

Evaluación de la influencia de la industria de los hidrocarburos sobre el índice de competitividad y sus principales factores en Colombia*

Víctor Hugo Rondón Cordero^a ■ Juan Benjamín Duarte Duarte^b

Resumen: En este artículo se examina la influencia de la industria del petróleo sobre el *índice de competitividad* en las principales regiones de Colombia, utilizando la metodología econométrica de datos panel. Las variables analizadas incluyen el *índice de competitividad* departamental, el precio del petróleo, la producción de petróleo y gas, y las regalías otorgadas por las empresas a cada departamento. El análisis se divide en dos periodos: 2013-2018 y 2018-2020. Los resultados indican que entre 2013 y 2018 el precio del petróleo tuvo un impacto negativo y significativo en el *índice de competitividad* de Colombia. Sin embargo, las variables relacionadas con la producción de petróleo y gas no mostraron una influencia estadísticamente significativa en el *índice de competitividad*. Para el periodo 2018-2020, las variables de la industria petrolera no tuvieron un impacto significativo en la competitividad de Colombia. Estos resultados sugieren que la importancia del petróleo como determinante de la competitividad es limitada para este intervalo de tiempo.

Palabras clave: industria de hidrocarburos; competitividad; econometría; modelo de datos panel

Recibido: 29/05/2024 **Aceptado:** 02/10/2024 **Disponible en línea:** 30/12/2024

Cómo citar: (Rondón Cordero, V. H., & Duarte Duarte, J. B. Evaluación de la influencia de la industria de los hidrocarburos sobre el índice de competitividad y sus principales factores en Colombia. *Revista Facultad De Ciencias Económicas*, 19(2), 47-74. <https://doi.org/10.18359/rfce.7371>

Código JEL: E32

* Artículo de investigación.

a Magíster en Ingeniería Industrial, especialista en Gerencia Financiera; ingeniero de Petróleos, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Correo electrónico: victor891107@hotmail.com; orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8647-5909>

b Doctor en Finanzas de Empresas, magíster en Finanzas de Empresas, especialista en Docencia Universitaria, especialista en Sistemas, especialista en Gerencia de la Producción; ingeniero industrial, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Correo electrónico: jduarte@uis.edu.co; orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1785-7436>

Evaluation of the Influence of the Hydrocarbon Industry on the Competitiveness Index and Its Main Factors in Colombia

Abstract: This article examines the influence of the oil industry on the Competitiveness Index in Colombia's main regions, using econometric panel data methodology. The variables analyzed include the departmental Competitiveness Index, oil prices, oil and gas production, and royalties paid by companies to each department. The analysis is divided into two periods: 2013-2018 and 2018-2020. The results indicate that, between 2013 and 2018, oil prices had a negative and significant impact on Colombia's Competitiveness Index. However, the variables related to oil and gas production did not show a statistically significant influence on the Competitiveness Index. In the 2018-2020 period, the variables associated with the oil industry did not have a significant impact on Colombia's competitiveness. These findings suggest that the role of oil as a determinant of competitiveness is limited during this time interval.

Keywords: Hydrocarbon Industry; Competitiveness; Econometrics; Panel Data Models

Avaliação da influência da indústria de hidrocarbonetos sobre o índice de competitividade e seus principais fatores na Colômbia

Resumo: Este artigo examina a influência da indústria do petróleo sobre o índice de competitividade nas principais regiões da Colômbia, utilizando a metodologia econométrica de dados em painel. As variáveis analisadas incluem o índice de competitividade departamental, o preço do petróleo, a produção de petróleo e gás, e as compensações financeiras pagas pelas empresas a cada departamento. A análise divide-se em dois períodos: 2013-2018 e 2018-2020. Os resultados indicam que, entre 2013 e 2018, o preço do petróleo teve um impacto negativo e significativo no índice de competitividade da Colômbia. No entanto, as variáveis relacionadas à produção de petróleo e gás não apresentaram influência estatisticamente significativa no índice de competitividade. Para o período 2018-2020, as variáveis da indústria petrolífera não tiveram impacto significativo na competitividade da Colômbia. Esses resultados sugerem que a importância do petróleo como determinante da competitividade é limitada nesse intervalo de tempo.

Palavras-chave: indústria de hidrocarbonetos; competitividade; econometria; modelo de dados em painel

Introducción

El sector empresarial petrolero es una industria que impacta de diversas maneras a Colombia y a sus diferentes regiones, donde cerca del 56,9% de las exportaciones totales del país son de actividades que comprenden a los combustibles y a la producción de industrias extractivas (DANE, 2022). Por otra parte, la empresa más grande de Colombia, Ecopetrol S. A., es una compañía petrolera que generó para el año 2022 cerca de 36 billones de pesos colombianos de utilidad (Ecopetrol, 2022) y que puede tener un efecto importante en el país, ya que, al ser una empresa en su mayoría estatal, gran cantidad de estos recursos pasan a ser parte del presupuesto de la nación, los cuales se distribuyen en inversión en educación, infraestructura, salud y diferentes programas sociales.

A partir de lo anterior, se podría inferir que este sector empresarial afectaría de alguna manera la competitividad del país, sin embargo, este constructo no depende exclusivamente de los ingresos de una actividad empresarial específica, por ende, esto llevaría a preguntarse si realmente este sector es significativamente influyente en la competitividad de Colombia.

En este orden de ideas, este artículo busca evaluar la posible relación que existe entre el sector empresarial petrolero y el índice de competitividad de Colombia junto con los principales factores que lo conforman. Para esto, se realizó una revisión de la literatura con el objetivo de seleccionar las variables y la técnica efectiva para poder llegar a las respectivas conclusiones.

El enfoque utilizado en la investigación es cuantitativo y no experimental, además se trabajó con datos longitudinales, que son medidos desde el 2013 hasta el 2020. El tipo de investigación es correlacional. Las variables que se utilizaron están compiladas en las bases de datos principales de Colombia como el Consejo Colombiano de Competitividad, la Agencia Nacional de Hidrocarburos y el Ministerio de Minas y Energía.

Revisión de la literatura

Sector empresarial petrolero y su relación con la competitividad

El sector empresarial petrolero se podría definir como el conjunto de empresas que de alguna manera participan de actividades que tengan que ver con la explotación de petróleo. Esta industria podría impactar la competitividad de una región gracias a todas las variables que subyacen de ella como la producción de petróleo, la producción de gas, las regalías que genera cada región por la actividad de estas empresas, el precio del petróleo, entre otras. En Colombia, se tiene un pensamiento particular que, a mayor producción de hidrocarburos de las compañías, habrá más “progreso” en una región específica, en su mayoría gracias a la cantidad de regalías que se generan en el departamento. Sin embargo, esto podría no ser cierto, ya que, si se analiza a partir del punto de vista de la competitividad, este constructo no solo depende de los ingresos que tenga una determinada región, sino de un conjunto de variables que lo crean. Entendiendo esto, es interesante discutir sobre cómo han evolucionado las investigaciones que tratan de encontrar los efectos que presenta este sector empresarial sobre una región como tal.

Lo primero que se destaca en esta revisión es que existen muy pocas investigaciones en las que se correlacione este sector empresarial con el índice de competitividad global (ICG), el cual es el constructo que se utiliza principalmente para cuantificar de alguna manera la competitividad de una región. Sin embargo, algunos autores interpretan la competitividad con otras variables económicas diferentes al índice. Esto podría deberse a que el índice de competitividad global es un factor reciente, incluso, varias de las investigaciones mencionadas en esta revisión se hicieron antes de la creación del índice.

Este segmento de la revisión se subdivide en dos partes de discusión, la primera es sobre los

estudios que han utilizado el índice de competitividad global (ICG) como herramienta de correlación con la industria de los hidrocarburos, y otra, son aquellos estudios que han tratado de correlacionar otras variables económicas diferentes al índice, pero que los autores interpretan como una representación de la competitividad.

Sector empresarial petrolero y el índice de competitividad global (ICG)

Una de las investigaciones más importantes y similares a lo que se hizo en este estudio, es la realizada por AlQudah *et al.* (2016). Ellos desarrollaron un trabajo investigativo para los países del Consejo de Cooperación del Golfo de los Estados Árabes desde el 2006 hasta el 2014, en el que correlacionaron el índice de competitividad global (ICG) con el precio del petróleo, exportaciones de combustible, producción del sector minero y rentas por producción de petróleo. Para este estudio, se utilizó la metodología econométrica de efectos fijos y efectos aleatorios sobre una base de datos de panel. Encontraron que solamente la renta por la venta de petróleo y el precio del petróleo fueron significativos estadísticamente, mientras que el porcentaje de exportaciones de crudo y la producción de minería no fueron significativos, es decir estas dos variables explicativas no tenían efecto sobre el índice de competitividad global. Además, se pudo analizar que las rentas del sector petrolero tienen una correlación negativa con la competitividad, mientras que el precio del petróleo tiene una correlación positiva. La no representatividad de las variables podría deberse a que el índice de competitividad no depende solamente de los ingresos de un sector específico, sino de un conjunto de variables que crean el constructo y que, en este caso, no están correlacionados.

Por otra parte, Antoniadis (2017) realizó un estudio que correlaciona diferentes variables que representan el sector empresarial petrolero con el índice de competitividad global de algunos países de la región del Mar Negro. La metodología que se utilizó fue la de datos de panel, además se estudiaron las variables desde el 2006 hasta el 2015. La información correlacionada con el índice fue

el precio del petróleo, la producción de petróleo, las rentas por venta de petróleo y la corrupción. A partir de lo anterior, el autor encontró que solamente el precio del petróleo tiene una correlación positiva con el índice de competitividad, mientras que las otras variables presentaron no significancia estadística.

