ha sido bastante significativa. Aunque, en los últimos tiempos, el país norteamericano ha podido ser más autónomo en el consumo, debido a un incremento generalizado en su producción de crudo. La crisis de 2008 pudo desacelerar la demanda mundial, principalmente, para este país ya que este fue el epicentro de la crisis global. Así mismo, podemos ver como China ha venido aumentando de manera sostenida la demanda por el petróleo y sus derivados, esto ligado a la premisa planteada anteriormente por la cual el crecimiento económico se relaciona positivamente con la demanda. El desplome de los precios en 2014 en parte fue motivado por una disminución en la demanda mundial encabezada

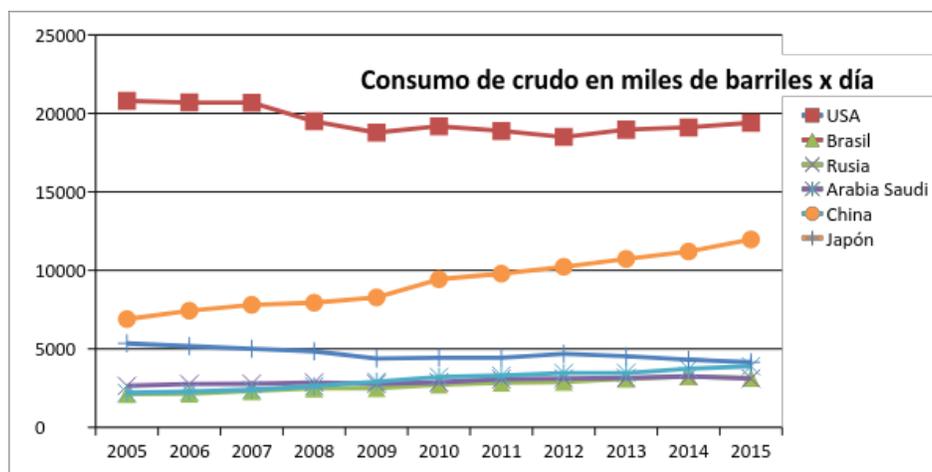


Figura 4: Principales países consumidores de crudo Fuente:Elaboración propia a partir de estadísticas de British Petroleum 2015.

por USA y China, pues al ser las dos potencias más preponderantes a nivel mundial, sus decisiones sobre política y consumo pueden llegar afectar a todo el mercado global. Por otro lado, las expectativas para 2017 son alentadoras pues la Administración de Información de Energía (EIA) elevó su pronóstico de crecimiento de la demanda global por crudo en 2017 en 70.000 barriles por día a 1,56 millones de bpd. Sobre la demanda mundial para 2018, la agencia mantuvo sin cambios sus proyecciones de un incremento interanual de 1,63 millones de bpd.

2.6. Evolución reciente de los precios del petróleo

El mercado petrolero históricamente se ha caracterizado por la fluctuación en sus precios, debido a que diversos factores geopolíticos, económicos y sociales pueden llegar a influir de gran manera y generar shocks que afecten las fuerzas de mercado y consecuentemente los precios. Asimismo el mercado durante la última década ha denotado mucha inestabilidad ya que se evidencian tendencias de precios muy marcadas tanto al alza como a la baja.

(Véase figura 5) (EIA, 2016).

El comportamiento de los precios se puede describir como cíclico, ya que a largo plazo los precios no se mantienen constantes. Tampoco es factible que se comporten de

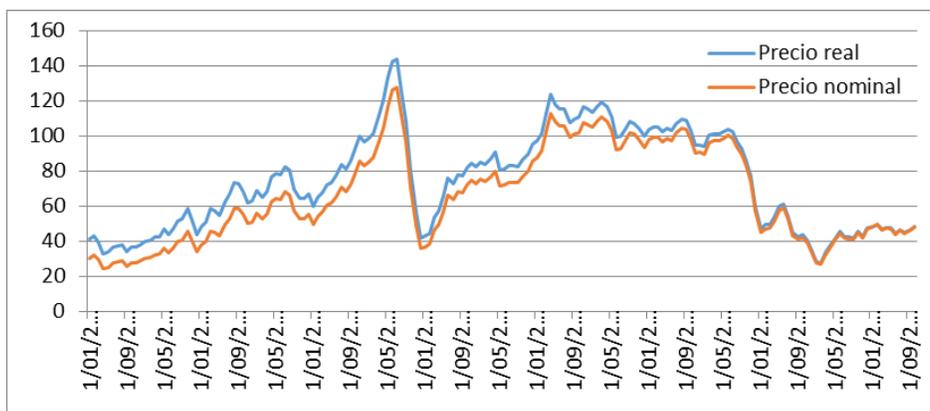


Figura 5: P. Precios del crudo WTI 2002-2016 Fuente:: Elaboración propia a partir de datos de EIA 2016.

esta manera en un futuro cercano, pues los precios del crudo son muy susceptibles a las fuerzas de mercado que, a su vez, por diferentes factores externos se ven alterados periódicamente. Por ende, las expectativas sobre los futuros del mercado son cambiantes.

