



Análisis de las tendencias socioeconómicas 2020-2022 del sector hidrocarburos en el
distrito especial de Barrancabermeja mediante la metodología MICMAC

Deimer Andrés Ortiz Orozco

Luis Efrén Herman Ardila

Albeiro León Alarcón

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Bogotá

Programa de Maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos

Sublínea de investigación: Gestión de la innovación para el desarrollo sostenible y la
consolidación empresarial

21 de mayo del 2024

Análisis de tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en Barrancabermeja con metodología
MICMAC

Análisis de las tendencias socioeconómicas 2020-2022 del sector hidrocarburos en el
distrito especial de Barrancabermeja mediante la metodología (MICMAC).

Deimer Andrés Ortiz Orozco

Luis Efrén Herman Ardila

Albeiro León Alarcón

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Magíster en gerencia
de la innovación en proyectos

Asesora

Dra. Jazmín Arias Hernández

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Bogotá

Programa de Maestría en Gerencia de la Innovación en Proyectos

21 de mayo del 2024

Dedicatoria

A DIOS.

Agradecimientos

A la docente Jazmín por su disposición y entrega durante todo el proceso, sólo le podemos decir que muchas gracias.

Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción	3
1 Planteamiento del problema.....	5
1.1 Descripción del problema.....	5
1.1.1 Contexto global	5
1.1.2 Contexto local	6
1.2 Pregunta de investigación.....	7
1.3 Objetivos de investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación de la investigación	8
2 Revisión documental.....	10
2.1 Estado del arte.....	10
2.2 Marco teórico.....	13
2.2.1 Metodología MICMAC.....	13
2.2.2 Tendencias socioeconómicas	16
3 Metodología.....	24
3.1 Enfoque y alcance de la investigación.....	24
3.2 Población y muestra.....	26
3.3 Instrumento	28
3.4 Descripción de procedimientos.....	29
3.5 Análisis de información.....	30
3.6 Recolección de información (Caracterización)	33
4 Resultados.....	39

4.1	Determinar los factores internos y externos que ejercen una influencia predominante en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja	39
4.1.1	Análisis de influencia/dependencia directa.....	40
4.1.1.1	Análisis de valores de influencia directa.	40
4.1.1.2	Análisis de valores de dependencia directa.	42
4.1.2	Análisis de influencia/dependencia indirecta.....	43
4.1.2.1	Análisis de valores de influencia indirecta.	44
4.1.2.2	Análisis de valores de dependencia indirecta	45
4.1.3	Análisis de influencia/Dependencia potencial directa	46
4.1.3.1	Análisis de valores de influencia potencial directa.....	47
4.1.3.2	Análisis de valores de dependencia potencial directa.....	49
4.2	Establecer las interacciones entre los factores clave identificados en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.....	51
4.2.1	Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia directa	53
4.2.2	Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia potencial directa.	60
4.2.3	Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia potencial indirecta	67
4.3	Proponer tres escenarios futuros probables basados en la interacción de las tendencias socioeconómicas y los factores influyentes	73
4.3.1	Planteamiento de escenarios futuros.....	82
5	Conclusiones.....	85
6	Recomendaciones	87
	Referencias.....	89

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Cronograma de actividades</i>	29
Tabla 2. <i>Bitácora de caracterización</i>	31
Tabla 3. <i>Calificación Matriz MICMAC</i>	39
Tabla 4. <i>Características de la matriz MID</i>	40
Tabla 5. <i>Influencia de relaciones directas</i>	41
Tabla 6. <i>Dependencia relaciones directas</i>	43
Tabla 7. <i>Influencia de relaciones indirectas</i>	44
Tabla 8. <i>Dependencia de relaciones indirectas</i>	46
Tabla 9. <i>Características de la matriz MIPD</i>	47
Tabla 10. <i>Influencia de relaciones potenciales directas</i>	48
Tabla 11. <i>Dependencia de relaciones potenciales directas</i>	50
Tabla 12. <i>Descripción de códigos asignados a variables MICMAC</i>	53
Tabla 13. <i>Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia directa</i>	55
Tabla 14. <i>Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia directa</i>	57
Tabla 15. <i>Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia directa</i>	58
Tabla 16. <i>Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia potencial directa</i>	61
Tabla 17. <i>Cuadrante Dos: Zona de conflicto - Influencia/dependencia potencial directa</i>	62
Tabla 18. <i>Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia potencial directa</i>	64
Tabla 19. <i>Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia potencial directa</i>	65
Tabla 20. <i>Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia potencial indirecta</i>	68
Tabla 21. <i>Cuadrante Dos: Zona de conflicto - Influencia/dependencia potencial indirecta</i>	69
Tabla 22. <i>Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia potencial indirecta</i> ...	71
Tabla 23. <i>Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia potencial indirecta</i> 72	
Tabla 24. <i>Matriz de variables clave, variables influyentes, dominios e hipótesis planteadas</i>	74
Tabla 25. <i>Escenarios calculados por el software MORPHOL</i>	75

Lista de figuras

Figura 1. <i>Pozos de producción petrolera en Barrancabermeja</i>	27
Figura 2. <i>Producción de petróleo en Barrancabermeja (BPCD)</i>	33
Figura 3. <i>Exportaciones de petróleo en Colombia</i>	35
Figura 4. <i>Nuevas empresas inscritas en Barrancabermeja</i>	36
Figura 5. <i>Empresas canceladas en Barrancabermeja</i>	37
Figura 6. <i>Inversión privada en Barrancabermeja</i>	38
Figura 7. <i>Gráfica influencia directa</i>	42
Figura 8. <i>Grafica influencia indirecta</i>	45
Figura 9. <i>Gráfica influencia potencial directa</i>	49
Figura 10. <i>Interpretación plano de variables</i>	51
Figura 11. <i>Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia directa</i>	54
Figura 12. <i>Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia potencial directa</i>	60
Figura 13. <i>Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia potencial indirecta</i>	67
Figura 14. <i>Selección de escenarios más probables</i>	76
Figura 15. <i>Primer escenario con mayor probabilidad de ocurrencia</i>	77
Figura 16. <i>Segundo escenario con mayor probabilidad de ocurrencia</i>	79
Figura 17. <i>Tercer escenario con mayor probabilidad de ocurrencia</i>	81

Resumen

Esta investigación se centró en evaluar el impacto de las tendencias socioeconómicas en el sector hidrocarburos del Distrito Especial de Barrancabermeja entre 2020 y 2022. El objetivo fue comprender las influencias y dependencias entre diversas variables para identificar aquellas que son críticas y podrían actuar como catalizadores de cambio para un desarrollo sostenible en el futuro. La metodología empleada fue de carácter cuantitativo correlacional, empleando información secundaria como estadísticas oficiales, informes sectoriales y estudios relacionados con la economía local y dinámica petrolera. A través del uso de la metodología MICMAC, se destacaron dos variables clave fundamentales: la inversión en exploración y producción, y la inversión privada en la región. Se emplearon herramientas como la Matriz de Influencias Directas (MID), la Matriz de Influencias Indirectas (MII) y la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP) para identificar y priorizar las áreas más críticas de intervención. Variables como la producción de petróleo, los precios internacionales del petróleo y las exportaciones fueron claves en este análisis. Además, se utilizó el software MORPHOL para realizar un análisis morfológico, facilitando la construcción de tres escenarios futuros evaluados según la mayor probabilidad de ocurrencia, ofreciendo una visión prospectiva que se sustenta en estimaciones cuantitativas de su viabilidad.

Palabras clave: Planificación Estratégica, Sector Hidrocarburos, Escenarios, Prospectiva, MICMAC, MORPHOL.

Abstract

This research focused on assessing the impact of socioeconomic trends on the hydrocarbon sector in the Special District of Barrancabermeja between 2020 and 2022. The goal was to understand the influences and dependencies among various variables to identify those that are critical and could act as catalysts for sustainable development in the future. The methodology employed was quantitative correlational, using secondary data such as official statistics, sector reports, and studies related to the local economy and oil dynamics. Through the use of the MICMAC methodology, two key fundamental variables were highlighted: investment in exploration and production, and private investment in the region. Tools such as the Matrix of Direct Influences (MID), the Matrix of Indirect Influences (MII), and the Matrix of Potential Direct Influences (MIDP) were used to identify and prioritize the most critical areas for intervention. Variables such as oil production, international oil prices, and exports were key in this analysis. Additionally, the MORPHOL software was used to perform a morphological analysis, facilitating the construction of three future scenarios evaluated according to the highest probability of occurrence, offering a prospective vision supported by quantitative estimates of their feasibility.

Keywords: Strategic Planning, Hydrocarbon Sector, Scenarios, Futures Studies, MICMAC, MORPHOL.

Introducción

El sector de hidrocarburos ha sido históricamente uno de los pilares de la economía en muchos países, incluyendo Colombia. Específicamente en el Distrito Especial de Barrancabermeja, este sector no sólo representa una fuente significativa de ingresos y empleo, sino que también influye profundamente en las dinámicas socioeconómicas regionales. Dada la importancia crítica de este sector, es imperativo analizar cómo las tendencias socioeconómicas lo afectan, especialmente en un periodo tan volátil como el comprendido entre los años 2020 y 2022, marcado por la pandemia global y los cambios en los mercados energéticos internacionales. Los antecedentes teóricos y prácticos de este estudio se fundamentan en la aplicación de metodologías analíticas avanzadas para evaluar las interacciones entre variables económicas y su impacto en sectores específicos.

La metodología MICMAC, en particular, ha sido empleada ampliamente en estudios de prospectiva sectorial, permitiendo un análisis detallado de la influencia y dependencia entre variables clave. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el impacto de las tendencias socioeconómicas en el sector hidrocarburos de Barrancabermeja entre 2020 y 2022, identificando variables críticas que podrían actuar como agentes de cambio en el futuro. Se buscó comprender cómo la inversión en exploración y producción, así como la inversión privada en la región, interactúan y se ven influenciadas por factores externos como los precios internacionales del petróleo y las políticas energéticas globales.