En otro estudio, Mukhamediyev y Temerbulatova (2019) realizaron una investigación con 60 países desde el año 2006 hasta el año 2017 en la que buscaban cómo influenciaba el precio del petróleo al índice de competitividad, además de introducir otras variables como la producción total de las compañías, exportación de tecnología pesada, entre otras. La metodología que se usó fue la de efectos fijos por datos de panel. Los autores concluyeron que cuando hay un incremento en el precio del petróleo, existe una influencia negativa sobre el índice de competitividad global. Particularmente, los autores encontraron que los países que exportaban petróleo influenciaban al índice de competitividad de manera negativa, mucho más que los países no exportadores.

A partir de acá, se podría empezar a hipotetizar que algunas de las variables que representan la industria del petróleo como producción de petróleo o las rentas por petróleo podrían no ser significativas para la competitividad en Colombia o, incluso, algunas podrían tener efectos negativos. Las investigaciones mencionadas son las que correlacionan directamente el índice de competitividad global con algunas variables que representan la industria de los hidrocarburos, teniendo a el índice como variable dependiente y las segundas como variables explicativas.

Por otra parte, en el suroriente de Europa, Jalal *et al.* (2019) realizan un estudio sobre cómo el índice de competitividad global afecta a la producción total petrolera y no petrolera de Azerbaiyán. La metodología que se utiliza es el análisis sistemático, estadístico y econométrico. Los autores concluyen que si el índice aumenta, la producción no petrolera aumentará. Es importante destacar que la variable explicativa es el índice de competitividad global y las variables dependientes pasan a ser la producción total petrolera y no petrolera.

Otras industrias y el índice de competitividad global

En este punto, se podría decir que no existen más investigaciones en las que se correlacione el índice de competitividad global con algunas variables que representen la industria de los hidrocarburos; sin embargo, hay otro estudio muy similar que es muy pertinente revisar, es el realizado por Gómez *et al.* (2020), quienes introducen al “índice de competitividad petrolera” el cual es un constructo que es calculado como la relación de las exportaciones de petróleo nacionales entre las exportaciones totales. En la investigación, los autores tratan de correlacionar este índice con el precio del petróleo, la producción de barril de petróleo y la tasa de cambio. Esta investigación es importante analizarla, puesto que también utiliza la metodología de datos de panel para correlacionar estas variables y da una idea de la posible metodología que se podría utilizar en esta investigación.

Con base en las investigaciones revisadas, se podría inferir que si se tienen los datos de índice de competitividad como variable dependiente y como variables explicativas la producción de petróleo, producción de gas, regalías, precio de petróleo, entre otras; se podría tratar de utilizar una metodología similar a las que han planteado estos autores en otras partes del mundo e implementarla en Colombia.

Por otra parte, también es importante saber cómo un sector empresarial específico, diferente al sector de los hidrocarburos, podría afectar al índice de competitividad. Esto daría una idea y un acercamiento a las posibles variables y a la técnica específica que permita evaluar la relación de la industria de los hidrocarburos y el índice de competitividad.

Entre los estudios más relevantes, se encuentra el realizado por Gonzáles y Del Pilar (2019), en el cual plantean una investigación sobre cómo influye la industria de la minería en el índice de competitividad en la región de Tacna en Perú. Utilizaron una metodología correlativa y concluyeron que el canon minero tiene una influencia significativa y positiva sobre el índice.

En esta misma región de Tacna, Pérez (2020) realiza una investigación que se enfoca en revisar cómo la industria de la aceituna influye sobre el índice de competitividad de esta región. Utiliza la investigación correlacional para concluir que, a un mayor número de empresas de aceituna en la región, habrá un índice de competitividad más alto.

Sector empresarial petrolero y otras variables económicas que representan la competitividad

Algunas investigaciones no tienen una noción muy específica de la competitividad. Evalúan el impacto del sector empresarial petrolero sobre algunos indicadores económicos que los autores consideran que son una señal de la competitividad de una región. Estas investigaciones no tienen en cuenta el índice de competitividad como tal, sin embargo, se llegan a conclusiones interesantes que son significativas para esta investigación.

Uno de los estudios iniciales que trató de relacionar la industria del petróleo con competitividad, lo realizó Sánchez (1990), quien hace una investigación sociodemográfica que evalúa el impacto del sector empresarial petrolero sobre algunas localidades de México. La autora encuentra que en las zonas donde hay presencia de compañías petroleras, se presenta una migración por puestos de trabajo directos e indirectos, estas personas se trasladan desde ciudades donde no hay presencia de empresas petroleras hacia lugares donde están trabajando compañías del sector de los hidrocarburos; además, se observa un crecimiento urbano considerable en zonas donde tienen presencia estas compañías. La autora concluye que la industria ha traído un desarrollo económico local, sin embargo, a lo largo del tiempo se ve que la desigualdad social incrementa, el daño ecológico aumenta; esta industria también ha desplazado otras actividades productivas, lo cual aumenta el desequilibrio sectorial. Esto permite inferir que la competitividad en general no crecería en las regiones, porque el constructo de competitividad es un concepto multifacético que tiene varios componentes.

Un segundo estudio lo realiza Sánchez (1999), quien muestra cómo el sector empresarial

petrolero influencia la economía de México. El autor es pertinente al señalar que algunas de estas variables económicas representan la competitividad del país, no obstante, en este estudio tampoco se estudia el índice de competitividad, incluso, para la época, no existía el cálculo del índice.

A principios del siglo XXI, Perilla (2002) trata de evaluar el impacto del precio del petróleo en la economía de Colombia. A pesar de no usar el índice de competitividad y trabajar solo con el precio del crudo, llega a conclusiones acerca de la competitividad. El autor enfatiza que: “las presiones cambiarias originadas en el cambio de precios deprimen la competitividad en sectores dedicados a producir bienes transables en el mercado internacional” (p. 2); también, señala que cuando el precio del petróleo fluctúa, termina por afectar la competitividad de industrias que basan sus productos en materiales derivados del petróleo. Si se mira en un contexto de tiempo, el índice de competitividad global no estaba calculado para la época, por esto, algunos autores tomaban la competitividad como productividad o incluso ingresos concretos en una región por diferentes actividades. En este mismo año, Kozulj (2002) investiga cómo la privatización del sector empresarial petrolero impacta las inversiones y la competitividad de los mercados; concluye que el sector no ha aumentado su competitividad a medida que las empresas se privatizan. En esta investigación no se toma el índice de competitividad como medida de la misma, sino que la interpretan con el índice Herfindahl-Hirschman, que muestra los niveles de concentración de los mercados, también se puede interpretar como la medida de falta de competencia en un mercado.

En este punto, algunos autores han intentado investigar efectos de esta industria sobre países individuales. Por otro lado, una de las investigaciones pioneras que agrupa países productores de petróleo es la realizada por Jahan y Mohammadi (2009), quienes hacen un estudio para observar cómo la competitividad decrece a partir de las alzas del precio del petróleo. Esta investigación la realizan con la metodología de vectores autorregresores y series de tiempo. Cabe resaltar que no se utilizan variables como producción de gas o petróleo, sino precio de petróleo como tal, y se

toma como interpretación de la competitividad a la inflación. El estudio, que se realiza para seis países petroleros, encontró que hay una disminución de la competitividad a medida que el precio del petróleo crece. Estas investigaciones realizadas sobre grupos de países tienen un nuevo rumbo con la realizada por Guerrero y Padilla (2011), quienes realizan un estudio en el cual intentan concluir cómo el alza del precio del petróleo afecta la competitividad de las exportaciones de México, Centro América y la República Dominicana. En esta investigación no se utiliza el índice de competitividad, la variable independiente que toman como concepto de competitividad son las exportaciones manufactureras del país. Los autores utilizan una metodología de simulación y encuentran que, a medida que el precio del petróleo es más alto, la competitividad de las empresas manufactureras se fortalece. Como se puede observar, la producción de bienes para algunos autores representa una parte importante de la competitividad.

En Colombia, Olivera *et al.* (2011) realizan una investigación en la cual analizan cómo la industria petrolera impacta al país en materia económica, además, muestra cómo algunas actividades crecen alrededor de este sector empresarial, entre ellas, las enfocadas en la ingeniería civil, la industria de maquinaria y equipo y el comercio de productos diversos. También, se analizan algunas variables económicas como inversión extranjera, tamaño del mercado, efecto sobre el consumo, la inversión, entre otras. Es un estudio muy completo que se enfoca en observar cómo el sector empresarial petrolero afecta la economía, sin embargo, no se tiene en cuenta el índice de competitividad como tal; la investigación habla de competitividad al señalar muy generalmente que la representa un conjunto de variables macroeconómicas y que el crecimiento de estas variables representa un alza en la competitividad de la región.

Cinco años después, Al-Mawali *et al.* (2016) mediante un estudio buscan entender como el sector empresarial petrolero afecta las variables macroeconómicas más importantes en Omán. A este conjunto de indicadores económicos los definen en su totalidad como una percepción de la competitividad en el país. Se estudian cerca de 22

variables macroeconómicas que se correlacionan con la producción total de las empresas petroleras. La metodología que usan es el análisis correlativo de regresión lineal y llegan a la conclusión de que la producción de las empresas de petróleo influye positivamente en la mayoría de variables macroeconómicas, es decir, en la competitividad del país.

Otra interpretación de la competitividad se hace en la investigación realizada por Baláz y Harvák (2016), quienes la interpretan como el cambio real efectivo, que es una medida del valor de la moneda, contra el promedio ponderado del valor de todas las monedas; también, la definen en un segundo parámetro, el cual es el índice de precios al productor. Estos dos parámetros tratan de correlacionarlos con el precio internacional del petróleo, el gas y el carbón. La metodología que utiliza la investigación es el análisis básico de correlación y regresión, además de un análisis cuantitativo avanzado. Los resultados de la investigación confirmaron que existe una relación a largo plazo de la causalidad unilateral entre el cambio real efectivo y los precios de la energía global, petróleo crudo en términos de valor y precios indexados, sin embargo, esta relación no se aplica a la inversa. Como resultado, los autores concluyeron que la competitividad de la economía china depende en gran medida del precio mundial de la energía y del precio del crudo desarrollo.