- 2014 punto crítico

Ese año será recordado como el fin de un ciclo en el mercado de crudo, pues tras varios años de bonanza petrolero, diferentes factores causarían una disminución constante y generalizada de los precios del petróleo cambiando el paradigma y las expectativas del sector para los próximos años. Para el arranque de 2014 el petróleo WTI se cotizaba sobre los 102 USD, un precio por barril que mantenía la tendencia de los últimos meses registrando altos precios que fluctuaban sobre los cien dólares, dichos valores motivados por la robusta demanda de combustibles por el invierno de USA y Europa, un dólar débil e interrupciones en el suministro en Libia. De igual forma las expectativas y proyecciones para mediados de dicho año eran promisorias, pues los analistas no percibían la reducción de los precios por barril en el corto plazo debido a que para los primeros seis meses el precio promedio había sido de 105,90 USDxBarril, además la demanda de los países norteamericanos y China iba en aumento, igualmente los problemas y riesgos políticos en zonas productoras del Oriente Medio y el norte de África que no tenían una solución a la vista eran factores para creer que el precio se mantendría sobre los

100 USD¹².

Sobre los últimos meses de 2014 por primera vez en catorce meses el barril de crudo se cotiza por debajo de los 100 USD, debido a un flojo crecimiento económico de las principales economías, posteriormente el precio seguiría bajando pese a las tensiones geopolíticas que se percibían en oriente medio, siguiendo con la tendencia para el final del año el barril se cotizaba por debajo de los 60 dólares, por primera vez desde 2009, [Guaimacuto and Fuentes \(2015\)](#) las principales razones para tal desplome serían, la sobreoferta de crudo estimada en dos millones de barriles diarios; los excedentes de crudo por parte de USA; El descenso gradual de la demanda desde 2014 y para los siguientes años; La desaceleración económica de China; las Reservas comerciales y estratégicas de crudo suman ocho mil millones de barriles, cifra histórica récord; el Avance de tecnologías ha permitido la extracción a menores costos; Problemas geopolíticos no presionaron a la baja las cotizaciones; Las ventas de petróleo en el mercado spot han ofertado rebajas entre cinco a siete dólares por barril.

-Actualidad

La tendencia del crudo en los últimos meses ha sido alcista, esto debido principalmente a el recorte acordado por la OPEP anunciado a finales de 2016 y en vigencia a partir de enero del presente año, acordaron recortar la producción de petróleo en 4,5 %, o 1,2 millones de barriles de petróleo diarios, el cual fue el primer recorte a la producción en ocho años.¹³ Teniendo en cuenta que las expectativas y los futuros pueden ser determinantes en el precio del crudo, desde que el recorte se hizo público los precios del crudo presentaron una tendencia positiva desde finales del 2016 hasta la actualidad generando estabilidad y mayores ingresos para economías en crisis como la venezolana y la nigeriana, de igual forma, para el presente año ante una nueva política de la OPEP los inventarios globales de crudo probablemente seguirán bajando. ¹⁴

¹²<https://seekingalpha.com/>

¹³<http://www.opec.org>

¹⁴<http://www.goldmansachs.com/>

2.7. Contexto nacional

Como se indicó anteriormente Colombia es un país exportador de petróleo. De hecho, actualmente el petróleo crudo es el principal producto de exportación del país, por lo que el efecto de una disminución en el precio del producto de mayor exportación del país, por supuesto, debía tener consecuencias significativas sobre varios sectores de la economía, es por tal motivo que la literatura empírica se centra en los efectos de la coyuntura actual de bajos precios sobre las variables macroeconómicas, encontramos autores como: [Estrada and de Cos \(2009\)](#); [Melo-Becerra et al. \(2016\)](#); [Perilla Lesmes \(2015\)](#); [Perry and Barrera \(1993\)](#); [Armenta Vergara et al. \(2012\)](#); [Toro et al. \(2015\)](#) entre otros.

El crudo, desde principios del nuevo milenio venía mostrando una tendencia creciente, que lo llevó a sobrepasar ampliamente la barrera de los $100USD$ por barril a mediados de 2008. De esta forma, el precio del petróleo en términos reales (es decir, expresado en la moneda de cada país y descontado el nivel general de precios) llegó a superar los máximos históricos alcanzados en la primera mitad de los años ochenta en la mayoría de los países. Esto, sin duda, ha debido tener un efecto relevante tanto sobre la demanda como sobre la oferta agregada de la economía. [Estrada and de Cos \(2009\)](#)

[Melo-Becerra et al. \(2016\)](#), realizaron un análisis de los efectos de las bonanzas y crisis de la actividad petrolera para la economía colombiana. Entre sus planteamientos destacan que desde mediados de los ochenta la actividad petrolera ha jugado un papel importante en la economía colombiana gracias a la recuperación de la capacidad de producción del país y a la reanudación de exportaciones. De igual modo, aseguran que las variables que se ven más afectadas por los choques petroleros son el déficit fiscal y la deuda pública, la tasa de cambio real, la balanza de pagos, la inversión y el consumo privado. Asimismo plantean que, el sector petrolero causa impacto en la economía del país desde varios frentes, los autores afirman que en general, los choques sobre el precio y la cantidad de petróleo afectan las finanzas del Estado, producen desajustes sobre la balanza de pagos e impactan los niveles de consumo e inversión privada.