La metodología empleada fue cuantitativa correlacional, utilizando información secundaria como estadísticas oficiales, informes sectoriales y estudios académicos relacionados

con la economía local y petróleo. Se implementaron herramientas específicas como la Matriz de Influencias Directas (MID), la Matriz de Influencias Indirectas (MII), y la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP) para profundizar en la comprensión de estas interacciones. El uso del software MORPHOL permitió realizar un análisis morfológico efectivo, resultando en la construcción de tres escenarios futuros basados en la probabilidad de su ocurrencia y viabilidad. Además, este estudio contribuye significativamente al avance del campo de la prospectiva energética, ofreciendo un modelo replicable y adaptativo para otros contextos regionales similares.

Este documento detalla el desarrollo de una investigación estructurada en capítulos consecutivos, cada uno abordando temas específicos que juntos forman un análisis comprehensivo del sector hidrocarburos en Barrancabermeja. El Capítulo 1 establece el planteamiento del problema dentro de un contexto global y local, delineando los objetivos y la justificación de la investigación. El Capítulo 2 ofrece una revisión documental exhaustiva que presenta el estado del arte y los marcos teóricos esenciales para el análisis de tendencias mediante el método MICMAC. En el Capítulo 3, se describen detalladamente las metodologías empleadas para el desarrollo del estudio, incluyendo el enfoque, alcance, definición de la población y muestra, además de los instrumentos y procedimientos utilizados para el análisis y la recolección de información. El Capítulo 4 expone los resultados, destacando los factores internos y externos de mayor influencia en el sector y las interacciones entre las variables clave, culminando en la construcción de tres escenarios futuros basados en las tendencias socioeconómicas identificadas y su impacto potencial. Finalmente, el Capítulo 5 sintetiza las conclusiones del estudio, el Capítulo 6 presenta recomendaciones estratégicas y se cierra con un compendio de referencias bibliográficas que fundamentan el trabajo realizado.

1 Planteamiento del problema

Existe una alta dependencia del sector hidrocarburos en el distrito especial de Barrancabermeja ya que sido un factor clave en la economía de la región, lo cual incide en sus características socioeconómicas y generan riesgos económicos derivados de la incertidumbre y volatilidad intrínsecas a este sector. Cualquier fluctuación en este ámbito podría tener un impacto significativo en la economía local y regional. Además, el crecimiento en la producción de energías renovables, la reducción de sus costos y la creciente demanda de estas energías podrían ejercer influencia en las decisiones de inversión dentro del sector hidrocarburos en la región.

1.1 Descripción del problema

1.1.1 Contexto global

El sector de hidrocarburos ha sido y continúa siendo uno de los más importantes en la economía mundial. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), se espera que la demanda mundial de energía aumente en un 25% para el año 2040, y que los hidrocarburos continúen siendo la fuente de energía primaria a nivel mundial (IEA, 2018). Por lo que se puede inferir que el sector hidrocarburos tiene una gran influencia en la economía global, generando empleos y riqueza en muchos países, pero también ha sido objeto de críticas debido a su impacto ambiental y social. Según el informe "Perspectivas mundiales del petróleo y el gas 2019" de la Agencia Internacional de Energía, se espera que la demanda de petróleo y gas continúe creciendo en el corto plazo, pero también se espera una transición hacia fuentes de energía más limpias en el largo plazo (IEA, 2019).

Por otro lado, el sector hidrocarburos a nivel global ha experimentado cambios significativos en los últimos 10 años debido a la creciente preocupación por la sostenibilidad y el cambio climático. Según EIA (2021), en su Informe anual, la demanda de petróleo y gas natural se está estabilizando debido a la transición hacia energías renovables y la eficiencia energética. Además, se espera que la inversión en el sector hidrocarburos disminuya debido a la incertidumbre económica y la creciente presión regulatoria.

1.1.2 Contexto local

En Colombia, el sector de hidrocarburos ha sido históricamente uno de los principales motores de la economía nacional, representando en promedio el 7% del PIB en la última década (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Sin embargo, a pesar de su importancia económica, el sector de hidrocarburos también ha sido objeto de críticas por su impacto ambiental y social, especialmente en las comunidades locales cercanas a los yacimientos y centros de producción (González & Bernal, 2018).

Adicionalmente, el sector de hidrocarburos ha tenido un impacto significativo en la economía y la sociedad del distrito especial de Barrancabermeja, ya que según la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos), en el año 2022 el crudo producido a nivel local representó el 74,10% de lo que genera el departamento de Santander. Sin embargo, existe una falta de comprensión en cuanto a las tendencias socioeconómicas de este sector y cómo afectan al desarrollo de la ciudad (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2022). Por ejemplo, según un estudio realizado por la CCB (2018), se encontró que el sector hidrocarburos es el principal generador de empleo en la ciudad y que su contribución a la economía local es significativa; no

obstante, también se evidenció que existe una alta dependencia de este sector en la economía local, lo cual puede generar riesgos económicos en caso de una eventual disminución en la producción de petróleo. Asimismo, el estudio realizado por Sierra & Vera (2020) en el distrito especial de Barrancabermeja, concluyó que existe una relación directa entre el sector hidrocarburos y otros sectores económicos, como el comercio y los servicios, lo que sugiere que cualquier impacto en el sector hidrocarburos tendría implicaciones en el resto de la economía local.

Estas evidencias indican la necesidad de un análisis más detallado sobre las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en la ciudad de Barrancabermeja y su relación con otros sectores económicos.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto de las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en el desarrollo del distrito especial de Barrancabermeja?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar el impacto de las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Determinar los factores internos y externos que ejercen una influencia predominante en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.
- Establecer las interacciones entre los factores clave identificados en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.
- Proponer tres escenarios futuros probables basados en la interacción de las tendencias socioeconómicas y los factores influyentes.

1.4 *Justificación de la investigación*

El sector hidrocarburos ha sido, tradicionalmente, un pilar fundamental en la economía de muchas regiones, y el Distrito Especial de Barrancabermeja no es la excepción. Esta industria no sólo ha influido directamente en la generación de empleo y en los ingresos de la región, sino que también ha tenido un impacto significativo en las dinámicas socioeconómicas y en el desarrollo del Distrito. En el contexto mundial reciente, la industria de hidrocarburos ha enfrentado diversos desafíos, desde fluctuaciones en los precios internacionales hasta presiones por la transición hacia energías más limpias. El periodo 2020-2022 es de especial relevancia debido a varios eventos globales y regionales que podrían haber influenciado considerablemente las dinámicas del sector. La pandemia de la COVID-19, por ejemplo, ha llevado a cambios significativos en la demanda global de energía, alterando la dinámica tradicional del mercado de hidrocarburos. Por otro lado, el creciente impulso hacia la transición energética y la búsqueda de fuentes alternas y sostenibles de energía han reconfigurado el panorama de este sector.

Dentro de este contexto, el análisis de las tendencias socioeconómicas de los años 2020-2022 en Barrancabermeja, es crucial para comprender cómo estos y otros eventos han impactado localmente y cuál podría ser el camino por seguir. Utilizar la metodología MICMAC permite no sólo analizar los factores en sí mismos, sino también entender sus interrelaciones y dependencias, identificando cuáles son clave y cuáles podrían ser factores de cambio en el futuro.

El conocimiento derivado de este estudio será esencial para formuladores de políticas, inversionistas, y la comunidad en general. Ofrecerá una visión clara sobre qué variables han sido más determinantes en las dinámicas recientes, cuáles son las áreas de oportunidad, y cómo se puede preparar la región para los desafíos futuros del sector hidrocarburos. Además, este análisis puede ser una herramienta vital para diseñar estrategias de adaptación, diversificación y sostenibilidad para Barrancabermeja, asegurando un desarrollo socioeconómico equilibrado.

2 Revisión documental

2.1 Estado del arte

Para el desarrollo de este proyecto se analizaron diferentes investigaciones basadas en prospectiva del sector hidrocarburos mediante la aplicación del método MICMAC, el cual se ha utilizado en diversos estudios para analizar la estructura y dinámica de distintos sectores económicos, incluyendo el sector hidrocarburos. En particular, se destaca el estudio de (Acosta et al., 2016), quienes analizaron la relación entre el sector hidrocarburos y el crecimiento económico en Colombia, encontrando una correlación positiva, pero también señalando la necesidad de mejorar la distribución de la renta generada por el sector. Por otro lado, (Aya Parra et al, 2018) analizaron los impactos socioeconómicos y ambientales del sector en la región del Magdalena Medio, donde se encuentra el distrito especial de Barrancabermeja, identificando problemas como la contaminación y el desplazamiento de comunidades locales.

Según el estudio titulado “Análisis de la cadena de valor del petróleo y gas en México” de la (Comisión Nacional de Hidrocarburos, 2018), el análisis estructural con el método MICMAC se ha utilizado para evaluar el impacto de la exploración y producción de hidrocarburos en la economía mexicana. El estudio reveló que el sector hidrocarburos tiene una importante influencia en otros sectores económicos, como el transporte, la construcción y la manufactura.

Por otro lado, en un estudio realizado por Ahmadi, Abedi, & Khalili (2019), titulado "A structural analysis of the oil and gas sector in Iran using MICMAC and SWOT analysis", se aplicó el método MICMAC junto con el análisis SWOT para evaluar la competitividad del sector

hidrocarburos en Irán. Los resultados mostraron que el sector tiene una alta dependencia de factores externos, como las regulaciones gubernamentales y los precios del petróleo.