Martínez y Delgado (2018a) hacen un estudio con Fedesarrollo, en el cual describen cómo el sector empresarial petrolero ha influenciado en el departamento de Arauca. En esta investigación, se analizan variables como el empleo, la infraestructura, el transporte, la salud, la educación, el PIB departamental, entre otras. Aunque no estudian el índice de competitividad como tal, el análisis de estas variables puede ser un punto de partida para entender mejor el constructo de competitividad, ya que este tiene diferentes variables, entre ellas, algunos parámetros económicos. También, Martínez y Delgado (2018b) intentan describir cómo el sector empresarial petrolero ha traído efectos positivos sobre el departamento del Meta, describen cifras de empleo, regalías, proyectos construidos, sin embargo, no mencionan relación alguna con el índice de competitividad. Esta referencia sirve para

entender bien que habría una posible relación de la industria petrolera con el índice de competitividad, pero no hay un estudio claro que lo confirme.

Tres años después, Ahmadov *et al.* (2021), mediante un estudio cualitativo, muestran cómo la competitividad puede cambiar gracias a la disminución de la presencia del sector empresarial petrolero y el incremento de la influencia de la industria del turismo en Azerbaiyán. Este análisis utilizó la metodología del modelo diamante, la cual explica cómo una nación o un sector empresarial pueden alcanzar el éxito.

Uno de los estudios más recientes es el realizado por Muhammad *et al.* (2021), quienes interpretan la medida de competitividad como la inflación y hacen un estudio para los países del sur de Asia en el que buscan medir cómo el precio del petróleo afecta la inflación en estos países. Las funciones de impulso-respuesta indican que el *shock* de los precios mundiales del petróleo afecta positivamente la inflación en los países del sur de Asia y este impacto es permanente.

Como se pudo observar en la revisión, la industria del petróleo puede influir significativamente en algunas variables económicas, las cuales componen la competitividad, sin embargo, son escasas las investigaciones que se han realizado en lo que concierne al efecto de este sector empresarial sobre el índice de competitividad como tal y exactamente en Colombia no existe este estudio. Por otra parte, se observó de manera preliminar que una metodología que se podría utilizar es la estructura de datos de panel (por la medida del índice de competitividad en pocos puntos en el tiempo, pero abundantes segmentaciones de la muestra, que en este caso serían los departamentos) y algunas de las variables independientes podrían ser la producción de petróleo, producción de gas, regalías y precio del petróleo. No obstante, el primer objetivo de esta investigación será elegir exactamente cuál es la técnica que se va a utilizar y las variables a seleccionar, ya que se deben estudiar muy bien las causas por las que se van a elegir, dependiendo de la disponibilidad de datos y las condiciones específicas de Colombia, además de que, para seleccionar el tipo de metodología, se deben hacer algunas pruebas sobre los datos.

Metodología

Esta investigación busca relacionar el índice de competitividad y algunas variables que conforman la industria del petróleo, por ende, se utilizó un tipo de investigación cuantitativa correlacional. Este tipo de investigación es de gran utilidad, ya que permite comprender cómo una variable se comporta con respecto a otra. También, permite concluir si la variable no tiene ningún tipo de efecto correlativo: “Si no hay correlación entre las variables, indica que fluctúan sin seguir un patrón sistemático común” (Hernández et al., 2014, p. 95).

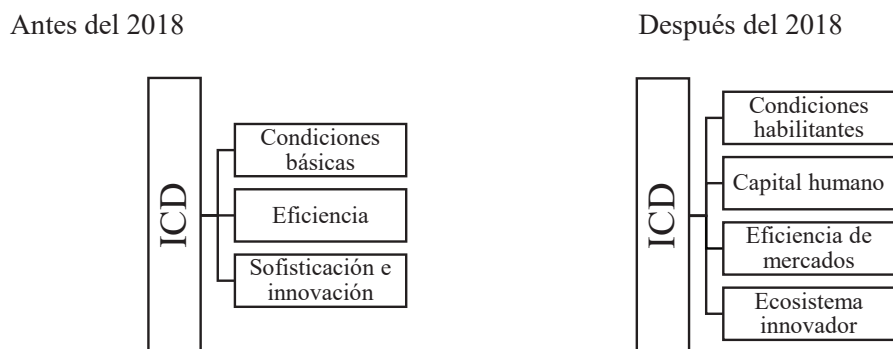
Variables y muestra

En el contexto de la investigación, se optó por utilizar el índice de competitividad departamental (ICD) de Colombia, el cual es elaborado y medido por el Consejo Privado de Competitividad. Este índice proporciona una evaluación integral de la competitividad de cada departamento en Colombia, considerando una amplia gama de factores económicos, sociales e institucionales.

La medición de la competitividad se hizo en dos momentos separados en el tiempo: la primera, se encuentra entre el 2013 y el 2018, la cual

consta de un total de 150 puntos, constituidos por seis años para los 25 departamentos disponibles. La segunda comparación se hace entre el 2018 y el 2020, en este caso ya existe la medición del índice de competitividad para 32 departamentos, es decir, se trabajó con un total de 96 puntos en tres años. Se realizaron estas dos mediciones debido a que, a partir del 2018, se implementó una nueva metodología para calcular el índice de competitividad departamental. Este cambio metodológico implica que los resultados de los años anteriores no son directamente comparables con los posteriores, ya que las variables y ponderaciones utilizadas en los cálculos difieren significativamente. Por lo tanto, no se extiende la primera medición hacia años previos para evitar una comparación inválida entre periodos con diferentes enfoques. Además, en los años 2021 y 2022, se introdujeron nuevas configuraciones en la fórmula del índice, lo que nuevamente afecta la comparabilidad con las series de datos de años anteriores, reforzando la necesidad de analizar los resultados de estos años bajo sus propios criterios y parámetros metodológicos. La figura 1 muestra los subíndices que hacen parte de la competitividad antes y después del 2018.

Figura 1. Índice de competitividad departamental Antes del 2018 Después del 2018



Fuente: elaboración propia.

Para la medición del índice de competitividad departamental antes del 2018, se tienen en cuenta diferentes variables agrupadas en tres categorías, que posteriormente se promedian para dar lugar al índice de competitividad departamental (Consejo Nacional de Competitividad, 2018). Por otra parte,

posterior al 2018, las variables que componen el ICD se agrupan en cuatro constructos. Para las dos mediciones, el índice de competitividad departamental es elaborado a partir de la consideración de más de cien variables que se han identificado como representativas para evaluar la competitividad a

nivel departamental. Estas variables abarcan diferentes aspectos económicos, sociales, institucionales y de infraestructura que influyen en la capacidad de los departamentos para competir en el contexto nacional e internacional.

La selección de estas variables se basa en un análisis que toma como referencia el cálculo del índice de competitividad global, el cual es un indicador reconocido internacionalmente para medir la competitividad de los países (Consejo Nacional de Competitividad, 2018).

Cabe resaltar que inicialmente se podría trabajar con un panel de datos no balanceado entre los años 2013 y 2018, utilizando los 32 departamentos, sin embargo, se decidió seleccionar solamente los 25 departamentos que cuentan con la medición del índice de competitividad, con el fin de trabajar con un panel de datos completamente balanceado y obtener una reducción de sesgo.

En cuanto a las variables explicativas, se seleccionaron la producción de petróleo y gas, las regalías de petróleo y gas, además del precio del petróleo. La disponibilidad de datos precisos y actualizados de las variables seleccionadas fue el factor determinante en su elección para el modelo econométrico. Esta disponibilidad contrasta con otras variables revisadas en la literatura, muchas de las cuales carecían de mediciones completas o

confiables para Colombia y sus departamentos. Además, la similitud en el uso de estas variables independientes con estudios anteriores sobre competitividad, particularmente aquellos relacionados con el índice de competitividad global y su vinculación con la industria petrolera, sugiere la posibilidad de obtener resultados consistentes y confiables para el caso de Colombia, alineados con los objetivos de esta investigación. La fuente de estas últimas variables fue la Agencia Nacional de Hidrocarburos.

Modelo econométrico

Se decidió utilizar la metodología econométrica de datos de panel debido a su utilidad para trabajar con el índice de competitividad. La elección de dicha metodología en esta investigación se justifica por su capacidad para aprovechar la estructura de los datos disponibles para todos los departamentos de Colombia. También permite analizar cómo varían los parámetros a lo largo del tiempo y entre diferentes unidades geográficas, en este caso, los departamentos. Al utilizar datos de panel, se puede capturar tanto la variabilidad temporal como la variabilidad espacial de los elementos de interés.

El modelo econométrico que se trabajó de manera general en esta investigación queda representado por la ecuación 1.

Ecuación 1

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 + x_n \dots \dots + U_i \quad [1]$$

y = Índice de competitividad /Subíndices de la competitividad

x1= Producción de petróleo

x2= Producción de gas

x3= Precio del petróleo

x4= Regalías pagadas por departamento asociadas a la producción de petróleo

x5= Regalías pagadas por departamento asociadas a la producción de gas

xn= Variables de control que describen el índice de competitividad y los subíndices

Bo= Punto de corte

Ui = Término de error

Bn = Cambio la variable dependiente por cada cambio unitario en la variable independiente, manteniendo todas las demás variables constantes

Cabe resaltar que el objetivo de identificar el modelo es establecer las razones de cambio de cada variable explicativa con respecto a la dependiente, estas razones de cambio evidenciarán el efecto (si lo hay) de cada variable explicativa sobre el índice de competitividad. Además, se propone la utilización de algunas variables de control, las cuales se añaden en un modelo econométrico para aislar el efecto de una variable de interés, (variables que

representan la industria del petróleo) controlado por otras variables que pueden estar influyendo en el resultado. Esto permite obtener estimaciones más precisas y confiables del impacto de la variable de interés. En este caso, las variables de control son representadas por los factores que construyen el índice de competitividad que, para el caso de la regresión realizada en el intervalo de tiempo de 2013 a 2018, son las condiciones básicas, la eficiencia, y la sofisticación e innovación. Para la segunda medición, que esta descrita desde el 2018 hasta el 2020, estas variables de control son las condiciones habilitantes, el capital humano, la eficiencia de los mercados y el ecosistema innovador.