Para hacerse una idea sobre la importancia del producto sobre la economía, se debe tener en cuenta que históricamente el petróleo ha contribuido a generar valiosos recursos

fiscales, sólo Ecopetrol genera más de 35 % del total de ingresos de las empresas del sector público no financiero. El monto de las regalías en un año puede ser la fuente de recursos más importante para la inversión del sector público. En el año 2000 el monto de las regalías ascendió a 29 % del total de transferencias por situado fiscal y participación municipal de los ingresos corrientes de la nación. [Perilla Lesmes \(2015\)](#)

De forma similar, [Perry and Barrera \(1993\)](#) realizaron una investigación de los determinantes de la exploración y la producción petrolera en Colombia. Por medio de un modelo ARIMA, encontraron que la exploración petrolera depende críticamente del nivel de los precios internacionales del crudo y de los hallazgos pasados. Así mismo, encontraron que el número de contratos vigentes puede ser explicado en “función de las reservas descubiertas, con un rezago medio de dos años, y del nivel de precios internacionales, con un rezago medio de tres años.”

De igual forma, [Armenta Vergara et al. \(2012\)](#) , hicieron un estudio de la eficiencia de 46 municipio productores de petróleo en Colombia, en relación con las regalías recibidas por esta actividad para los años 2007-2008. Para su análisis utilizaron el método DEA y utilizaron como entradas las regalías per cápita, y como salidas las coberturas mínimas en educación, salud y alcantarillado. Los resultados de la estimación arrojaron que “para los años 2007-2008 solo el 2,17 % de los municipios operaron con rendimientos constantes a escala en los tres sectores evaluados” Así mismo, encontraron que la mayoría de municipios podía alcanzar mayores niveles de cobertura sin la necesidad de aumentar las regalías recibidas por la actividad petrolera (presentaban ineficiencia).

Por su parte, [Toro et al. \(2015\)](#) , realizaron un estudio de las implicaciones de la coyuntura actual en la economía colombiana. En este, aseguran que los impactos de la caída del precio internacional del petróleo se verán principalmente reflejados sobre las finanzas del gobierno, ya que los autores exponen que durante los últimos años las rentas procedentes del sector petrolero incrementaron su participación en los ingresos totales del gobierno nacional, hasta alcanzar en 2013 un pico de 19.6 %.

2.8. Petróleo y desempleo

Si bien ya se ha analizado la importancia que tiene el petróleo sobre la economía colombiana, ahora se debe definir cómo afecta la variación de los precios del petróleo a la tasa de desempleo. Se pueden distinguir, fácilmente, dos efectos, uno sobre la productividad de la industria petrolera y otro sobre la financiación gubernamental y la riqueza del país.

En primer lugar, se puede afirmar que, en su versión más simple, el empleo dependerá positivamente del volumen de producción que pretendan llevar a cabo y negativamente del coste laboral real que supone contratar al trabajador, ya que cuanto mayor sea este mayor será el coste de producción y menores los beneficios. [Estrada and de Cos \(2009\)](#)

De modo que, un menor precio del petróleo (dado que Colombia es un país exportador) se traducirá en un menor ingreso para las empresas petroleras. Y este menor ingreso, generalmente se traduce en una necesidad de las empresas de disminuir los costos y con estos los costos de mano de obra. Específicamente, una disminución en el precio del barril, provoca que la productividad laboral unitaria del sector se vea mermada. Esto significa que aún si la productividad del trabajador se mantiene constante, la empresa tendrá menores beneficios por cada trabajador que se encuentra operando. Dado que la disminución de las utilidades no es causada por una disminución en la producción, sino por una disminución en el precio del producto final, las empresas deberán aumentar la productividad de los trabajadores al mismo tiempo que disminuyen los costos de producción, esto generalmente significa, disminuir la cantidad de personal empleado.

Por ejemplo, [Fallon et al. \(1989\)](#) realizaron un estudio para Nigeria después de la crisis del petróleo de los años 80. Los autores aseguran que los problemas de la economía inician con el auge petrolero de los años 70, donde hubo una migración de habitantes hacia las ciudades, un crecimiento económico bajo, inestable y acompañado de una alta inflación. Una vez comienza la crisis, se produjo un incremento del desempleo, una caída de los salarios reales y de los ingresos. Para este caso, encontraron que el 70% del desempleo se originó en el sector privado y perteneció principalmente a jóvenes.

Así mismo en un contexto similar al de la economía colombiana, [Ruiz and Rosario](#)

(2017) analizaron las externalidades negativas de una nueva crisis petrolera haciendo énfasis en el impacto laboral que dicha coyuntura generó para una entidad territorial en Ecuador, seleccionando como unidad de análisis las empresas de Nueva Loja. Una vez evaluada cuantitativamente la situación encontraron que el 52 % de los empresarios eliminaron puestos laborales y de las medidas que estipuló el Gobierno apenas el 12 % optó prolongar o reducir la jornada laboral con la finalidad de reducir costos y gastos, y el 24 % no ejecutó ninguna medida.

De igual forma, una disminución del precio del petróleo tiene un efecto directo sobre la riqueza del país. Pues las cuentas fiscales tanto del gobierno nacional central como de los gobiernos subnacionales son muy sensibles a los precios del crudo a través de dos rutas: los ingresos tributarios (y de regalías) asociados a la actividad petrolera y las transferencias que recibe la nación por dividendos de Ecopetrol. [Bohórquez Fúquene et al.](#)

Por lo que, si se disminuye una de las fuentes de financiación que tenía el Estado, seguramente, el gasto público tendrá que ser recortado. Una disminución en el gasto público significa una disminución en la contratación para obras y servicios públicos. De tal forma que, una buena cantidad de trabajadores que ya tenían contratos a término fijo con el gobierno, no verán estos contratos renovados.