En el estudio "Structural analysis of oil and gas sector in Brazil using the MICMAC approach" de da Costa et al (2019) se aplicó el método MICMAC para evaluar el impacto de la industria de hidrocarburos en la economía brasileña. Los resultados indicaron que el sector tiene una alta influencia en otros sectores, como la construcción, la industria química y la manufactura.

Además, en un estudio más reciente: "Analysis of the energy sector in Argentina with a focus on the oil and gas industry: a structural analysis approach" de Fernández et al (2021), se aplicó el método MICMAC para evaluar el impacto de la industria de hidrocarburos en la economía argentina. Los resultados indicaron que el sector hidrocarburos tiene una alta dependencia de otros sectores económicos, como la maquinaria y el equipo, lo que podría generar efectos de encadenamiento en la economía.

En estudios en Colombia como "Análisis estructural de la industria petrolera colombiana mediante el método MICMAC" de Sierra & Vera (2020), se aplicó el método MICMAC para evaluar la estructura del sector de hidrocarburos en Colombia y su relación con otros sectores económicos. Los resultados indicaron que el sector tiene una alta influencia en otros sectores como la energía, la minería y la agricultura.

Asimismo, el estudio "Análisis de la estructura del sector hidrocarburos colombiano mediante la metodología MICMAC" de (Moreno, López, & Martínez (2018), utilizó el método MICMAC para evaluar la estructura del sector de hidrocarburos en Colombia y su impacto en la

economía. Los resultados mostraron que el sector tiene una alta interdependencia con otros sectores económicos, como la construcción, la manufactura y el transporte.

En el estudio "Estructura del sector de hidrocarburos en Colombia y su relación con la economía nacional mediante el método MICMAC" de Vega et al (2021), se utilizó el método MICMAC para analizar la estructura del sector de hidrocarburos en Colombia y su impacto en la economía. Los resultados mostraron que el sector tiene una alta dependencia de otros sectores como la industria manufacturera, el transporte y la construcción.

En estudios a nivel local tales como: "Estructura del sector hidrocarburos en Barrancabermeja y su relación con la economía local mediante el método MICMAC" de (Vargas et al (2019) se utilizó el método MICMAC para evaluar la estructura del sector de hidrocarburos en Barrancabermeja y su impacto en la economía local. Los resultados mostraron que el sector tiene una alta dependencia de otros sectores económicos, como la construcción, el transporte y la manufactura.

Igualmente, el estudio titulado "Análisis de la estructura del sector hidrocarburos en Barrancabermeja mediante el método MICMAC" de Rojas, Gómez, & González (2020), aplicó el método MICMAC para analizar la estructura del sector de hidrocarburos en Barrancabermeja y su impacto en la economía local. Los resultados indicaron que el sector tiene una alta interdependencia con otros sectores como la agricultura, la pesca y la minería.

Por último, en "Dinámica del sector de hidrocarburos en Barrancabermeja mediante el método MICMAC" de Pérez, Ramos, & Vega (2021), se utilizó el método MICMAC para evaluar la dinámica del sector de hidrocarburos en Barrancabermeja. Los resultados mostraron que el sector tiene una alta influencia en otros sectores económicos locales como el comercio y

los servicios, pero también enfrenta desafíos como la volatilidad de los precios del petróleo y la competencia internacional.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Metodología MICMAC

El análisis estructural y las matrices de impacto cruzado (MICMAC) representan una metodología avanzada que sistematiza la relación entre las variables clave de un sistema y las de su entorno. Este método se enfoca en evaluar detalladamente la influencia y dependencia mutua entre dichas variables. El objetivo principal es identificar aquellas variables que ejercen un mayor grado de influencia dentro del sistema, ya que son consideradas críticas para su desarrollo y evolución. Específicamente en el contexto del sector hidrocarburos, este análisis permite determinar las variables esenciales que podrían dictar la trayectoria futura del sector, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones estratégicas y la planificación prospectiva (Godet y Durance, 2011).

Es considerada antigua, pero todavía es utilizada en muchos casos debido a su efectividad en el análisis de sistemas. Por otro lado, se utiliza para establecer la correlación de fuerzas entre diferentes actores de un sistema y examinar sus afinidades y divergencias con respecto a un determinado propósito. Esta metodología se basa en tres elementos clave: actores, objetivos y correlación de fuerzas. La metodología MACTOR (Método, Actores, Objetivos, Resultados de Fuerza) como también se conoce, es útil en el análisis de sistemas complejos que involucran múltiples actores y objetivos (Godet y Durance, 2011).

En esta metodología, es fundamental que las variables sean validadas por un grupo de expertos. Este proceso no sólo implica enumerar las variables, sino también profundizar en la descripción y el significado de cada una de ellas. Además, es crucial que este grupo de expertos llegue a un consenso sobre cuáles variables deben ser eliminadas. Este acuerdo colaborativo ayuda a asegurar que la selección final de variables sea relevante y adecuada para el análisis propuesto, eliminando aquellas que no aporten valor significativo al estudio (Godet M. , 2000).

La tipología de las variables según Godet M (2000) se detalla a continuación para facilitar su comprensión y aplicación:

Variables Autónomas: Ubicadas cerca del origen en el plano de análisis. Estas variables son poco influyentes y dependientes, y tienden a seguir la inercia del sistema. No son determinantes para el futuro del sistema y su impacto en los cambios sistémicos es mínimo.

Variables Clave: Posicionadas en la zona superior derecha del plano. Estas variables son tanto motrices como altamente dependientes, lo que las hace perturbar el funcionamiento normal del sistema. Dada su naturaleza inestable, representan un desafío significativo dentro del análisis.

Variables Determinantes: Localizadas en la parte superior izquierda. Son variables con alta capacidad de influencia (motrices) y baja dependencia. Su evolución puede actuar como un freno o un motor para el sistema, dependiendo de su dinámica y las interacciones con otras variables.

Variables de Entorno: Visualizadas en la parte izquierda del plano, estas variables tienen escasa dependencia, lo que indica una menor conexión directa con el núcleo del sistema, pero una influencia contextual importante.

VARIABLES REGULADORAS: Situadas en la zona central del plano, funcionan como conexiones cruciales entre otras variables. Facilitan la interacción y el cumplimiento de los objetivos de las variables clave, asegurando que el sistema funcione de manera coherente con los objetivos establecidos.

PALANCAS SECUNDARIAS: Complementan a las variables reguladoras y cualquier modificación en estas puede provocar cambios significativos en las reguladoras, afectando a su vez la dinámica general del sistema.

VARIABLES OBJETIVO: Centradas en el plano, son altamente dependientes y moderadamente motrices. Estas variables son susceptibles a la influencia, lo que permite dirigir la evolución del sistema hacia los resultados deseados. Actuar sobre estas variables puede facilitar la consecución de los objetivos de las variables clave.

VARIABLES RESULTADO: Caracterizadas por baja motricidad y alta dependencia, estas variables suelen estar asociadas con las variables objetivo. No se pueden modificar directamente, sino que deben ser abordadas a través de su interacción con otras variables del sistema.

Por otro lado, el análisis morfológico es una técnica avanzada diseñada para explorar sistemáticamente todas las posibles trayectorias futuras de un sistema, basándose en el estudio exhaustivo de todas las combinaciones posibles que emergen de su desagregación. Según Godet y Durance (2011), esta metodología permite un abordaje integral y profundo de los posibles escenarios futuros.

Dentro de cualquier análisis prospectivo, cuatro elementos son esenciales para el estudio adecuado de un caso: las variables, el papel de los actores, los escenarios y las estrategias. En

esta investigación, se seleccionaron las metodologías MICMAC, MACTOR y MORPHOL, todas desarrolladas por Michel Godet y perfeccionadas por el laboratorio LIPSOR. Estas herramientas son cruciales para evaluar cómo las tendencias socioeconómicas afectan al sector hidrocarburos, especialmente en el desarrollo del distrito especial de Barrancabermeja.

2.2.2 Tendencias socioeconómicas

El Foro Económico Mundial es una organización internacional que reúne a líderes empresariales, políticos y sociales de todo el mundo para discutir los temas económicos y sociales más importantes del momento (Foro Económico Mundial, 2021). Este ha identificado una serie de megatendencias socioeconómicas que tendrán un impacto significativo en la economía mundial en los próximos 20 años como resultado de cambios en la tecnología, la demografía, la globalización y el medio ambiente, entre otros factores. A continuación, se presentan algunas de las megatendencia socioeconómicas.

Demografía: La población mundial está creciendo a un ritmo cada vez más lento, lo que está cambiando la dinámica económica global. A medida que la población envejece, la demanda de servicios y productos específicos aumenta, mientras que la demanda de otros disminuye (Foro Económico Mundial, 2020). Esto afectará a los sectores de la salud, la tecnología y el ocio, entre otros.

Crecimiento de la población: Según las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la población mundial alcanzará los 9.7 mil millones de personas en 2050, y se espera que siga creciendo hasta los 10.9 mil millones de personas en 2100 (ONU, 2019). Este

crecimiento poblacional plantea importantes desafíos en términos de recursos naturales, infraestructura y empleo.

Envejecimiento de la población: El envejecimiento de la población es una tendencia global que se observa en la mayoría de los países. Según la ONU, se espera que el número de personas mayores de 60 años se duplique para 2050 y alcance los 2.1 mil millones de personas (ONU, 2019). Esto representa un desafío en términos de seguridad social y atención médica.

Urbanización: Se espera que la mayoría de la población mundial viva en zonas urbanas en el futuro cercano. Según el Banco Mundial, en 2018, el 55% de la población mundial vivía en zonas urbanas y se espera que esta cifra aumente al 68% en 2050 (Banco Mundial, 2021). Esta tendencia plantea desafíos en términos de infraestructura, servicios públicos y medio ambiente.

Migración: La migración es una tendencia demográfica importante que afecta a muchos países. Según la ONU, en 2019, había 272 millones de migrantes internacionales en el mundo (ONU, 2020). La migración plantea desafíos en términos de integración social, empleo y seguridad.