Agregado a esto, se trabajaron diferentes modelos aparte de los dos explicados anteriormente,

los cuales tienen como fin observar la correlación de esta industria sobre los subíndices de la competitividad. Para el periodo anterior al 2018, se implementaron tres modelos, los cuales intentan explicar el efecto de la industria petrolera sobre cada uno de los subíndices que componen la competitividad: condiciones básicas, eficiencia, sofisticación e innovación, que actuaron como variables dependientes. Para los años posteriores al 2018, se agregaron cuatro modelos más cuyas variables dependientes son los subíndices de la competitividad, que componen el ICD para este periodo de tiempo: condiciones habilitantes, ecosistema innovador, capital humano y eficiencia de mercados. Las tablas 1 y 2 muestran un esquema de los diferentes modelos que se analizaron.

Tabla 1. Modelos 2013-2018

2012018Modelos 2013-2018	
Variable dependiente	Variable independiente
Índice de competitividad departamental 2013-2018	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variable de control
Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: condiciones básicas	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control
Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: eficiencia	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control

Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: sofisticación e innovación	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Modelos 2018-2020

013-28 Modelos 2018-2020	
Variable dependiente	Variable independiente
Índice de competitividad departamental 2018-2020	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control
Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: condiciones habilitantes	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control
Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: ecosistema innovador	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control

Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: capital humano	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control
Variable dependiente	Variable independiente
Subíndice: eficiencia de mercados	Precio del petróleo
	Producción de petróleo
	Producción de gas
	Regalías de gas
	Regalías de petróleo
	Variables de control

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Verificación y corrección de supuestos econométricos

Para poder dar los resultados de los modelos, se deben poner a prueba los supuestos establecidos por Gauss-Márkov para un análisis econométrico, con el fin de brindar la mejor estimación para estos mismos. Los principales supuestos son los siguientes:

- No multicolinealidad
- Heterocedasticidad
- No autocorrelación

Cabe resaltar que, para realizar los análisis, se etiquetó cada una de las variables de la siguiente manera:

- COMP=Índice de competitividad departamental
- PRO_PE = Producción de petróleo del total de las empresas por departamento
- PRECIO_PE = Precio internacional del petróleo
- PRO_GAS = Producción de gas del total de las empresas por departamento

- REG_PE = Regalías por producción de petróleo de cada departamento
- REG_GAS = Regalías por producción de gas de cada departamento
- FACT3INNO = Subíndice sofisticación e innovación
- FACT2EFICI = Subíndice eficiencia de mercados
- FACT1CONBAS= Subíndice condiciones básicas
- CONDHABI= Subíndice condiciones habilitantes
- CAPIHUM = Subíndice capital humano
- EFIMER = Subíndice eficiencia de mercados
- ECOINNO = Subíndice ecosistema innovador

Autocorrelación

La autocorrelación en un modelo econométrico se refiere a la relación o dependencia que existe entre las observaciones de una variable en diferentes momentos de tiempo dentro del mismo modelo. Para que el modelo econométrico sea válido, no debe presentar autocorrelación. Si es el caso, debe corregirse. Para evaluar este supuesto se utiliza el test de Wooldridge. Al realizar dicho test para todo el modelo se encuentra que no existe problema de autocorrelación.

Multicolinealidad

La multicolinealidad es la relación de dependencia lineal fuerte entre más de dos variables explicativas en una regresión múltiple, en este caso, el modelo no debe presentar esta relación entre las variables explicativas, puesto que las razones de cambio estarían explicando el mismo comportamiento para dos parámetros diferentes. Con el fin de estudiar la multicolinealidad, se puede realizar una matriz de correlación, la cual muestra los coeficientes de correlación de Pearson, además de establecer la prueba que calcula el *Variance Inflation*

Factor (VIF), el cual es una medida utilizada en econometría para evaluar la multicolinealidad entre variables independientes en un modelo de regresión múltiple. Un VIF cercano a 1 indica que la variable en cuestión no está altamente correlacionada con las otras variables, mientras que un VIF alto indica una alta correlación y, por lo tanto, un potencial problema de multicolinealidad. Es común que se considere que un VIF de más de 5 o 10 indica un alta multicolinealidad, y que en este caso se deba considerar la eliminación o la transformación de alguna variable del modelo para corregir el problema.

Tabla 3. Prueba VIF y matriz de correlación 2013-2018

	PRO GAS	PRECIO-PE	PRO GAS	REG-PE	REG GAS	FACT3INNO	FACT2EFICI	FACTICONBAS
PRO GAS	1.0000							
PRECIO-PE	0.0072	1.0000						
PRO GAS	0.1311	-0.0008	1.0000					
REG-PE	0.9269	0.1223	0.2059	1.0000				
REG GAS	0.0810	-0.0203	0.9409	0.1367	1.0000			
FACT3INNO	-0.2030	-0.0512	-0.2675	-0.2195	-0.2664	1.0000		
FACT2EFICI	-0.0352	-0.0125	-0.1796	-0.0402	-0.2003	0.8635	1.0000	
FACTICONBAS	0.1478	0.0603	-0.1905	0.1679	-0.2967	0.6536	0.7978	1.0000

Variable	VIF	I/VIF
PRO GAS	30.56	0.032719
REG GAS	29.50	0.033.902
REG PE	10.93	0.091.469
PRO PE	9.74	0.102.631
CAPIHUM	7.98	0.125.236
EFIMER	7.33	0.136.446
CONDHABI	7.12	0.140.394
ECOINNO	5.82	0.171.819
PRECIO PE	1.13	0.882.003
Mean VIF	12.24	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Prueba VIF y matriz de correlación 2018-2020

	PRO PE	PRECIO-PE	PRO GAS	REG PE	REG GAS	ECOINNO	EFIMER	CAPIHUM	CONDHABI
PRO PE	1.0000								
PRECIO PE	0.0031	1.0000							
PRO GAS	0.2011	-0.077	1.0000						
REG PE	0.9292	0.0958	0.3241	1.0000					
REG GAS	0.1941	-0.0356	0.9781	0.2887	1.0000				
ECOINNO	-0.1355	-0.0120	-0.1818	-0.430	-0.1784	1.0000			
EFIMER	0.1617	-0.0586	0.1510	0.1853	0.1543	0.7938	1.0000		
CAPIHUM	0.0651	-0.0328	-0.0382	0.0662	-0.0474	0.8568	0.8590	1.0000	
CONDHABI	0.055	0.0242	0.0142	0.1222	-0.0099	0.7859	0.8704	0.8985	1.0000

Variable	VIF	1/VIF
REG GAS	11.17	0.089515
PRO GAS	10.80	0.092615
REG-PE	8.68	0.115215
PRO-PE	8.07	0.123988
FACT2EFICI	6.75	0.148154
FACT3INNO	4.70	0.212971
FACTICONBAS	3.91	0.255598
PRECIO-PE	1.12	0.893177
Mean VIF	6.90	

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que para el periodo 2013-2018 existe una fuerte correlación entre las variables producción de petróleo y regalías de petróleo, además de la correlación de las regalías de gas y producción de gas, con un valor cercano al 90 %. Por otra parte, analizando las variables de control, el factor eficiencia tiene una alta correlación con el de innovación y las condiciones básicas cuyos coeficientes superan el 70 %. Además de lo anterior, la prueba VIF arroja un valor promedio de 6.90 y como se mencionó, para que el modelo se pueda correr, debe tener un VIF menor a 5, por lo tanto, se debe corregir. En cuanto al intervalo de tiempo analizado desde el 2018 al 2020, también tiene el mismo problema. La variable producción de

petróleo posee una fuerte correlación con las regalías respectivas de petróleo, y lo mismo pasa con la producción de gas y las regalías generadas por este hidrocarburo, en cuanto a las variables de control, los diferentes factores que describen la competitividad presentan colinealidad entre sí.

Para darle solución al problema, se ha optado por crear una nueva variable, una razón entre las variables explicativas que se correlacionan en lo que concierne a la industria petrolera, la cual, matemáticamente, sería una comparación entre estas dos cantidades numéricas. De manera general, las razones se utilizan para describir las relaciones entre diferentes valores o para expresar la proporción de una cantidad en relación con otra.

En este caso, las nuevas variables estarían representadas por la razón de las regalías de petróleo y la producción de petróleo, al igual que la razón de las regalías de gas con respecto a la producción de este último hidrocarburo.

$$\Delta_{\text{petróleo}} = \frac{\text{Regalías de petróleo}}{\text{Producción de petróleo}} \quad [1]$$

$$\Delta_{\text{gas}} = \frac{\text{Regalías de gas}}{\text{Producción de gas}} \quad [2]$$

La variable creada y representada por la ecuación 1 hace referencia a la cantidad de dinero recibido por la región por cada barril de petróleo producido, mientras que la ecuación 2 identifica la cantidad de dinero recibido por cada mil pies cúbicos de gas producidos. En este caso, se nombraron como “ra_petro” y “ra_gas” respectivamente. En cuanto a las variables de control, se decide utilizar la metodología de análisis de componentes principales (ACP), la cual es una técnica que permite reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables correlacionadas. Al calcular los componentes principales que representan estas variables, se pueden obtener nuevos componentes que resumen la información contenida en los elementos originales y que representan la mayor cantidad de la variabilidad total de los datos. Para elegir el número de componentes a conservar en el análisis, se pueden utilizar diferentes criterios, entre ellos el criterio de Kaiser. Esta metodología establece que se deben conservar aquellos componentes que tengan un valor propio mayor a 1. El valor propio es una medida de la cantidad de variabilidad total que es explicada por cada componente.