2.9. Literatura empírica

A través de la revisión de literatura se encontraron estudios empíricos tanto a nivel nacional como internacional, gran parte de los estudios aplicados de carácter nacional han medido el impacto de la coyuntura petrolera sobre las variables macroeconómicas y la hacienda del país como se han expuesto en el apartado de contexto nacional, por otro lado a nivel internacional si se evidencian estudios que evalúan el efecto de los shocks de precios del petróleo sobre las empresas y algunos otros sectores de la economía, se han encontrado autores como [Thompson et al. \(1996\)](#) ; [Hartley and Medlock III \(2013\)](#); [Francisco et al. \(2012\)](#) ; [Arroyo et al. \(2014\)](#); [Kerschner et al. \(2013\)](#); entre otros.

Los autores [Thompson et al. \(1996\)](#) analizaron la eficiencia productiva para las catorce empresas petroleras más importantes del mundo entre 1980-1987 mediante el

DEA y los datos reportados por Arthur Andersen Y Co.'s Oil Y Gas Reserve Disclosures. Se vincularon los input-output para medir las relaciones de beneficio máximas y mínimas que se podían llegar alcanzar. El modelo de estimación de eficiencia permitió clasificar a las empresas de alto y bajo rendimiento según su lugar en la frontera de posibilidades de producción. La información arrojada por el DEA permitió a los directivos identificar las fallas presentadas en relación a costos y gastos en sus compañías y aprender de las buenas prácticas de sus competidores con miras hacia el futuro.

De igual forma, [Hartley and Medlock III \(2013\)](#) utilizando los datos de 61 compañías petroleras para el periodo 2001-2009 analizaron la evolución de la eficiencia de las compañías estatales y las constituidas por acciones (privadas), ellos encontraron que las empresas nacionales generalmente son menos eficientes que las privadas.

Asimismo, [Francisco et al. \(2012\)](#) elaboraron un estudio con el objeto de evaluar la eficiencia de las refinerías de petróleo del sector público en Brasil. La muestra se estructuró con la información de diez refinerías, y se consideraron dos inputs en el proceso de producción: el porcentaje de ociosidad en la operación y la cantidad de agua consumida; como salida se consideró la cantidad de producto generado por cada refinería. Al final hallaron que el 30 % de las firmas operaban con niveles de eficiencia técnica mayores al 90 % mientras que el DEA arrojó que las demás empresas podrían aumentar sus outputs en un 25 % manteniendo constantes los insumos.

Por esta misma vía, [Arroyo et al. \(2014\)](#) hicieron un estudio sobre los efectos económicos que hubo tras una alianza estratégica de las dos petroleras más importantes de Brasil. El análisis se estructuró en dos etapas conforme a los resultados que esperaban encontrar, inicialmente se hizo un modelo de datos panel para determinar si una alianza de este tipo podría traer consigo crecimiento económico para el país en el periodo 2006-2013. Al respecto, encontraron que no había alguna relación causal con el crecimiento económico de Brasil, por lo que la exploración y producción no eran significativas en el crecimiento. Para la segunda etapa pretendían evaluar mediante un Análisis Envoltente de Datos (DEA) si las empresas habían alcanzado mayores niveles de Eficiencia Técnica (ET) tras la fusión. Efectivamente, encontraron que ambas compañías mostraron mayores eficiencias técnicas para ese periodo. La empresa Petrobras presentó una ET

en promedio del 90 % en las variables estudiadas, mientras que la compañía Galp mostró una ET promedio del 70 %. Estos resultados reflejan las estrategias corporativas al momento de la fusión, que se centraban en lograr un crecimiento rentable y sostenido, así como mejorar la eficiencia en sus actividades colectivas e individuales.

Por otro lado [Kerschner et al. \(2013\)](#) analizaron el impacto de las variaciones de oferta de petróleo en los segmentos de la economía, de esta forma los autores efectuaron un estudio detallado que tanto afectan los shocks petroleros a cada sector de la economía estadounidense en este caso, dicho estudio se basa en la premisa de “pick oil” que se refiere al momento en el que el mundo ha alcanzado su máxima tasa de producción y a partir de este punto la demanda empezaría a superar la oferta (Campbell, Laherrere, 1998). Por lo que creyeron pertinente estimar que tan vulnerable se encuentra cada sector a estos shocks desarrollando un primer modelo para determinar la vulnerabilidad del sector a los precios del crudo, para ello usan el aumento esperado en la producción de un sector y lo relacionan con una subida en los precios del petróleo para indicar la dependencia directa e indirecta del sector respecto al petróleo. Posteriormente por medio del modelo de entrada y salida de Leontieff (LPM) estiman la importancia del sector para la economía, tal análisis podría considerarse como un examen para aquellas economías con escasos recursos o con planes para reducir su dependencia del petróleo como también una alerta para aquellos sectores muy expuestos ante una crisis petrolera.

3. Metodología, datos y variables

La metodología propuesta para este estudio consta de un modelo en dos etapas para su desarrollo.