Cambio climático: Según el informe del Foro Económico Mundial, el cambio climático podría tener un impacto económico de \$4.7 billones en los próximos 30 años (Foro Económico Mundial, 2020). Además, el aumento de la temperatura global también puede afectar la salud pública y la estabilidad social siendo una de las mayores amenazas que enfrenta el mundo en la actualidad. El aumento de la temperatura global y la intensificación de eventos climáticos extremos tendrán un impacto en la agricultura, la energía y la infraestructura, entre otros sectores.

Aumento de la temperatura global: Según la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA por sus siglas en inglés), la temperatura promedio global de la superficie de la Tierra ha aumentado aproximadamente 1.1 grados Celsius desde finales del siglo XIX (NASA, 2022). Se espera que este aumento de la temperatura continúe, lo que podría tener graves consecuencias para el medio ambiente, la salud y la economía.

Incremento de eventos climáticos extremos: El cambio climático ha llevado a un aumento en la frecuencia y la intensidad de eventos climáticos extremos como huracanes, inundaciones, sequías y olas de calor. Según el Banco Mundial, los desastres naturales relacionados con el clima causaron pérdidas económicas globales de más de \$200 mil millones en 2019 (Banco Mundial, 2021).

Emisiones de gases de efecto invernadero: Las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono, son la principal causa del cambio climático. Según la AIE, las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía aumentaron en un 1,5% en 2021, alcanzando un máximo histórico de 33,4 gigatoneladas (IEA, 2021). Esto destaca la necesidad urgente de tomar medidas para reducir las emisiones.

Adopción de energías renovables: La transición a fuentes de energía renovable es una de las estrategias más importantes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés), las energías renovables representaron el 72% de todas las nuevas capacidades de generación de energía agregadas en 2020 (IRENA, 2021). Aunque esto es un paso importante en la dirección correcta, se necesitan esfuerzos adicionales para alcanzar los objetivos climáticos a largo plazo.

Desarrollo sostenible: Es una de las principales megatendencias discutidas en el Foro Económico Mundial por ser un tema cada vez más importante para los líderes empresariales y políticos. En su informe sobre los riesgos globales para 2021 (Foro Económico Mundial, 2021), el Foro señaló que los riesgos ambientales, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, son algunos de los principales riesgos que enfrenta la economía global, y que la pandemia de COVID-19 ha exacerbado muchos de estos riesgos y ha puesto de relieve la necesidad de abordarlos de manera más efectiva.

En términos económicos, el desarrollo sostenible se ha convertido en un importante motor de crecimiento en muchos sectores. Según un informe de la Comisión Europea (2020), la economía verde en Europa creció un 4% entre 2014 y 2018, superando el crecimiento económico general del 1,5% en el mismo período; además, se espera que el sector de las energías renovables siga creciendo en los próximos años. De acuerdo con la IEA (2020), se espera que la energía renovable represente más de la mitad del crecimiento de la capacidad eléctrica mundial en la próxima década.

En cuanto a la inversión en desarrollo sostenible, también hay cifras importantes. Según un informe de la Global sustainable investment (2020), los activos de inversión sostenible en todo el mundo alcanzaron los 35,3 billones de dólares en 2020, lo que representa un aumento del 15% con respecto al año anterior; entre tanto, los activos de inversión sostenible representan ahora el 36% de los activos de inversión gestionados profesionalmente en Europa y el 33% en los Estados Unidos.

Globalización: Esta megatendencia sigue teniendo una fuerza importante que impulsa el crecimiento económico y la prosperidad en todo el mundo. Sin embargo, también existen

preocupaciones sobre sus impactos negativos en algunos sectores y comunidades, el comercio internacional, la inversión extranjera directa y los flujos migratorios son algunos de los indicadores que reflejan la magnitud de esta tendencia en la economía global.

Para el Fondo Económico Mundial, la globalización sigue siendo una fuerza importante que impulsa el crecimiento económico y la prosperidad en todo el mundo. Según sus datos, el comercio internacional ha crecido a un ritmo promedio del 3% anual en las últimas décadas, lo que ha permitido a muchas empresas acceder a nuevos mercados y aumentar sus ventas y beneficios, mientras que la globalización ha permitido la creación de cadenas de suministro globales más eficientes y ha reducido los costos de producción en muchos sectores (Foro Económico Mundial, 2021).

En términos económicos, la globalización ha tenido un impacto significativo en el comercio internacional y la Inversión Extranjera Directa (IED). Según datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2020), el valor del comercio mundial de bienes y servicios alcanzó los 22 billones de dólares en 2019, lo que representa un aumento del 33% con respecto a 2009, y el stock mundial de IED alcanzó los 43 billones de dólares en 2019, lo que representa un aumento del 70% con respecto a 2009.

Sin embargo, la globalización también ha tenido algunos efectos negativos en los últimos años. De acuerdo con el Banco Mundial (2020), la tasa de pobreza extrema en el mundo se ha reducido a la mitad desde 1990, pero aún hay más de 700 millones de personas que viven en la pobreza extrema. Además, algunos trabajadores y comunidades han sido afectados negativamente por la competencia internacional y la reubicación de la producción en países de bajos salarios.

La tecnología es una megatendencia clave discutida en el Foro Económico Mundial debido a su impacto en la economía, la sociedad y la forma en que vivimos y trabajamos. El informe destaca que estas tendencias están transformando muchos sectores y pueden tener implicaciones importantes para el empleo y la distribución de la riqueza (Foro Económico Mundial, 2021). A continuación, se presentan los aspectos centrales.

Crecimiento de la economía digital: Según el informe de economía digital del (Foro Económico Mundial, 2021), el valor de la economía digital global aumentó un 4,4% en 2020, alcanzando los 4,9 billones de dólares. Además, se espera que este valor se duplique para 2025, lo que indica la creciente importancia de la tecnología en la economía global.

Inteligencia artificial (IA): La IA es una de las tecnologías emergentes más importantes en la actualidad. Según el informe de McKinsey Global Institute (2021), se espera que el valor económico generado por la IA alcance los 13 billones de dólares en todo el mundo para 2030. Además, se espera que la IA tenga un impacto significativo en la productividad y el crecimiento económico.

Robótica: La robótica es otra tecnología que está transformando la economía global. Según el informe del (Foro Económico Mundial, 2020), se espera que el mercado global de robots alcance los 24,9 billones de dólares para 2025, lo que indica la creciente demanda de robots en una variedad de industrias.

Conectividad digital: La conectividad digital es esencial para el desarrollo de la economía digital. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT, 2021), el número de usuarios de internet en todo el mundo alcanzó los 4.900 millones en 2021, lo que representa el 63,2% de

la población mundial. Además, el número de usuarios de teléfonos móviles alcanzó los 5.900 millones, lo que indica la creciente importancia de la conectividad móvil en la economía global.

Automatización y empleo: La automatización y la inteligencia artificial están transformando la forma en que trabajamos, lo que puede tener implicaciones importantes para el empleo. Según un informe del Foro Económico Mundial, se espera que la automatización elimine 85 millones de empleos en todo el mundo para 2025, pero también se crearán 97 millones de nuevos empleos en sectores emergentes (Foro Económico Mundial, 2020).

Inversión en tecnologías limpias: Las tecnologías limpias, como la energía renovable y la tecnología de almacenamiento de energía, son una parte importante de los esfuerzos para mitigar el cambio climático. Según el informe de la AIE, la inversión en tecnologías limpias alcanzó los 530 mil millones de dólares en 2021, un aumento del 37% respecto al año anterior (IEA, 2021).

Uso de la tecnología en la educación: La pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción de la tecnología en la educación en todo el mundo. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés), la pandemia ha afectado a más de 1.500 millones de estudiantes en todo el mundo, lo que ha llevado a una mayor adopción de la tecnología en la educación (UNESCO., 2021).

Por otro lado, y con respecto a las tendencias en Colombia, el informe "Índice Global de Innovación 2021" (GII) elaborado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), ubicó a Colombia en el puesto 63 de 132 países evaluados, lo que representa una mejora de dos posiciones respecto a la edición anterior (OMPI, 2021). Este informe, además, presenta

varias tendencias socioeconómicas en Colombia en materia de innovación, como las que se indican a continuación.

Gasto en investigación y desarrollo (I+D): Según el GII 2021, el gasto en I+D en Colombia fue del 0,28% del PIB en 2020, una cifra ligeramente inferior a la media de América Latina y el Caribe (0,37%). El informe también destaca que la inversión en I+D en Colombia se concentra en el sector privado, lo que sugiere una necesidad de aumentar la inversión pública en este ámbito.

Capital humano e investigación: En el GII 2021, Colombia obtuvo una puntuación baja en el indicador de capital humano e investigación, que mide la calidad de las instituciones educativas y científicas, así como la formación de capital humano especializado en ciencia y tecnología. Se identificó que Colombia necesita mejorar su sistema educativo y aumentar la participación de las mujeres en carreras STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Conectividad y tecnología de la información: En el GII 2021, Colombia obtuvo una puntuación media en el indicador de conectividad y tecnología de la información, que mide la disponibilidad y calidad de las infraestructuras de tecnología de la información y comunicaciones. A pesar de que Colombia ha mejorado significativamente en este ámbito, el informe destaca la necesidad de seguir invirtiendo en infraestructuras y aumentar la inclusión digital en todo el país.

3 Metodología

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

Esta investigación tuvo enfoque cuantitativo correlacional con diseño de tipo no experimental, siguiendo los siguientes basados en Hernández, Fernández, & Baptista (2016).