En este caso, se selecciona una sola componente como representación de los factores que explican la competitividad, la cual se le llama “PC1” para la primera regresión y “PC2” para el segundo intervalo de tiempo. El componente obtenido a partir del análisis de componentes principales representa una combinación lineal de los subíndices de competitividad que explica la mayor cantidad de la varianza compartida entre ellos. Este componente puede ser utilizado como una variable de control que resume la información de los subíndices de manera más efectiva y que ayuda a reducir la multicolinealidad

en el modelo de regresión. Teniendo en cuenta esta nueva transformación, se vuelven a realizar las pruebas de multicolinealidad.

Tabla 5. Prueba VIF con variables creadas 2013-2018 y 2018-2020

Variable	VIF	1/VIF
ra_gas	1.27	0.786.962
ra_petro	1.23	0.813.094
PRECIO PE	1.19	0.839.716
PCI	1.03	0.972.520
Mean VIF	1.18	

Variable	VIF	1/VIF
ra_gas	1.50	0.667264
ra_petro	1.48	0.677049
PRECIO PE	1.13	0.887512
PC2	1.12	0.890.537
Mean VIF	1.31	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5 se puede observar que, con este cambio, se logró mejorar la claridad y simplicidad del modelo, además de minimizar el riesgo de problemas de correlación entre las variables explicativas. La prueba VIF (*Variance Inflation Factor*) dio resultados menores a 5 como promedio y para cada variable independiente, lo que indica que no hay correlación multicolineal entre las variables explicativas.

Heterocedasticidad

La heterocedasticidad en un modelo de regresión se refiere a una situación en la que la varianza de los errores no es constante a lo largo del tiempo. Es decir, la dispersión de los errores en el modelo varía según las variables predictivas. Esta puede ser un problema en la estimación de la regresión, ya que puede afectar la precisión y la robustez de los resultados. Existen diversas técnicas para tratarla, en este caso, se utiliza el test modificado de Wald, el cual tiene como hipótesis nula la no existencia de heteroscedasticidad.

La prueba realizada muestra que en este caso se rechaza la hipótesis nula que indica que la varianza de los errores es igual para todo valor de i , es decir, que hay heterocedasticidad. Para corregir esto, se utilizará la metodología de *Panel Corrected Standard Errors* (PCSE). Este modelo utiliza la información de la matriz de varianza-covarianza heterocedástica para estimar los parámetros del modelo y producir predicciones más precisas. El modelo PCSE se aplica multiplicando los residuos de la regresión por un factor de corrección que depende de la heterocedasticidad específica y el tamaño de la muestra. La utilización de este modelo

puede mejorar la precisión y fiabilidad de las estimaciones y predicciones del modelo de regresión. Esta, se implementará una vez se ejecute la regresión en el *software* con un comando específico.

Resultados del modelo PCSE para el índice de competitividad

Como se me mencionó, el modelo de errores estándar corregidos para datos de panel, corrige el problema de heterocedasticidad que tiene el modelo preliminar, dando como resultado los valores presentados en la tabla 6 para el periodo de tiempo entre el 2013 y el 2018.

Tabla 6. Resultados del índice de competitividad 2013 -2018

de Label	Value
Estimated covariances	25
Estimated autocorrelations	0
Estimated coefficients	5
R-squared	0,95
Wald chi2(4)	3363,47
Prob > chi2	0
Het-corrected	

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	-0,00191	0,000828	-2,31	0,021	-0,0035345	-0,0002873
ra_gas	-2,6E-05	2,38E-05	-1,07	0,283	-0,0000721	0,0000211
ra_petro	2,55E-06	1,69E-06	1,51	0,132	-0,000000767	0,00000588
PC1	0,613931	0,011582	53,01	0	0,5912305	0,6366315
_cons	4,692715	0,070358	66,7	0	4,554816	4,830614

Fuente: elaboración propia.

El modelo de datos de panel sugiere que el índice de competitividad (COMP) se ve afectado significativamente por el precio del petróleo (PRECIO_PE). En particular, la variable PRECIO_PE tiene un signo negativo y además es significativa ecuación, lo que indica que un aumento en el precio del petróleo está asociado con una disminución en el índice de competitividad. Por cada unidad de incremento en

PRECIO_PE, el índice de competitividad disminuye en -0.0019 unidades.

Durante el periodo analizado, el precio del petróleo podría haber afectado negativamente la competitividad de Colombia debido a su posible impacto en los costos de producción, el poder adquisitivo de los consumidores y la diversificación económica. Dado que el petróleo es una de las

principales fuentes de ingresos del país, sus fluctuaciones en el mercado internacional podrían haber influido en la economía y en otros sectores económicos, reduciendo la competitividad de Colombia en el mercado global. Por otro lado, las variables *ra_petro* y *ra_gas* no son significativas en la ecuación, lo que sugiere que estas no tienen un efecto estadísticamente significativo en el índice

de competitividad. Una última observación está en el coeficiente R^2 de la regresión, el cual indica que el 95 % de la variabilidad del índice de competitividad se puede atribuir a las variables independientes incluidas, esto sugiere que el modelo tiene un buen ajuste y que las variables independientes son altamente predictivas de la variable dependiente.

Tabla 7. Resultados del índice de competitividad 2018-2020 Competitividad 2018 2020

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
32	0	5	0,9996	435103,35	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	0,0000496	0,0001867	0,27	0,79	-0,0003163	0,0004156
<i>ra_petro</i>	-0,000000152	0,000000373	-0,41	0,684	-0,000000882	0,000000579
<i>ra_gas</i>	-0,00000429	0,00000295	-1,46	0,146	-0,0000101	0,00000149
PC2	0,6067971	0,0009503	638,51	0	0,6049344	0,6086597
_cons	4,735887	0,0110423	428,89	0	4,714245	4,75753

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, analizando el intervalo de tiempo 2018-2020, la tabla 7 muestra que la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos, el precio del petróleo y la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada barril vendido no tienen una relación significativa, es decir, estas variables que representan la industria petrolera no tienen efecto significativo sobre la competitividad. Por otro lado, como era de esperarse, el componente principal creado a partir de los subíndices que explican la competitividad tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente. La diferencia en la relación entre el precio del petróleo y la competitividad de Colombia en los periodos de 2013 a 2018 y 2018 a 2020 puede deberse en parte a la crisis petrolera que ocurrió en el primer periodo. Durante la crisis, la caída en los precios del petróleo puede

haber reducido la importancia del petróleo como factor determinante de la competitividad del país y otros factores como la productividad y la eficiencia pueden haber adquirido mayor relevancia.

Factores que componen el índice de competitividad 2013-2018

Como se mencionó, el índice de competitividad medido entre 2013 y 2018 está compuesto por tres componentes principales: condiciones básicas, eficiencia e innovación. En este apartado, se muestran los resultados para las regresiones, las cuales son similares a las utilizadas anteriormente. Los principales cambios realizados radican en la utilización de los tres componentes básicos como variables dependientes en lugar del índice de competitividad; en cuanto a las variables explicativas, se utilizaron las mismas que describen en esta

investigación a la industria del petróleo, por otro lado, las variables de control utilizadas son aquellos pilares que describen cada factor. Cabe resaltar que los tres modelos presentaron los mismos problemas que los explicados para el índice de competitividad, por lo tanto, se decidió solucionarlos de igual manera: para la colinealidad en las variables de control, se crea un componente principal que contengan información del conjunto de variables seleccionadas que explican cada subíndice, que en este caso, son los pilares que componen cada factor, mientras que la heterocedasticidad se corrigió con el modelo *Panel Corrected Standard Errors* (PCSE).

Condiciones básicas

Para la primera regresión, el índice con que se trabaja como variable dependiente es el de condiciones básicas, nombrado como “FACT1CONBAS”. Por otra parte, el componente “PC3” es el resultado del análisis de componentes principales para los pilares que explican estas condiciones básicas de la región: pilar 1. Instituciones; pilar 2. Infraestructura; pilar 3. Tamaño del mercado; pilar 4. Educación básica y media; pilar 5. Salud; pilar 6. Medio ambiente. Cabe resaltar que estos pilares están medidos como subíndices del factor condiciones básicas. En cuanto a las variables que describen a la industria petrolera son las ya mencionadas con anterioridad.

Tabla 8. Factor 1, condiciones básicas 2013-2018

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
25	0	5	0,994	17940,67	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	-0,0004336	0,0002607	-1,66	0,096	-0,0009445	0,0000773
ra_petro	0,00000109	0,000000585	1,87	0,062	-5,38E-08	0,00000224
ra_gas	-0,0000221	0,00000935	-2,36	0,018	-0,0000404	-0,00000374
PC3	0,4808976	0,0036216	132,79	0	0,4737994	0,4879959
_cons	5,237443	0,0220133	237,92	0	5,194297	5,280588

Fuente: elaboración propia.

El análisis econométrico presentado en la tabla 8 revela que la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) tiene un impacto negativo significativo en FACT1CONBAS, lo que implica que un aumento en esta relación está asociado con una disminución en las condiciones básicas de la región, si aumenta en una unidad (ra_gas), se espera que el factor FACT1CONBAS disminuya en aproximadamente -0.0000221 unidades según el coeficiente correspondiente en el análisis. En cuanto a la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada barril de petróleo vendido (ra_petro),

presenta un coeficiente positivo, pero no alcanza significancia estadística ($p > 0.05$). Respecto al precio del petróleo tampoco parece tener un efecto sobre esta variable dependiente. Finalmente, como era de esperarse, PC3, que representa los pilares que componen las condiciones básicas de una región, tiene un efecto positivo y significativo sobre la variable dependiente. La relación inversa entre la relación de regalías producidas por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) y las condiciones básicas de la región (FACT1CONBAS) puede deberse a varias razones. Una distribución desigual de las regalías entre los departamentos podría limitar la capacidad de algunos para mejorar las condiciones

básicas. Además, una dependencia excesiva en el sector extractivo del gas podría restringir la diversificación económica y la inversión en otros sectores. Los posibles impactos ambientales de la extracción de gas podrían afectar negativamente la calidad de vida de las comunidades. Por último, una posible ineficiencia en el uso de las regalías podría reducir su impacto en el mejoramiento de las condiciones básicas de la región.