3.1. Primera etapa estimación de la eficiencia productiva.

La eficiencia técnica se estimará a partir de un modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA). La metodología DEA optimiza la medida de eficiencia de cada unidad analizada para crear así una frontera eficiente basada en el criterio de Pareto. En este

tipo de análisis se calcula la eficiencia relativa para cada DMU (unidad de decisión), que para este caso particular son las empresas del sector petrolero, comparando sus inputs (insumos) y outputs (resultados) respecto a todas las demás DMUs.

En esta metodología se asigna un índice de eficiencia para cada unidad productiva observada; un valor de 1 implica que la producción observada coincide con su máximo potencial, por lo que se encuentra en un punto eficiente. Por el contrario, si el índice para una unidad observada es menor que 1 está será ineficiente, por lo que la distancia entre las unidades o puntos ineficientes y la frontera proporciona una medida del nivel de ineficiencia de la empresa.

Fundamentalmente, este método sigue los conceptos básicos planteados por Farrell (1957), no obstante aunque este fue su precursor clave, hubo otros académicos que proporcionaron los fundamentos necesarios para que el método DEA pudiera consolidarse, como [Charnes et al. \(1978\)](#) entre otros.

La eficiencia técnica (ET) se define como:

$$ET = \min \{ \Theta : (\Theta x, y) \in T^g \} \quad (1)$$

Y se calcula resolviendo el siguiente programa de lineal para cada una de las empresas en cada uno de los sectores considerados:

$$\begin{aligned} & \underset{\theta, \lambda}{\text{Min}} \theta \\ & \text{subject to} \\ & y_{mj}^t \leq \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^T \lambda_j^S y_{mj}^S \quad m = 1, \dots, M \\ & \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^T \lambda_j^S x_{nj}^S \leq \theta x_{nj}^t \quad n = 1, \dots, N \\ & \sum_{j=1}^J \sum_{s=1}^T \lambda_j^S = 1 \\ & \lambda_j^S \geq 0 \quad j = 1, \dots, J, s = 1, \dots, T \end{aligned}$$

Figura 6

Dicha eficiencia será estimada mediante el uso del software Deap 2.1, asumiendo la máxima retracción de los inputs de una empresa, según la cantidad de output que genera en un momento dado, formando así la frontera eficiente. En este sentido, se

considera que una unidad es ineficiente si se puede disminuir algún Input sin alterar el nivel de outputs. De modo que, para este caso particular, los inputs serán: los activos, el costo de ventas y gastos operacionales. En este sentido, las entradas representen, el capital de la empresa, el trabajo requerido y los gastos derivados de la actividad propia de la empresa. Por otro lado, el único output que se tomará en cuenta serán las ventas. Adicionalmente se hizo una clasificación empresarial en función de los resultados de eficiencia siguiendo la metodología del DNP que divide los niveles de eficiencia técnica en 5 intervalos :

- Si $Y^* < 0,4$ entonces $Y =$ Crítico
- $Y^* \geq 0,40 < 0,6$ entonces $Y =$ Bajo
- Si $Y^* \geq 0,6 < 0,7$ entonces $Y =$ Medio
- Si $Y^* \geq 0,7 < 0,8$ entonces $Y =$ Bueno
- Si $Y^* \geq 0,8$ entonces $Y =$ Sobresaliente

Los datos usados para realizar este análisis de eficiencia, están delimitados entre los años 2011 al 2016, que se obtuvieron a partir de las memorias anuales de las empresas de la superintendencia de sociedades y de la base de datos Benchmark.

-Segunda etapa: estimación del modelo econométrico.

En la segunda etapa se estimó una regresión truncada, siguiendo a [Simar and Wilson \(2007\)](#) mediante la siguiente ecuación:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 TRM + \beta_2 precio + \beta_3 PIB + \beta_4 gastos + \beta_5 tamaño + \gamma propiedad + \gamma exportaciones + \gamma anos \quad (2)$$

Donde la variable Y es Eficiencia (vrste): Variable dependiente de la regresión que presenta los valores de eficiencia de cada empresa i para cada año t

- TRM: Variación de la tasa de cambio representativa del mercado para cada momento t

- Precio: Variación del precio del barril WTI para cada periodo t
- PIB: Variación del PIB para cada periodo t
- Gastos: Variable que indica los gastos operacionales y de administración para cada empresa i
- Tamaño: Variable que indica la cuota que cada empresa tiene en el mercado
- Propiedad: Variable dicotómica que muestra como viene constituida cada empresa i privada o mixta y toma el valor de 1 si es privada y valor 0 en otro caso.
- Exportaciones: Variable dicotómica que toma el valor de 1 si la empresa exporta y 0 si la empresa no exporta.
- Años: Variable ficticia que agrupa los años 2014, 2015 y 2016.