- El primer paso consistió en identificar claramente el problema de investigación y los objetivos a alcanzar.
- El siguiente paso fue seleccionar las variables relevantes para el análisis. Se utilizaron fuentes secundarias de información, como estadísticas gubernamentales, informes de la industria y estudios previos. Las variables relevantes para el análisis fueron: producción de petróleo, inversión en exploración y producción, precios internacionales del petróleo, contribución fiscal del sector, exportaciones de petróleo, empresas nuevas constituidas, empresas canceladas, desempleo, inversión privada en la ciudad y empresas consolidadas.
- Construcción de bitácora de recolección de información para la caracterización de las variables seleccionadas, y posteriormente, para realizar las tendencias de cada una de estas.
- Construcción de la matriz MICMAC: La metodología MICMAC implicó la construcción de una matriz de influencia y dependencia que permitió analizar la interrelación entre las variables seleccionadas para determinar los niveles de influencia y dependencia de cada variable, y posteriormente proceder a la construcción la de matriz de impactos cruzados.

- El desarrollo de esta fase consistió en configurar la matriz estructural, seleccionando variables determinadas durante la fase de caracterización. Se empleó el método MICMAC para llevar a cabo análisis estructural, basándose en un conjunto de variables y examinando las interacciones directas entre ellas. Este sistema permite identificar las variables clave del fenómeno analizado, que se hacen evidentes mediante gráficos. Posteriormente, se efectuó la evaluación de los datos a través de tres talleres grupales. El grupo encargado de esta evaluación estuvo integrado por los autores de esta investigación, quienes ocupan distintos roles profesionales como contratistas, supervisores en mantenimientos de planta en el sector petrolero y un docente investigador.
- Las variables por sí solas no tienen significado inherente; adquieren importancia al establecerse su conexión con otras. Con este fin, se realizó una valoración colaborativa en la que los expertos encargados asignaron valores a través del debate y la consulta colectiva. Esta valoración se plasmó en la matriz de influencia/dependencia directa y el potencial directo e indirecto, utilizando el software MICMAC. Las variables se calificaron formulando la pregunta: ¿Hay una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? La respuesta se basó en criterios establecidos: ausencia de influencia se marcó con cero (0), mientras que la presencia de influencia directa se clasificó como débil (1), media (2), fuerte (3) o potencial (P). Las 90 interrogantes planteadas entre los distintos factores propiciaron una reflexión diversa sobre la situación actual del sector de hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja. Este proceso facilitó la

creación y acuerdo sobre una perspectiva más definida y precisa de los requerimientos para su desarrollo y evolución.

- Análisis de la matriz MICMAC: Una vez construida la matriz, se analizó la interrelación entre las variables para identificar influencias y dependencias. Este análisis incluyó la identificación de variables clave mediante un Plano Cartesiano y la evaluación de los cuadrantes de influencia y dependencia potencial indirecto. Además, se seleccionaron las variables más influyentes a partir de la Matriz de Influencias Directas (MID), la Matriz de Influencia Indirecta (MII) y la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP). A su vez se formularon cuatro hipótesis generadas para cada una, basadas en el ámbito al que pertenecen para ser estudiados en el software MORPHOL que simula todos los escenarios posibles bajo probabilidad.
- Interpretación de resultados y conclusiones: Finalmente, se interpretaron los resultados obtenidos y elaboraron conclusiones sobre las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en el distrito especial de Barrancabermeja durante los años 2020-2022.

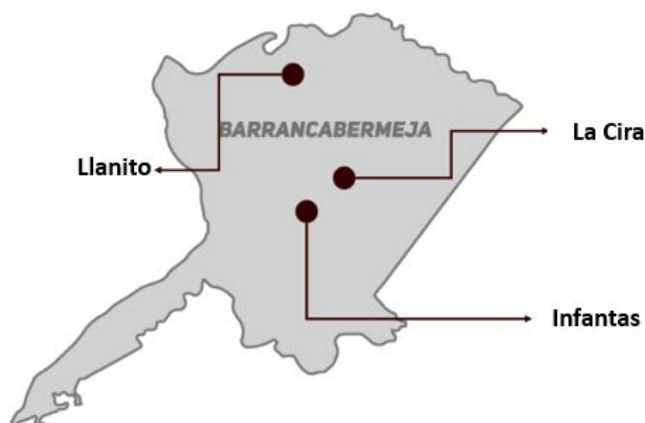
3.2 Población y muestra

Para el análisis de las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en el distrito de Barrancabermeja entre 2020-2022 utilizando la metodología MICMAC, no fue necesario seleccionar una muestra. Esto se debe a varias razones:

El objetivo del estudio fue analizar tendencias a nivel del sector hidrocarburos en su conjunto, y no de un grupo poblacional específico. Por lo tanto, no se requirió seleccionar una muestra representativa. Además, la metodología MICMAC se basa en el análisis de variables o factores que afectan a un sistema complejo como el sector de hidrocarburos, lo que no involucra la recolección de datos a nivel individual. Así mismo, las variables relevantes pueden ser analizadas adecuadamente a través de datos secundarios disponibles en bases de datos oficiales y públicas.

Dada la naturaleza técnica y especializada del sector hidrocarburos, las bases de datos sectoriales son la fuente de información más confiable y válida, como la de la ANH, puesto que esta entidad es la encargada de suministrar la información con cifras respecto a la actividad petrolera en el país, en la cual las empresas reportan la productividad de los pozos petroleros de los todos los contratos adjudicados. En el caso del Distrito Especial de Barrancabermeja hay tres activos: Llanito, la Lira e Infantas.

Figura 1. Pozos de producción petrolera en Barrancabermeja



Nota: Adaptado (CCB, 2022).

3.3 Instrumento

La investigación se llevó a cabo mediante un análisis de datos secundarios, empleando una combinación de fuentes de información como informes gubernamentales, informes financieros de las empresas del sector, estadísticas y bases de datos de instituciones especializadas en la materia. A continuación, se presenta el diseño de instrumento para el levantamiento de información:

- Identificación de la fuente de información: Se identificó la fuente de información secundaria utilizada en el análisis: informes gubernamentales, informes financieros, informes ejecutivos de cámara de comercio, estadísticas o bases de datos.
- Selección de variables a medir: Una vez seleccionada la fuente de información, se identificaron las variables socioeconómicas a medir: producción de petróleo, inversión en exploración y producción, precios internacionales del petróleo, contribución fiscal del sector, exportaciones de petróleo, empresas nuevas constituidas, empresas canceladas, desempleo, inversión privada en la ciudad y empresas consolidadas.
- Selección del periodo de análisis: Se determinó el periodo a analizar, en este caso, se propuso analizar las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en el distrito de Barrancabermeja para en el lapso entre 2020 y 2022, ya que es particularmente significativo debido a diversos acontecimientos tanto a nivel mundial como regional, que podrían haber afectado de manera importante las tendencias del sector.

- **Recolección de datos:** Se recopilaron los datos correspondientes a las variables seleccionadas de la fuente de información secundaria identificada.
- **Análisis de datos:** Una vez recopilados los datos, se utilizaron diferentes técnicas de análisis de datos para realizar el análisis de tendencias, como análisis de series de tiempo, índices de crecimientos, porcentajes de variabilidades, cruce de base de datos y triangulación segmentada de información. Es importante mencionar que el uso de datos secundarios es una fuente confiable de información, ya que ha sido recopilada por instituciones especializadas y tiene un alto grado de validez y confiabilidad.

3.4 Descripción de procedimientos

El proceso de aplicación del instrumento de recolección de información y el análisis de datos secundarios en la investigación, involucró múltiples etapas que incluyeron la recopilación de datos secundarios, la identificación de variables clave, la recolección de datos secundarios, el análisis y la presentación de resultados. Se implementó un cronograma detallado para llevar a cabo estas actividades de manera eficiente (tabla 1).

Tabla 1. *Cronograma de actividades*

ACTIVIDAD (SEMANAL)	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
a. Identificación de fuentes de datos																
Identificar diversas fuentes																
Priorización las fuentes oficiales																

ACTIVIDAD (SEMANAL)	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
b. Construcción de bitácora de información:																
caracterización de las variables seleccionadas																
Construcción de matriz recolección de datos																
c. Recopilación de datos:																
d. Validación de datos																
Verificación de calidad y consistencia de datos																
Redacción de párrafos para cada una de las variables encontradas.																

Nota: Elaboración propia

3.5 Análisis de información

El proceso de recolección de datos planteado en el cronograma de actividades a 4 meses el análisis de la información se llevó a cabo de la siguiente forma:

Identificación de fuentes de datos: Se identificaron y se accedió a diversas fuentes de datos secundarios, como informes gubernamentales, informes de empresas petroleras, estadísticas oficiales, estudios previos y documentos académicos, priorizando las fuentes oficiales como: ANH, Ecopetrol, Cámara Colombiana de Bienes y Servicios de Petróleo, Gas y Energía (Campetrol), Cámara de Comercio de Barrancabermeja y Departamento Nacional de Estadística (DANE).

Construcción de bitácora de información: Consistió en la recolección de información para la caracterización de las variables seleccionadas para una indagación con cifras exactas, que

posteriormente permitiera proyectar las tendencias de cada una de estas en el período de estudio y asignar una codificación para modularlas en el software de LIPSOR-EPITA-MICMAC.

Asimismo, se construyó una matriz de recolección de datos que permitió obtener información relevante sobre las tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en Barrancabermeja en el período 2020-2022, identificando el indicador, la fuente, el tipo de dato, periodo, factor y una descripción. La pertinencia de utilizar una matriz de recolección de datos radica en su eficacia para organizar y sistematizar la información obtenida de diferentes fuentes, y en su facilidad para realizar comparaciones y análisis estadísticos. Además, al utilizar fuentes oficiales y confiables, se garantiza la calidad y validez de los datos recolectados.