Eficiencia

Para el factor de eficiencia, se utilizó FACT2EFIC para identificar la variable en Stata, el componente “PC4” es el resultado del análisis de componentes principales para los pilares que explican la eficiencia en una región: educación superior y capacitación, además de la eficiencia de los mercados. Los resultados se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Factor 2, eficiencia

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
25	0	5	0,9796	14543,64	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	0,0006687	0,000728	0,92	0,358	-0,0007582	0,0020957
ra_petro	-0,00000242	0,00000238	-1,02	0,308	-0,00000708	0,00000224
ra_gas	-0,0000885	0,0000236	-3,75	0	-0,0001347	-0,0000423
PC4	0,9927736	0,0084554	117,41	0	0,9762012	1,009346
_cons	4,311032	0,0578623	74,5	0	4,197624	4,42444

Fuente: elaboración propia.

El análisis revela que la relación de regalías producidas por los departamentos por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) y el análisis de componentes principales que explican la eficiencia de la región (PC4) son variables significativas que afectan la eficiencia de la región (FACT2EFIC1). Un incremento en ra_gas se relaciona con una disminución en la eficiencia, mientras que un aumento en PC4 está asociado con un aumento en la eficiencia. Por otro lado, el precio del petróleo (PRECIO_PE) y la relación de regalías por barril de petróleo vendido (ra_petro) no muestran una influencia significativa en la eficiencia de la región. El efecto inverso entre la relación de regalías pagadas por las empresas productoras de gas y la eficiencia de la región puede atribuirse a dos factores principales. En primer lugar, el desplazamiento de recursos hacia la industria del gas, motivado por el aumento de las regalías, puede limitar la diversificación económica y reducir la eficiencia

de otros sectores en la región. Esto se debe a la concentración excesiva de recursos, talento y capital en la industria del gas en detrimento de otras industrias. En segundo lugar, la inequidad en la distribución de los beneficios de las regalías puede provocar desequilibrios en la inversión y el desarrollo económico, lo que limita los incentivos y los recursos disponibles para mejorar la eficiencia en sectores no relacionados con el gas.

Sofisticación e innovación

El subíndice de sofisticación e innovación es la variable final del índice de competitividad medido entre el 2013 y el 2018, el cual se nombra como “FACT3INNO”. Al igual que las anteriores regresiones, se crea un componente llamado “PC5” que contiene la información de los pilares que componen este subíndice y que soluciona el problema de colinealidad entre estas variables: sofisticación y diversificación, además de la innovación

y dinámica empresarial. Cabe resaltar que estos componentes son medidos y calculados a partir de

la información suministrada por el Consejo Privado de Competitividad.

Tabla 10. Factor 3, sofisticación e innovación

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
25	0	5	0,9925	18484,19	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	0,0007946	0,0005502	1,44	0,149	-0,0002838	0,001873
ra_petro	0,000000232	0,00000136	0,17	0,865	-0,00000243	0,0000029
ra_gas	-0,0000284	0,000019	-1,49	0,136	-0,0000657	0,00000892
PC5	1,284136	0,0100104	128,28	0	1,264516	1,303756
_cons	3,521025	0,0455233	77,35	0	3,431801	3,610249

Fuente: elaboración propia.

En este caso, los resultados muestran que tanto el precio del petróleo como la relación de regalías producidas por cada barril de petróleo vendido y la relación de regalías por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos no tienen un efecto significativo sobre el subíndice de sofisticación e innovación. Por otra parte, como era de esperarse, el componente PC5 tiene un efecto positivo y significativo hacia el factor de sofisticación e innovación de la competitividad.

Factores que componen el índice de competitividad 2018- 2020

Como se mencionó en la revisión de la literatura, el índice de competitividad, a partir del 2018, se compone de cuatro factores importantes: condiciones habilitantes, ecosistema innovador, capital humano y eficiencia de mercados. El primero se refiere al conjunto de factores que permiten crear y desarrollar empresas; el segundo, al conjunto de actores e instituciones que fomentan la innovación

y el emprendimiento; el tercero, al conjunto de habilidades y conocimientos de los trabajadores que son necesarios para el desarrollo de empresas y emprendimientos y; el último, a la capacidad de los mercados para asignar recursos de manera eficiente y para permitir la entrada y salida de empresas de manera libre y competitiva.

Ecosistema innovador

El ecosistema innovador cuenta con dos subíndices o pilares: 1) Sofisticación y diversificación, y 2) Innovación y dinámica empresarial. Cabe resaltar que estos subíndices son construidos con una serie de variables, las cuales pueden observarse en el apéndice 18. Al igual que las anteriores regresiones realizadas, estos dos componentes que sirven como variables de control, presentan problemas de colinealidad, por ende, se crea un componente principal que tiene información de estos dos pilares llamado “PC6”. La tabla 11 muestra los resultados de la regresión.

Tabla 11. Ecosistema innovador

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
32	0	5	0,9924	10899,98	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95 % Conf. Interval] Lower	[95 % Conf. Interval] Upper
ra_gas	0,0000358	0,0000245	1,46	0,144	-0,0000123	0,000084
ra_petro	0,00000332	0,00000218	1,52	0,128	-0,000000955	0,00000759
PRECIO_PE	0,000927	0,0015948	0,58	0,561	-0,0021987	0,0040527
PC6	1,666703	0,0163615	101,87	0	1,634635	1,698771
_cons	4,195174	0,0981169	42,76	0	4,002868	4,387479

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, las variables que representan la industria petrolera no son significativas, es decir, no tienen efecto sobre el ecosistema innovador, por otra parte, como era de esperarse, el componente “PC6” es significativo y tiene un efecto positivo sobre el ecosistema innovador de la región.

Eficiencia de mercados

El subíndice de eficiencia de mercados cuenta con cuatro pilares que conforman su construcción: entorno para los negocios, mercado laboral,

sistema financiero y el tamaño del mercado. Particularmente, para este componente, las variables explicativas presentan colinealidad influida principalmente por la variable tamaño de mercado (TAM), por ende, se decide eliminar este elemento, pues presenta cierta colinealidad con la relación de regalías por 1000 pies cúbicos de gas. En cuanto a los demás supuestos, de igual manera, el modelo no presenta autocorrelación, pero sí problemas de heterocedasticidad, sabiendo esto, se decide eliminar la variable mencionada y utilizar el modelo PCSE para corregir la heteroscedasticidad.

Tabla 12. Eficiencia de mercados

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(6)	Prob > chi2
32	0	7	0,8832	876,48	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
ra_petro	0,00000334	0,00000194	1,72	0,085	-0,00000046	0,00000715
ra_gas	0,0002864	0,0000392	7,3	0	0,0002095	0,0003632
PRECIO_PE	-0,0012335	0,0026205	-0,47	0,638	-0,0063695	0,0039026
NEG	0,6645279	0,149449	4,45	0	0,3716132	0,9574426
LAB	0,2009504	0,0272107	7,38	0	0,1476183	0,2542825

FIN	0,3554845	0,0268286	13,25	0	0,3029015	0,4080675
_cons	-1,850968	1,009231	-1,83	0,067	-3,829023	0,1270881

Fuente: elaboración propia.

La tabla 12 muestra que además de la significancia de los tres pilares incluidos en el modelo, que describen la eficiencia de mercados (entorno para los negocios, mercado laboral, sistema financiero), la variable “ra_gas”, que representa la relación de regalías producidas por cada 1000 pies cúbicos de gas producidos, tiene un coeficiente estimado de 0.0002864, lo que indica que un aumento en esta variable influye positivamente en el subíndice de eficiencia de mercados. Por otra parte, el precio del petróleo y la relación de regalías producidas por cada barril de petróleo producido no tienen efecto significativo sobre este subíndice. Un aumento en las regalías por la producción de gas puede mostrar un mayor interés de inversores extranjeros en la región. El flujo adicional de ingresos proveniente de las regalías podría percibirse como una señal de estabilidad y rentabilidad, lo que podría atraer a inversionistas internacionales y fomentar la inversión extranjera directa en la región.

Capital humano

El subíndice de la competitividad, conocido como “capital humano”, abarca varios pilares esenciales para medir el nivel de desarrollo educativo y sanitario de un país. Está compuesto por indicadores relacionados con la salud, la educación básica y media, la educación superior y la formación para el trabajo. Estos elementos reflejan la inversión que realiza una nación en su población, reconociendo que el desarrollo humano es fundamental para impulsar el crecimiento económico y la prosperidad a largo plazo. Al igual que modelos anteriores, los indicadores que explican el capital humano presentan alta colinealidad, esto se soluciona creando un componente principal llamado “PC7” que contiene información y representa estas tres variables con una proporción de la varianza mayor al 80 %. Los resultados se pueden observar en la tabla 13.

Tabla 13. Capital humano

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(4)	Prob > chi2
32	0	5	0,9969	23255,9	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
PRECIO_PE	-0,0003358	0,0006352	-0,53	0,597	-0,0015809	0,0009092
ra_petro	-0,00000143	0,00000061	-2,34	0,019	-0,00000262	-0,000000231
ra_gas	-0,000021	0,0000096	-2,19	0,029	-0,0000398	-0,0000022
PC7	0,8540277	0,0056574	150,96	0	0,8429394	0,865116
_cons	4,825455	0,0388838	124,1	0	4,749245	4,901666

Fuente: elaboración propia.

Estos hallazgos sugieren que las relaciones de regalías por gas y petróleo tienen un efecto estadísticamente significativo y negativo sobre el índice de capital humano, mientras que el precio del petróleo no muestra una relación significativa con dicho

índice. Se puede observar que, por cada aumento de una unidad en la relación de regalías por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos, se espera que el índice de capital humano disminuya en aproximadamente 0.000021 unidades. Por otro lado,

por cada aumento de una unidad en la relación de regalías por cada barril de petróleo vendido, se espera que el índice de capital humano disminuya en alrededor de $1.43\text{e-}06$ unidades.