A continuación se describen detalladamente de las variables independientes empleadas para la estimación econométrica:

Cuadro 1: Add caption

VARIABLE	Observaciones	Media	Desviación estándar	Min	Max
Eficiencia	476	0.4239	0.2735	.005	1
Tamaño	476	0.0042	0.04748	1.46e-08	1,002
Precio WTI	476	80.95	21,969	44,468	97,607
TRM	476	2183.8	470,341	1797.6	3036.75
Gastos operacionales	476	42,145	8535.5	0	185735.1

4. Resultados

Inicialmente, se presentaran los resultados de eficiencia obtenidos tras la estimación del modelo de análisis envolvente de datos (DEA) para las empresas colombianas desde el año 2011 al año 2016. Para ello, se hizo una caracterización de las empresas de exploración y producción de petróleo más importantes del país y a continuación se

presentan sus resultados:

Cuadro 2: Resultados de eficiencia

Empresas	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ecopetrol	1	1	1	0.965	0.807	1
Hocol	1	0.912	0.756	1	0.528	0.564
Meta petroleum	1	1	1	0.73	0.725	0.303
Equion	0.721	1	0.942	0.839	0.501	0.708
Grupo C&C Energía	0.351	0.485	0.868	0.545	0.347	0.405
Ismocol	0.718	0.539	0.482	0.446	0.416	0.34
Occidenta Andina LLC	1	0.734	0.615	0.393	0.469	0.699
Pacific Stratus Energy Colombia	1	0.465	0.479	0.419	0.4	0.217
Parenco Colombia L.	0.35	0.394	0.284	0.278	0.87	1
Petrex	0.442	0.524	0.41	0.465	0.262	0.292
Petroleos Colombianos	0.449	0.408	0.303	0.188	0.527	0.621
Petrominerales Colombia ltda	0.71	0.515	0.534	0.565	0.443	0.449
Petrosantander INC	0.741	0.666	0.595	0.48	0.324	0.326
Southeast investment Corp	0.822	0.914	1	0.685	0.489	0.307

El cuadro 2 revela que 10 de las 14 empresas más representativas del país vieron una disminución en sus niveles de eficiencia a partir del año 2014. Esto indica que la nueva coyuntura de precios provocó un efecto negativo generalizado para las firmas petroleras en Colombia, aún para aquellas que tienen mayor tamaño y acaparan una cuota de mercado más alta. Asimismo cabe destacar que el impacto no fue el mismo para cada empresa, debido a la influencia de algunos factores externos específicos para cada una de ellas. De igual manera, es pertinente considerar que para el año 2016 solo 7 empresas reportan una mejoría en sus resultados de eficiencia lo que demuestra capacidad de algunas de ellas, para optimizar sus recursos y reducir sus gastos operacionales con el ánimo de adaptarse a las nuevas condiciones del mercado e incrementar su eficiencia técnica.

Si se analiza el caso específico de la empresa más representativa del sector es posible

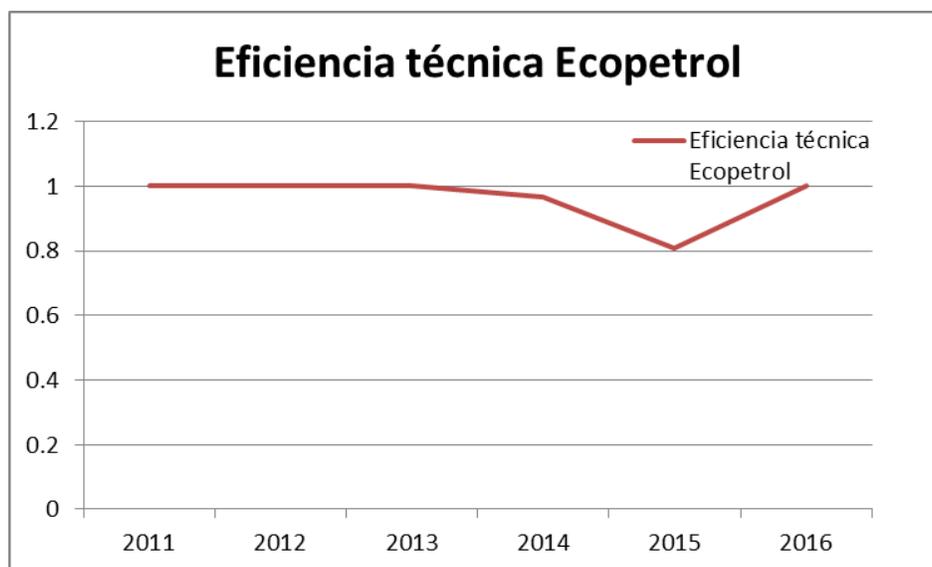


Figura 7: Eficiencia Técnica Ecopetrol Fuente:Elaboración propia

observar que sus niveles de eficiencia disminuyeron en los años 2014 y 2015, periodo en el que percibieron menores ingresos a causa del shock de precios del petróleo, por tanto, Ecopetrol se vio en la necesidad de disminuir sus costos y gastos de operación para ajustarse a la nueva situación coyuntural del mercado y de esta forma elevar sus niveles de eficiencia para 2016.

De acuerdo a la metodología del DNP (2014) se realizó una clasificación de las empresas en función de los resultados de eficiencia para cada i , de esta forma se pueden evidenciar cambios significativos para cada momento de t , es decir para cada año. Es claro que el shock de los precios del petróleo tuvo un efecto en la eficiencia de las empresas, pues como se observa en la figura 7, el número de empresas con resultados sobresalientes fue menor a partir del año 2014. De igual forma, a partir de este periodo, el número de empresas con resultados de eficiencia críticos aumentó significativamente. Lo que sugiere que las empresas que tenían resultados medios y bajos no pudieron adaptarse fácilmente a las nuevas circunstancias del mercado. De tal modo que, el menor precio del barril se vio necesariamente reflejado en una importante disminución de la eficiencia técnica.