Tabla 2. *Bitácora de caracterización*

Variable	Fuente	Tipo de dato	Período	Factor	Descripción
Producción de petróleo	Agencia Nacional de Hidrocarburos	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Volumen de producción de petróleo en Barrancabermeja
Inversión en exploración y producción	Ecopetrol	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Monto total de inversión en exploración y producción de petróleo en Barrancabermeja
Precios internacionales del petróleo	Campetrol	Cuantitativo	2020-2022	Externo	Precio del barril de petróleo Brent USD/BL
Contribución fiscal del sector	Agencia Nacional de Hidrocarburos	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Monto total de impuestos y regalías pagados por las empresas del sector

Análisis de tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en Barrancabermeja con metodología MICMAC

Variable	Fuente	Tipo de dato	Período	Factor	Descripción
					hidrocarburos en Barrancabermeja
Exportaciones de petróleo	Ecopetrol	Cuantitativo	2020-2022	Externo	Valor de las exportaciones de petróleo
Empresas nuevas constituidas	Cámara de Comercio de Barrancabermeja	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Número de empresas nuevas constituidas en la ciudad
Empresas canceladas	Cámara de Comercio de Barrancabermeja	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Número de empresas canceladas
Desempleo	DANE	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Tasa de desempleo
Inversión privada en la ciudad	Cámara de Comercio de Barrancabermeja	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Inversión privada en Barrancabermeja
Empresas consolidadas	Cámara de Comercio de Barrancabermeja	Cuantitativo	2020-2022	Interno	Número de empresas consolidadas en la ciudad

Nota: Elaboración propia

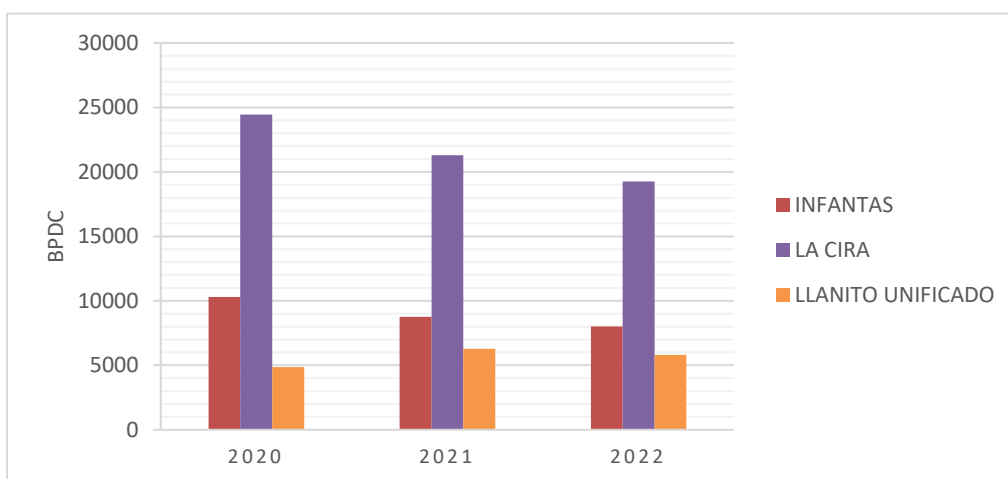
- **Recopilación de datos:** Se realizó una exhaustiva recopilación de datos socioeconómicos y del sector hidrocarburos para el período 2020-2022, de las fuentes anteriormente mencionadas. Esto incluyó datos sobre producción de petróleo, inversión en exploración y producción, precios internacionales del petróleo, contribución fiscal del sector, exportaciones de petróleo, empresas nuevas constituidas, empresas canceladas, desempleo, inversión privada en la ciudad y empresas consolidadas.

- Validación de datos: Se verificó la calidad y la consistencia de los datos recopilados para asegurar su confiabilidad mediante la triangulación de datos.

3.6 Recolección de información (Caracterización)

El Distrito Especial de Barrancabermeja es el mayor generador de petróleo en Santander, y a nivel de municipios, es el cuarto mayor productor, según la ANH en el Sistema Oficial de Liquidación y Administración de Regalías – SOLAR. Este municipio registra un descenso anual promedio en producción de petróleo del 9% frente a lo reportado en los años 2020, 2021 y 2022; esta tendencia fue impulsada por la disminución del 11,2% en el campo La Cira y el 11,7% en el campo Infantas (ANH, 2022). Finalmente, la reducción de las operaciones de la industria petrolera puede conllevar a una complejidad en el crecimiento del valor agregado en la región, que según cámara de comercio de Barrancabermeja (CCB, 2021), dicha industria apalanca el 47% del PIB regional.

Figura 2. Producción de petróleo en Barrancabermeja (BPCD)



Nota: Elaboración propia a partir de bases de datos de la ANH (2022).

La ANH reporta que el Distrito Especial de Barrancabermeja tuvo ingresos por regalías de \$208.137 millones de pesos en 2020; sin embargo, en 2021, esta cifra se elevó a \$347.844 millones, lo que representa un aumento del 66,12%, y para el año 2022, ascendió a \$497.978 millones, con un incremento del 43,12% (ANH, 2022).

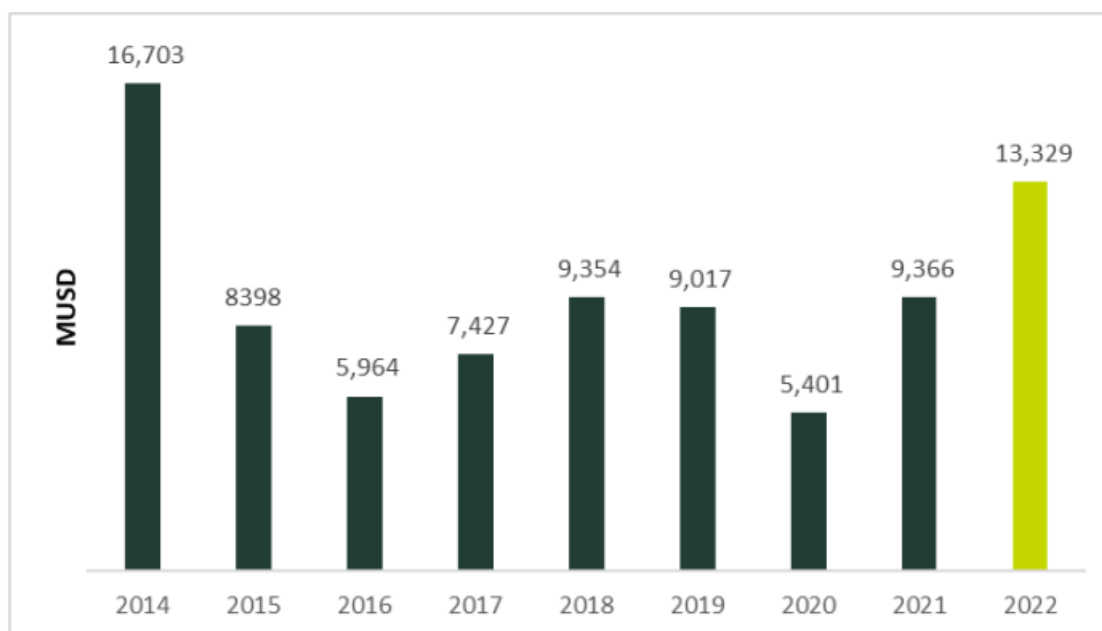
Durante 2022, la refinería de Barrancabermeja destinó inversiones por un total de 210 millones de dólares (MUSD), evidenciándose un incremento promedio del 8,5% en los últimos tres años. Estos fondos se distribuyeron en proyectos de confiabilidad, requerimientos de cumplimiento legal y normativo, HSE (Salud, Seguridad y Medio Ambiente), iniciativas de SostECnibilidad® y calidad de combustibles (ECOPETROL, 2022).

El precio del Brent mostró una fuerte caída en 2020 y luego una recuperación sostenida en 2021 y 2022, debido a los factores de oferta y demanda relacionados con la pandemia, la geopolítica y la creciente actividad económica mundial, lo cual generó incertidumbre y volatilidad en los mercados energéticos globales. El precio promedio del Brent en 2020 fue de \$41,84 por barril, el nivel más bajo desde 2016, debido principalmente a la fuerte caída de la demanda mundial por la pandemia de COVID-19, que redujo drásticamente la actividad económica y el transporte. La Organización de Países Exportadores de Petróleo OPEP+ acordó recortes de producción para intentar estabilizar el mercado, pero no evitaron la caída de precios, luego se recuperaron a niveles previos a la pandemia, con un promedio anual de \$70,95 por barril. Los principales factores fueron la recuperación económica, aumento de la movilidad y los recortes de producción de la OPEP+. La demanda se recuperó más rápido que la oferta, limitada por los países productores, y en el 2022 el precio del Brent alcanzó su máximo en los últimos tres años, con un promedio anual de \$101,12 por barril; en esto influyó la invasión de Rusia a

Ucrania y las sanciones internacionales, que interrumpieron el suministro mundial de petróleo y gas (CAMPETROL, 2022).

Durante los últimos tres años, Ecopetrol, la principal compañía petrolera de Colombia, ha demostrado una notable capacidad para adaptarse y superar los desafíos del mercado global de hidrocarburos, alcanzando un crecimiento del 47% en las exportaciones de petróleo entre los años 2021 y 2022, llegando a estar en 13.329 (MUSD) millones de dólares (ECOPETROL, 2022). Esta adaptabilidad se ha reflejado en un incremento sostenido de sus exportaciones, evidenciando una tendencia positiva, lo que no sólo refuerza la posición de Ecopetrol en el ámbito internacional, sino que también destaca su compromiso con la innovación, la eficiencia y la capacidad para anticiparse a las demandas cambiantes del sector energético global. La empresa, con su visión estratégica, está posicionándose como un jugador clave en la economía colombiana y en el mercado petrolero mundial.