Una posible explicación para esto es la distribución desigual de las regalías en la que los departamentos que reciben mayores ingresos por la venta de gas y petróleo pueden no estar invirtiendo adecuadamente en áreas clave como la educación y la salud, lo que afecta negativamente el desarrollo humano. Asimismo, la falta de inversión específica en el capital humano en detrimento de la infraestructura relacionada con la industria extractiva podría influir en la calidad del índice de capital humano.

Condiciones habilitantes

En este apartado, se consideraron las condiciones habilitantes como un constructo compuesto por varias dimensiones, que incluyen las instituciones, la infraestructura, la adopción de tecnologías de la información y comunicación (TIC) y la sostenibilidad ambiental. Para analizar el impacto de la industria del petróleo sobre las condiciones habilitantes, de igual manera, se utilizó el enfoque de

análisis de componentes principales, ya que estas variables nombradas presentaban un alto grado de colinealidad. De este modo, se crearon dos componentes principales a partir de las cuatro variables mencionadas anteriormente, empleando criterios basados en los valores propios para su elección. El primer componente principal fue seleccionado debido a su alta varianza explicada, representa el 65 % de la varianza total. El segundo componente principal, aunque con una menor varianza explicada del 25 %, también fue incluido en el análisis debido a su contribución significativa en la explicación de las condiciones habilitantes. Ambos componentes principales, que capturan la información resumida de las instituciones, infraestructura, adopción de TIC y sostenibilidad ambiental, serán utilizados como variables de control en el análisis. Al incluirlos como variables de control, se busca controlar el efecto de estas dimensiones en el análisis del impacto específico de la industria del petróleo sobre las condiciones habilitantes. Esto permitirá una evaluación más precisa y robusta de dicho impacto, teniendo en cuenta las diferentes dimensiones que conforman las condiciones habilitantes. La tabla 14 muestra los resultados de la regresión econométrica.

Tabla 14. Condiciones habilitantes

Estimated covariances	Estimated autocorrelations	Estimated coefficients	R-squared	Wald chi2(5)	Prob > chi2
32	0	6	0,9983	50017,18	0

COMP	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval] Lower	[95% Conf. Interval] Upper
ra_petro	-0,000000103	0,000000223	-0,46	0,642	-0,00000054	0,000000333
ra_gas	0,0000205	0,00000452	4,55	0	0,0000117	0,0000294
PRECIO_PE	-0,0007717	0,0003407	-2,27	0,023	-0,0014394	-0,000104
PC8	0,5526006	0,0026985	204,78	0	0,5473117	0,5578895
PC9	0,3423925	0,0032002	106,99	0	0,3361203	0,3486647
_cons	4,600509	0,0212806	216,18	0	4,558799	4,642218

Fuente: elaboración propia.

El precio del petróleo (PRECIO_PE) muestra un coeficiente negativo de -0.0007717, lo que indica que un aumento en el precio se relaciona con una

disminución en las condiciones habilitantes. Respecto a la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada 1000

pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas), muestra un coeficiente positivo de 0.0000205. Esto indica que un mayor nivel de regalías por la venta de gas se relaciona con un aumento en las condiciones habilitantes. Es probable que el incremento en las regalías proporcione recursos adicionales para la mejora de infraestructuras y el desarrollo de proyectos que fortalezcan las condiciones habilitantes. En cuanto a la relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada barril de petróleo vendido (ra_petro), no se observa un efecto estadísticamente significativo. Esto sugiere que las regalías por la venta de petróleo no tienen un impacto significativo en las condiciones habilitantes en este contexto específico. Finalmente, como era de esperarse, los componentes principales ($PC8$ y $PC9$) son significativos e influyen positivamente en las condiciones habilitantes del país.

Conclusiones

El análisis del modelo de datos panel sugiere que el índice de competitividad ($COMP$) está significativamente influenciado por el precio del petróleo ($PRECIO_PE$). El coeficiente de la variable $PRECIO_PE$ es negativo (-0.0019) y estadísticamente significativo ($p = 0.021$), lo que implica que un aumento en el precio del petróleo tiene una relación inversa con el índice de competitividad. En términos cuantitativos, por cada unidad de incremento en el $PRECIO_PE$, el índice de competitividad disminuye en aproximadamente 0.0019 unidades.

Este resultado es consistente con la hipótesis de que las fluctuaciones en el precio del petróleo pueden tener repercusiones económicas directas sobre la competitividad de un país como Colombia, cuya economía está fuertemente influenciada por el sector energético. Durante el periodo analizado, un aumento en el precio del petróleo pudo haber incrementado los costos de producción y reducido el poder adquisitivo de los consumidores, afectando negativamente otros sectores productivos, lo cual resulta en una menor competitividad en el mercado global.

Las variables relacionadas con la producción de petróleo, gas y sus respectivas regalías, como la relación de regalías producidas por los departamentos

en pesos colombianos por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) y las relaciones de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada barril de petróleo vendido (ra_petro), no mostraron una influencia estadísticamente significativa sobre el índice de competitividad ($p = 0.283$ y $p = 0.132$, respectivamente) para el periodo comprendido entre el 2013 y 2018. Por otro lado, para el intervalo de tiempo analizado entre 2018 y 2020, ningunas variables relacionadas con la industria petrolera tienen un impacto significativo en la competitividad de Colombia, incluido el precio del petróleo. Estos hallazgos sugieren que la importancia del crudo como determinante de la competitividad es mínimo.

La relación de regalías producidas por los departamentos en pesos colombianos por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) tiene un impacto negativo y estadísticamente significativo en el subíndice $FACT1CONBAS$, que representa las condiciones básicas de la región. El coeficiente estimado de -0.0000221 indica que un aumento en esta relación está asociado con una disminución de 0.0000221 unidades en $FACT1CONBAS$. Esto sugiere que mayores ingresos por regalías provenientes del gas no se traducen en una mejora de las condiciones básicas en las regiones productoras, sino que, por el contrario, contribuyen a su deterioro. Este resultado plantea interrogantes sobre la eficacia en la distribución y utilización de las regalías en dichas regiones. Factores como la mala administración de los recursos, la falta de inversión en infraestructura y servicios públicos esenciales, o una excesiva dependencia en el sector extractivo, podrían estar desplazando el desarrollo de otras áreas económicas más sostenibles.

Los hallazgos revelan que el precio del petróleo y las relaciones de regalías por barril de petróleo y por 1000 pies cúbicos de gas vendidos no tienen un impacto significativo en el subíndice de sofisticación e innovación de la competitividad.

El análisis econométrico muestra que la relación de regalías por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) tiene un impacto negativo y significativo sobre la eficiencia de la región ($FACT2EFICI$), con un coeficiente de -0.000885 ($p = 0.000$). Esto indica que un aumento en las regalías está

asociado con una disminución en la eficiencia regional. Además, otras variables como el precio del petróleo (PRECIO_PE) y la producción de petróleo (ra_petro) no mostraron una influencia significativa en la eficiencia, con p-valores de 0.358 y 0.308 respectivamente, lo que indica que su impacto es limitado o nulo en este contexto particular.

Las variables que representan la industria petrolera no tienen un efecto significativo sobre el ecosistema innovador. Esto indica que otros factores distintos a la industria petrolera son los que influyen en el desarrollo del ecosistema innovador en la región analizada.

La relación de regalías por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos (ra_gas) tiene un impacto negativo significativo sobre la eficiencia de las regiones (FACT2EFICI), con un coeficiente de -0.000885 ($p < 0.001$). Esto sugiere que un aumento en las regalías provenientes del gas está asociado con una disminución en la eficiencia regional, lo cual puede deberse a una ineficiente gestión o distribución de estos recursos. Por otro lado, variables como el precio del petróleo (PRECIO_PE) y la producción de petróleo (ra_petro) no presentaron una influencia significativa en la eficiencia, con p-valores de 0.358 y 0.308, respectivamente, lo que indica que su impacto en el contexto de la eficiencia regional es limitado o nulo.

La relación de regalías provenientes de la explotación de gas y petróleo tiene un efecto estadísticamente significativo y negativo sobre el índice de capital humano, en contraste con el precio del petróleo, que no muestra una relación significativa con dicho índice. Específicamente, se observa que por cada incremento de una unidad en la relación de regalías por cada 1000 pies cúbicos de gas vendidos, el índice de capital humano disminuye en aproximadamente 0.000021 unidades. De manera análoga, un aumento de una unidad en la relación de regalías por barril de petróleo vendido se asocia con una reducción de alrededor de 1.43×10^{-6} unidades en el índice de capital humano.

Estos hallazgos sugieren que la distribución desigual de las regalías puede estar influyendo negativamente en el capital humano. Los departamentos que aportan mayores ingresos por la venta de gas y petróleo pueden no estar canalizando adecuadamente estos recursos hacia áreas importantes

como la educación y la salud, lo que compromete el desarrollo humano. Además, la inversión desproporcionada en infraestructura relacionada con la industria extractiva, en detrimento de la inversión en capital humano, podría estar afectando la calidad del índice de capital humano.

El precio del petróleo (PRECIO_PE) tiene un efecto negativo sobre las condiciones habilitantes, con un coeficiente de -0.0007717, lo que sugiere que un aumento en el precio del petróleo se asocia con una disminución en dichas condiciones. Por el contrario, la relación de regalías por la venta de gas (ra_gas) presenta un coeficiente positivo de 0.0000205, lo que indica que mayores regalías por gas contribuyen a mejorar las condiciones habilitantes, probablemente mediante la financiación de infraestructuras y proyectos de desarrollo. En cambio, las regalías por la venta de petróleo (ra_petro) no muestran un efecto estadísticamente significativo, lo que sugiere que en este contexto no influyen sobre las condiciones habilitantes. Esto insinúa que mientras los ingresos por regalías del gas pueden ser aprovechados para mejorar infraestructuras y proyectos que fortalecen las condiciones habilitantes, los ingresos derivados del petróleo no tienen el mismo impacto en este contexto. Además, refleja que el aumento en el precio del petróleo podría estar afectando negativamente el entorno habilitante, posiblemente, debido a los efectos adversos sobre la economía en general.