Así mismo, el porcentaje de empresas con eficiencia crítica tuvo una evolución de 45,9 %,50 %,68 %. Lo que indicaría que muchas de las empresas que estaban en eficiencia

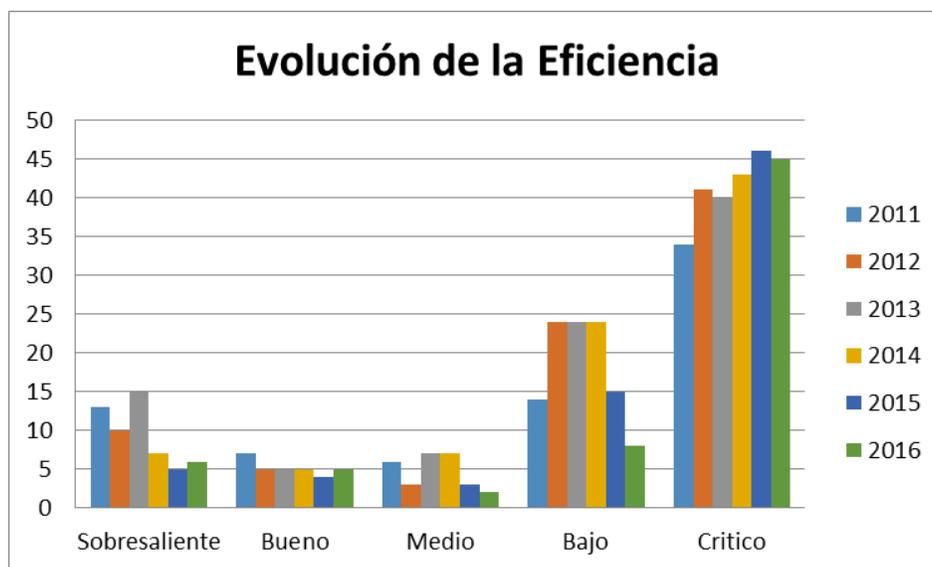


Figura 8: . Evolución Eficiencia Empresas Fuente:Elaboración propia

técnica buena, media y baja, se movilaron a la última categoría con la coyuntura actual.

Por otro lado, la estimación realizada de la eficiencia, por medio de la regresión truncada, se encuentra exhibida en la tabla 3. Entre los hallazgos del modelo se encontró que, contrario a lo que se esperaba, el precio no es una variable que afecte significativamente la eficiencia de las empresas. En este sentido, no es posible simplemente suponer que por la estrecha relación entre el precio del barril y los ingresos totales de la empresa, la eficiencia se vería ampliamente afectada. De tal forma que para el año 2011 el 17,5 % de las empresas tenían una eficiencia técnica sobresaliente, pero para el año 2014 este porcentaje disminuyó a un 8,1 %, pasando finalmente a un 9,09 % en el 2016.

En este punto, cabe resaltar que la caída de los precios acarreo una doble consecuencia sobre las empresas petroleras. Por un lado, disminuyó los ingresos por ventas en dólares. Sin embargo, dado que existe una relación inversamente proporcional entre el precio WTI y la TRM, la disminución de los ingresos por exportaciones se vio compensada (por supuesto en una menor medida) por el aumento en la tasa de cambio. Por otro lado, el tamaño de las empresas es estadísticamente significativo y muestra un signo positivo por lo que se puede inferir que las empresas que cubren una cuota de mercado más representativa tienden a ser más eficientes. Así mismo, la variable dicotómica de

Cuadro 3: Add caption

VARIABLE	Coefficiente	Std. Error	t-estadístico
Constante	-6.5732	5.1961	-1.27
Tamaño	19.4127***	3.6753	5.28
Propiedad	1.3992***	0.4043	3.46
LN_Precio WTI	0.3811	0.2998	1.27
Ln_TRM	0.5543	0.5134	1.08
PIB	0.7408	1.4934	0.5
Gastos operacionales	(-0.0443)***	0.0052	-8.51
Exportaciones	0.17806***	0.0273	6.51
Años2	-0.0501	0.0465	-1.08

exportaciones es estadísticamente significativa y su relación es positiva, por lo que las empresas que exportan presentan resultados de eficiencia superiores a las que se quedan en el mercado local. Por su parte, los gastos operacionales afectan significativamente la eficiencia y muestran direccionalidad negativa, por tanto, un aumento de los gastos operacionales de la empresa repercutirá directamente ocasionando una disminución de la eficiencia, pues financieramente una empresa llega a ser eficiente cuando tiene la capacidad de convertir los ingresos en utilidades y esto se logra reduciendo gastos, por último la variable años2 que agrupa los años 2014, 2015 y 2016 muestra direccionalidad negativa pero no es estadísticamente significativa, por tanto, no se evidencia que la eficiencia de las empresas haya disminuido significativamente después de 2014.

5. Conclusiones

A la luz de la investigación literaria y los resultados empíricos es posible concluir que el mayor reto que enfrentan las empresas colombianas, independientemente de los precios del barril de petróleo. Es lograr minimizar los costos administrativos y operativos de su labor para aumentar su eficiencia técnica, dado que el impacto que estos causan

sobre esta, es significativamente mayor que el causado por los precios. En este sentido es comprensible que muchas empresas tengan que verse en la necesidad de renegociar contratos, finalizar servicios con proveedores o fusionar puestos de trabajo, de tal forma que puedan generar menores costos de mano de obra y capital.