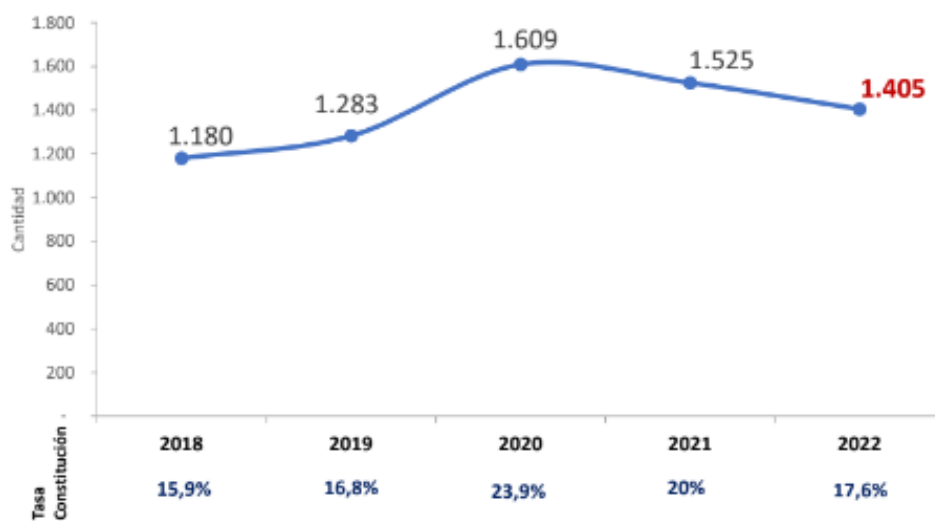
Figura 3. *Exportaciones de petróleo en Colombia*



Nota: Adaptado de Ecopetrol (2022)

En cuanto a las empresas constituida en la ciudad, es crucial prestar atención a las nuevas entidades empresariales establecidas en la región. En ese contexto, durante 2022, se registró una disminución del 7,9%, lo que se traduce en un total de 1.405 empresas inscritas para ese año (fig. 4). Este índice de formación de empresas está intrínsecamente ligado a la creación de empleo en la localidad, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias que promuevan la fundación o instauración de nuevas empresas en el área (CCB, 2022).

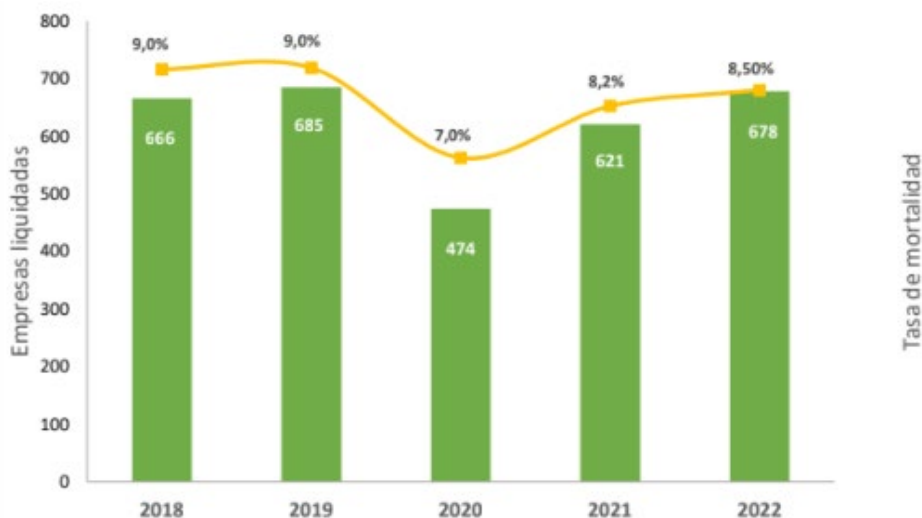
Figura 4. Nuevas empresas inscritas en Barrancabermeja



Nota: Adaptado de (CCB, 2022)

Para el año 2022, se observó un incremento del 9,2% en las empresas canceladas, ascendiendo de 621 registros cancelados a 678 en ese período (fig. 5). En esta situación, el crecimiento es desfavorable ya que este indicador idealmente debería mostrar una tendencia decreciente (CCB, 2022).

Figura 5. Empresas canceladas en Barrancabermeja



Nota: adaptado de (CCB, 2022)

El distrito finalizó el año 2022 con un total de 7.976 empresas, reflejando un aumento del 4,7% en comparación con el año previo. Aunque el sector comercial lidera el número de empresas, alcanzando 3.258 entidades, es destacable que el tipo de empresa predominante en el entramado empresarial de Barrancabermeja son las microempresas, representando el 93% del total de empresas activas en la ciudad (CCB, 2022).

En cuanto al desempleo, la tasa registrada en el 2022 fue del 18,5%. Al compararla con la cifra de 2021, se observa una reducción de 3,4 puntos porcentuales. Además, el número de desempleados disminuyó terminando el año, con 14.686 personas en busca de trabajo en Barrancabermeja. (DANE, 2022)

La reactivación económica y la inversión privada en la ciudad experimentó un incremento superior al 100% entre 2021 y 2022. Es preciso señalar que, en 2021, la inversión alcanzó los 26.511 millones de pesos, y para 2022, esta cifra ascendió a 71.220 millones de pesos

(fig. 6). Estos datos ilustran claramente que los indicios de un rebote económico son palpables en las acciones de las empresas, que buscan optimizar sus procesos productivos (CCB, 2022).

Figura 6. *Inversión privada en Barrancabermeja*



Nota: Adaptado de (CCB, 2022)

4 Resultados

4.1 Determinar los factores internos y externos que ejercen una influencia predominante en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja

Se realizó el cruce de variables en la matriz de 10X10. El resultado de la valoración de las variables en la matriz de influencia/dependencia directa y el potencial directo e indirecto se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Calificación Matriz MICMAC

	1: PP	2: IEIP	3: PIP	4: CF	5: EXPP	6: ENC	7: EC	8: DES	9: IPC	10: ECB
1: PP	0	2	0	2	1	2	3	2	3	2
2: IEIP	1	0	1	2	P	0	0	3	3	3
3: PIP	0	3	0	4	3	0	0	2	3	3
4: CF	0	1	0	0	0	0	0	2	3	P
5: EXPP	0	P	0	3	0	0	0	2	3	3
6: ENC	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0
7: EC	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0
8: DES	0	1	0	0	0	3	3	0	1	0
9: IPC	0	3	0	2	0	0	0	2	0	3
10: ECB	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.1 *Análisis de influencia/dependencia directa*

Las interconexiones posibilitan el discernimiento del dinamismo a corto plazo de las variables, derivándose de la Matriz de Influencias Directas (MID) según (Godet M. , 1993). De la totalidad de posibles interacciones, se tomaron en cuenta 45 influencias directas significativas, excluyendo aquellas evaluaciones con vínculos inexistentes. La tabla 4 ofrece un compendio de los atributos más relevantes asociados a la matriz de influencias directas (MID).

Tabla 4. *Características de la matriz MID*

Indicador	Valor
Tamaño de matriz	10X10
Número de interacciones	2
Número de ceros	55
Número de unos	8
Número de dos	16
Número de tres	18
Número de P	3
Total	45

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.1.1 **Análisis de valores de influencia directa**

Tras efectuar la valoración de la influencia directa entre las variables señaladas en el software MICMAC, se facilita el análisis del comportamiento de las variables y su interrelación de influencia y dependencia en el sistema. Esto implica la determinación del grado porcentual de influencia que una variable ejerce sobre las demás dentro del sistema (tabla 5).

Tabla 5. *Influencia de relaciones directas*

Nº	Variable	Valor por fila	% influencia
1	Producción de petróleo	17	18.09%
2	Inversión en exploración y producción	13	13.83%
3	precios internacionales del petróleo	14	14.89%
4	Contribución fiscal del sector	6	6.38%
5	Exportaciones de petróleo	11	11.70%
6	Empresas nuevas constituidas	5	5.32%
7	Empresas canceladas	5	5.32%
8	Desempleo	8	8.51%
9	Inversión privada en la ciudad	10	10.64%
10	Empresas consolidadas	5	5.32%
	Total	94	100.00%

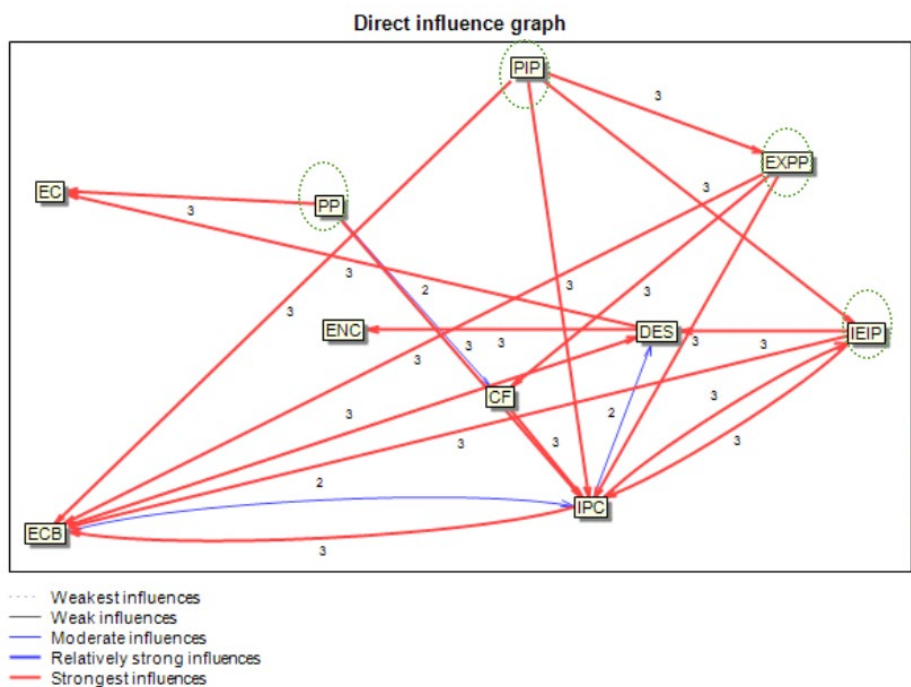
Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

Se puede observar que las variables con mayor influencia directa corresponden a producción de petróleo con un 18.09%, inversión en exploración y producción con 13.83%, precios internacionales del petróleo y exportaciones de petróleo con 14.89% en cada una. Esto quiere decir que estas variables tienen la mayor influencia en el sistema, representando el 46.81% del total, por lo que se deduce que dictan por completo el comportamiento del sistema. Esto se debe a que la influencia de estas variables es significativamente mayor que la de las demás.