Discusión

Las regalías generadas en el departamento por cada mil pies cúbicos de gas producidos y las regalías de petróleo por barril producido no tienen un efecto significativo en el índice de competitividad. Esto se puede atribuir a la distribución desigual de las regalías en la que una asignación sesgada puede limitar su impacto en sectores clave para la competitividad. Además, una dependencia excesiva en el sector extractivo puede impedir la diversificación económica. Los posibles impactos ambientales y la falta de inversión en capital humano e infraestructura también pueden afectar la competitividad.

El impacto negativo del precio del petróleo sobre el índice de competitividad puede deberse

a que un aumento en el precio del petróleo afecta los costos de producción de las empresas colombianas, especialmente aquellas que dependen de insumos energéticos. Un incremento en los costos de producción puede reducir la competitividad de las empresas en el mercado nacional e internacional. Además, un aumento en el precio del petróleo puede afectar el poder adquisitivo de los consumidores en Colombia. Si los precios de los productos derivados del petróleo, como la gasolina, se elevan, esto puede disminuir la capacidad de compra de los consumidores y afectar el consumo interno, lo que a su vez puede tener un impacto negativo en la competitividad del país.

La relación negativa y significativa entre regalías generadas por cada mil pies cúbicos de gas producido y las condiciones básicas puede atribuirse a una distribución desigual de las regalías en Colombia. Si las regalías no se distribuyen equitativamente, es posible que algunas regiones o comunidades no reciban los beneficios adecuados, lo que podría afectar sus condiciones básicas de vida. La dependencia excesiva en el sector extractivo del gas puede llevar a una concentración de recursos en este sector y descuidar otras áreas que son fundamentales para mejorar las condiciones básicas de la población, como la educación, la salud o la infraestructura. Los posibles impactos ambientales de la producción de gas también pueden afectar las condiciones básicas. Si la explotación del gas conlleva problemas ambientales, como la contaminación del agua o el deterioro de los ecosistemas, esto podría tener un impacto negativo en la calidad de vida de las personas y en las condiciones básicas.

Al contrastar los trabajos de Antoniadis (2017) y AlQudah *et al.* (2016) con la presente investigación, se puede evidenciar que los resultados son similares a pesar de que los autores no tienen en cuenta variables de control en sus modelos y hacen sus estudios en otras regiones del mundo. Tanto las regalías pagadas por producción de petróleo y la producción de hidrocarburos en sí, al parecer, no tienen efecto significativo sobre la competitividad, a diferencia del precio del petróleo. La similitud entre los resultados de estos estudios permite inferir que producir hidrocarburos y pagar regalías no afecta la competitividad de una región

independientemente de la zona geográfica, sin embargo, se deben realizar más estudios en diferentes regiones donde los recursos sean mejor distribuidos y así llegar a conclusiones más asertivas.

El análisis se basa en datos históricos del periodo entre 2013 y 2020, lo que implica que las conclusiones pueden no reflejar la situación actual. Cambios en las condiciones económicas, políticas o sociales pueden haber ocurrido después de 2020 y podrían afectar la relación entre las variables estudiadas y la competitividad de Colombia. Además, el índice de competitividad está sujeto a cambios recurrentes en su cálculo, lo que impide hacer comparaciones efectivas a través de periodos de tiempos más prolongados.

A nivel práctico, el estudio proporciona información relevante para formuladores de políticas y tomadores de decisiones en Colombia. Los resultados destacan la importancia de considerar la diversificación económica, la distribución equitativa de las regalías y la necesidad de fortalecer el capital humano y las condiciones habilitantes para mejorar la competitividad del país.

El estudio contribuye al debate sobre la sostenibilidad económica y ambiental de los países dependientes de los recursos naturales como el petróleo y el gas. Al resaltar los posibles efectos negativos de una excesiva dependencia en el sector extractivo y la importancia de la diversificación económica, se promueve una visión más amplia y sostenible del desarrollo económico.

Con la metodología utilizada, se podría investigar cómo diferentes sectores económicos pueden afectar la competitividad de regiones específicas. Al analizar variables relacionadas con la producción, costos, inversiones y otros factores relevantes sería posible identificar las relaciones entre industrias específicas y su impacto en la competitividad regional. Por ejemplo, se podrían estudiar industrias como la agricultura, el turismo, la tecnología, la manufactura o los servicios de alto valor agregado y su influencia en la competitividad de distintas regiones. Esto permitiría comprender cómo la fortaleza o debilidad de ciertas industrias puede afectar el crecimiento económico, la generación de empleo, la innovación y otros aspectos clave para la competitividad regional.

Referencias

- Ahmadov, F., Mirzayeva, G. y Mammadov, I. (2021). Competitiveness analysis of the tourism sector in azerbaijan and the clustering problem. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 12(8), 2240-2250. <https://journals.aserspublishing.eu/jemt/article/view/6667>
- Al-Mawali, N., Mohamad, H. y Al-Busaidi, K. (2016). Modeling the Impact of the Oil Sector on the Economy of Sultanate of Oman. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(1), 120-127. <https://core.ac.uk/download/pdf/74375056.pdf>
- AlQudah, A., Badawi, A. y AboEloud, M. (2016). The Impact of Oil Sector on the Global Competitiveness of the GCC Countries: Panel Data Approach. *Research Journal of Finance and Accounting*, 7(2222-1697).
- Antoniadis, I. (2017). Exploring the linkage between oil and gas sector and competitiveness: a panel data analysis for the countries of the black sea region. *Scientific Bulletin – Economic Sciences*, 16(1).
- Baláz, P. y Harváněk, L. (2016). Competitiveness of the Chinese Economy and its Link to the Global Energy Prices Development. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(2), 305-317. <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/1639>
- Consejo Nacional de Competitividad. (2018). Informe anual de competitividad. <https://compite.com.co>
- DANE. (2022). Boletín técnico, exportaciones nacionales. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/boletin_exportaciones_nov22.pdf
- Ecopetrol. (2023). *Resultados 2022: Contribución histórica para Colombia*. Ecopetrol S.A. Recuperado el 29 de octubre de 2024, de <https://www.ecopetrol.com.co>
- Ecopetrol. (2023). *Resultados 2022: Contribución histórica para Colombia*. Ecopetrol S.A. Recuperado el 29 de octubre de 2024, de <https://www.ecopetrol.com.co>
- González, C. y Del pilar, F. (2019). Las transferencias del canon minero y su influencia en el índice de competitividad en la región Tacna, periodo 2010 -2018. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/766>
- Gómez, M., Marquez, L., y Espitia, I. (2020). Competitiveness analysis of the oil industry in the main Latin American oil countries. *Revista CIMEXUS*, 15(2007-9206). <https://doi.org/https://doi.org/10.33110/cimexus150106>
- González, C. y Del pilar, F. (2019). Las transferencias del canon minero y su influencia en el índice de competitividad en la región Tacna, periodo 2010 -2018. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/766>
- Guerrero, C. y Padilla, R. (2011). Efectos del alza del precio del petróleo en la competitividad de las exportaciones manufactureras de Centroamérica, México y la República Dominicana. Serie Estudios y Perspectivas, CEPAL. <http://hdl.handle.net/11362/4906>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Jahan, M. y Mohammadi, H. (2009). Oil prices and competitiveness: time series evidence from six oil-producing countries. *Journal of Economic Studies*, 36. <https://doi.org/10.1108/01443580910923821>
- Jalal, A., Hamdulla, Y. y Ozbey, N. (2019). The assesment of impact of competitiveness to economic development. 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – “Socio Economic Problems of Sustainable Development.”
- Kozulj, R. (2002). Balance de la privatización de la industria petrolera en Argentina y su impacto sobre las inversiones y la competencia en los mercados minoristas de combustibles. Serie 46, Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL. <http://hdl.handle.net/11362/6406>
- Martínez, A. y Delgado, M. (2018a). Estudio sobre el impacto de la actividad petrolera en las regiones productoras de Colombia. Caracterización departamental Arauca. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3617/CDF_No_62_Abril_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, A. y Delgado, M. (2018b). Estudio sobre el impacto de la actividad petrolera en las regiones productoras de Colombia. Caracterización departamental Meta. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3618/CDF_No_63_Abril_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Muhammad, Z., Khiam, S. y Mahmood, H. (2021). Influence of oil prices on inflation in South Asia: Some new evidence. *Resources Policy*, 71(1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102014>
- Mukhamediyev, B. y Temerbulatova, Z. (2019). The Impact of Oil Prices on the Global Competitiveness of National Economies. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(6), 45-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.32479/ijeep.8089>
- Olivera, M., Zuleta, L., Aguilar, T. y Osorio, A. (2011). Impacto del sector de servicios petroleros en la economía colombiana (No. 978-958-99348-8-3; 1st ed.). <https://core.ac.uk/download/pdf/6272905.pdf>
- Pérez, F. (2020). Las exportaciones de aceituna de mesa y su influencia en la competitividad regional de Tacna, periodo 2012-2018 [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1490>
- Perilla, J. (2002). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/eventos/archivos/Seminario35_0.pdf
- Sánchez, R. (1999). El impacto de la industria petrolera en la economía mexicana. *Estudios Internacionales*, 32(125), 20-50. <https://doi.org/10.5354/0719-3769.1999.15001>
- Sánchez, T. (1990). La industria petrolera como factor de cambios territoriales en la economía nacional, a partir de los años setenta. *Investigaciones Geográficas*, 21(21), 75-95. <https://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/58992/51979>