Por otro lado, debe destacarse que la TRM y el precio del barril han tenido efectos opuestos durante la coyuntura actual. Pues por un lado, la disminución del precio del barril ha disminuido significativamente los ingresos de las empresas colombianas. Sin embargo dicha disminución contribuyó a aumentar la TRM lo que a su vez, permitió que las empresas exportadoras tuvieran una mayor remuneración producto del cambio de moneda. De modo que, esta doble consecuencia de la disminución del precio del crudo permitió que el efecto sobre las compañías no se viera completamente reflejado en la eficiencia de las empresas.

Finalmente, es posible afirmar que el cambio generado por la coyuntura actual, contribuyo significativamente a disminuir la eficiencia técnica de las empresas colombianas desde el año 2011 hasta al año 2016. Donde solo las empresas de mayor tamaño han logrado generar estrategias exitosas que les ha permitido sobrevivir a la crisis e ir aumentando paulatinamente sus niveles de eficiencia.

Referencias

- Aguirre, C. V. El fracking: impactos ambientales y socioeconomicos. *Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de la Universidad Complutense de Madrid, Madrid*.
- Armenta Vergara, R., Barreto Nieto, C. A., and Prieto Bustos, W. O. (2012). Medición de la eficiencia en el uso de las regalías petroleras: una aplicación del análisis envolvente de datos. *Revista Finanzas y Política Económica*, 4(1).
- Arnedo Cárdenas, A. E. and Yunes Cañate, K. M. (2015). Fracking: extracción de gas y petróleo no convencional, y su impacto ambiental.
- Arroyo, A. and Cossío Muñoz, F. (2015). Impacto fiscal de la volatilidad del precio del petróleo en américa latina y el caribe: estudio sobre las causas y las consecuencias de

la caída de los precios del petróleo y análisis de opciones de política para encaminar sus impactos.

Arroyo, J. P. D. A., Yago, M., Nasir, M. A., and Wu, J. (2014). Strategic alliance in energy sector & implications for economic growth and technical efficiency: the case of petrobras and galp.

Bohórquez Fúquene, D. L. et al. Exportaciones de petróleo de colombia en relación con cantidades y precios internacionales: 1994-2014.

Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6):429–444.

Drucker, P. F. et al. (1988). The coming of the new organization.

Estrada, Á. and de Cos, P. H. (2009). *El precio del petróleo y su efecto sobre el producto potencial*. Banco de España.

Fallon, P. R., Riveros, L., and Mundial, B. (1989). *Adjustment and the labor market*. Number 214. Country Economics Department, World Bank.

Francisco, C. A. C., de Almeida, M. R., and da Silva, D. R. (2012). Efficiency in brazilian refineries under different dea technologies. *International Journal of Engineering Business Management*, 4:35.

González, A. H. (2015). La economía nacional ante la caída internacional del precio del petróleo. *El Cotidiano*, 192:45.

Guaimacuto, P. J. L. and Fuentes, J. L. (2015). Microbiología del petroleo. *Geominas*, 43(68):139–147.

Hartley, P. R. and Medlock III, K. B. (2013). Changes in the operational efficiency of national oil companies. *The Energy Journal*, 34(2):27.

Kerschner, C., Prell, C., Feng, K., and Hubacek, K. (2013). Economic vulnerability to peak oil. *Global environmental change*, 23(6):1424–1433.

- Lockheed, M. E. and Hanushek, E. (1988). Improving educational efficiency in developing countries: what do we know?[1]. *Compare*, 18(1):21–38.
- López, E., Montes, E., Garavito, A., and Collazos, M. M. (2012). La economía petrolera en colombia (parte i). *Marco legal–contractual y principales eslabones de la cadena de producción (1920–2010)*, *Borradores de Economía*.
- Melo-Becerra, L. A., Parrado-Galvis, L. M., Ramos-Forero, J. E., and Zarate-Solano, H. M. (2016). Bonanzas y crisis de la actividad petrolera y su efecto sobre la economía colombiana. Technical report, Banco de la Republica de Colombia.
- Perilla Lesmes, C. F. (2015). Participación de las comunidades en los estudios de impacto ambiental de tres empresas petroleras de colombia. B.S. thesis.
- Perry, G. and Barrera, F. (1993). ¿ cusiana, un hecho aislado? determinantes de la exploración y producción petroleras en colombia.
- Ruiz, C. and Rosario, M. (2017). Análisis del impacto laboral por la crisis petrolera en el cantón lago agrio, provincia de sucumbíos. B.S. thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial.
- Schuldt, J. (2006). Petróleo, rentismo y subdesarrollo:¿ una maldición sin solución? *Nueva Sociedad*, 204:71–89.
- Simar, L. and Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of econometrics*, 136(1):31–64.
- Thompson, R. G., Dharmapala, P., Rothenberg, L. J., and Thrall, R. M. (1996). Dea/ar efficiency and profitability of 14 major oil companies in us exploration and production. *Computers & operations research*, 23(4):357–373.
- Toro, J., Garavito, A., López, D. C., Montes, E., et al. (2015). El choque petrolero y sus implicaciones en la economía colombiana. *Borradores de economía*, 906.
- Zanoni, J. R. (2002). El cuadrilátero petrolero: Bases para la política petrolera venezolana. *Revista venezolana de análisis de coyuntura*, 8(1):291–297.