Además, se identifican en la figura 7, las variables que reciben una mayor influencia directa (se resaltan mediante círculos verdes). Estas variables destacadas son las siguientes:

Producción de petróleo (PP), Inversión en exploración y producción (IEIP), precios internacionales del petróleo (PIP) y Exportaciones de petróleo (EXPP).

Figura 7. Gráfica influencia directa



Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.1.2 Análisis de valores de dependencia directa

En la tabla 6 se profundiza el análisis de las relaciones directas, detallando las condiciones de dependencia entre las variables. Se destacan aquellas con mayor dependencia: inversión privada en la ciudad y desempleo con un 21.28% cada una, seguidas por las empresas consolidadas con 14.89%. Esto señala que estas dos son las variables más influenciadas por el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.

Tabla 6. *Dependencia relaciones directas*

N°	Variable	Valor por fila	% Dependencia
1	Producción de petróleo	1	1.06%
2	Inversión en exploración y producción	10	10.64%
3	precios internacionales del petróleo	1	1.06%
4	Contribución fiscal del sector	9	9.57%
5	Exportaciones de petróleo	4	4.26%
6	Empresas nuevas constituidas	7	7.45%
7	Empresas canceladas	8	8.51%
8	Desempleo	20	21.28%
9	Inversión privada en la ciudad	20	21.28%
10	Empresas consolidadas	14	14.89%
	Total	94	100.00%

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.2 *Análisis de influencia/dependencia indirecta*

Las relaciones indirectas son cruciales para entender cómo las variables interactúan en un marco temporal de mediano plazo. Para este análisis se utilizó la Matriz de Influencia Indirecta (MII) (Godet M. , 1993). El análisis se llevó a cabo mediante el software LIPSOR-EPITA-MICMAC, que procesa la matriz de influencias directas hasta alcanzar un estado de estabilidad. Dicho estado se caracteriza por la ausencia de cambios adicionales en las condiciones de influencia o dependencia entre las variables, indicando que las interacciones han llegado a un equilibrio evidentes en un análisis de corto plazo.

4.1.2.1 Análisis de valores de influencia indirecta

Para obtener una representación clara de las variables que ejercen una influencia significativa en el mediano plazo, se calcula el porcentaje de influencia de cada variable. Este cálculo se realiza sumando todos los valores asignados a cada fila, que corresponden a las influencias directas de una variable sobre todas las demás. Luego, este total se divide entre el número total de relaciones de influencia registradas en la matriz. Este proceso proporciona una medida cuantitativa de la importancia relativa de cada variable, permitiendo identificar aquellas que son más determinantes en el comportamiento del sistema a mediano plazo.

Tabla 7. *Influencia de relaciones indirectas*

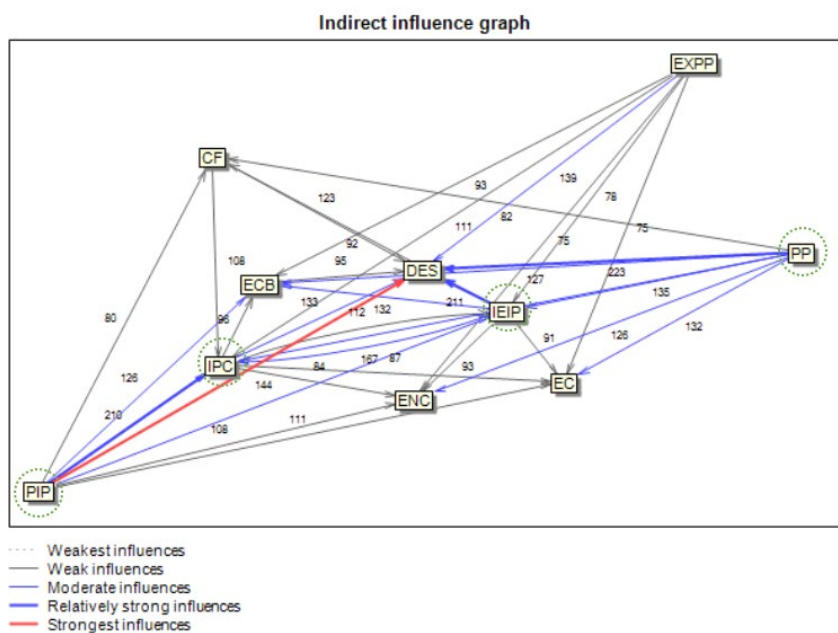
Nº	Variable	Valor por fila	% influencia
1	Producción de petróleo	1041	17.10%
2	Inversión en exploración y producción	918	15.08%
3	Precios internacionales del petróleo	1057	17.37%
4	Contribución fiscal del sector	464	7.62%
5	Exportaciones de petróleo	661	10.86%
6	Empresas nuevas constituidas	260	4.27%
7	Empresas canceladas	260	4.27%
8	Desempleo	410	6.74%
9	Inversión privada en la ciudad	692	11.37%
10	Empresas consolidadas	323	5.31%
	Total	6086	100.00%

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

La calificación de la matriz MICMAC se puede detallar en la sumatoria de los datos indicados, en los que las variables de mayor influencia en las relaciones indirectas corresponden a: Inversión en exploración y producción con 15.3%, Producción de petróleo con 17.10% y precios internacionales del petróleo con 17.37%. En consecuencia, estas serían las variables que representan las tendencias socioeconómicas el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja.

De acuerdo con la figura 8 las variables sobre las cuales se ejerce una influencia indirecta más importante son las que se destacan con círculos verdes, las cuales son: Producción de petróleo (PP), Inversión en exploración y producción (IEIP), precios internacionales del petróleo (PIP) e Inversión privada en la ciudad (IPC).

Figura 8. Grafica influencia indirecta



Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.2.2 Análisis de valores de dependencia indirecta

En la tabla 8 se presenta el análisis de las condiciones de dependencia entre las variables de manera indirecta. Dentro de esta tabla, se destacan particularmente aquellas variables con los mayores porcentajes de dependencia. Por ejemplo, la variable "Desempleo" muestra un porcentaje significativo de 22.76%, y la "Inversión privada en la ciudad" registra un 18,35%. Estos porcentajes indican que estas variables son críticas en la representación del sistema a

mediano plazo, reflejando su relevancia y el grado en que otras variables dependen de ellas dentro del sistema estudiado.

Tabla 8. *Dependencia de relaciones indirectas*

N°	Variable	Valor por fila	% Dependencia
1	Producción de petróleo	94	1.54%
2	Inversión en exploración y producción	710	11.67%
3	Precios internacionales del petróleo	94	1.54%
4	Contribución fiscal del sector	496	8.15%
5	Exportaciones de petróleo	40	0.66%
6	Empresas nuevas constituidas	690	11.34%
7	Empresas canceladas	702	11.53%
8	Desempleo	1385	22.76%
9	Inversión privada en la ciudad	1117	18.35%
10	Empresas consolidadas	758	12.45%
	Total	6086	100.00%

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.3 *Análisis de influencia/Dependencia potencial directa*

En este apartado se evalúan las relaciones potenciales que podrían emerger y ejercer influencia sobre el sistema en el largo plazo. Este enfoque abordó cómo ciertas interacciones, aunque no evidentes actualmente, pueden desarrollarse y afectar significativamente el sistema en futuras circunstancias. Este tipo de valoración se realiza utilizando el software MICMAC, que es capaz de procesar la matriz de influencias directas y modificarla. Específicamente, el programa ajusta las valoraciones catalogadas con una 'P' (potenciales) a calificaciones directas de 3 (tabla 9). Este procedimiento transforma la matriz original en la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP), que refleja cómo podrían configurarse las relaciones de influencia bajo

condiciones futuras anticipadas, proporcionando una herramienta valiosa para la planificación y estrategia a largo plazo.

Tabla 9. *Características de la matriz MIPD*

Indicador	Valor
Tamaño de matriz	10X10
Número de interacciones	2
Número de ceros	55
Número de unos	8
Número de dos	16
Número de tres	21
Número de P	0
Total	45

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.3.1 Análisis de valores de influencia potencial directa

Para determinar cuáles variables tienen una influencia más significativa en el largo plazo, se analiza el porcentaje de cada una de ellas. Este porcentaje se calcula sumando todos los valores asignados por fila, donde cada fila representa las influencias directas de una variable sobre todas las demás en la matriz. A continuación, este total acumulado se divide por el número total de relaciones de influencia en la matriz.

Tabla 10. *Influencia de relaciones potenciales directas*

N°	Variable	Valor por fila	% influencia
1	Producción de petróleo	17	16.50%
2	Inversión en exploración y producción	16	15.53%
3	Precios internacionales del petróleo	14	13.59%
4	Contribución fiscal del sector	9	8.74%
5	Exportaciones de petróleo	14	13.59%
6	Empresas nuevas constituidas	5	4.85%
7	Empresas canceladas	5	4.85%
8	Desempleo	8	7.77%
9	Inversión privada en la ciudad	10	9.71%
10	Empresas consolidadas	5	4.85%
	Total	103	100.00%

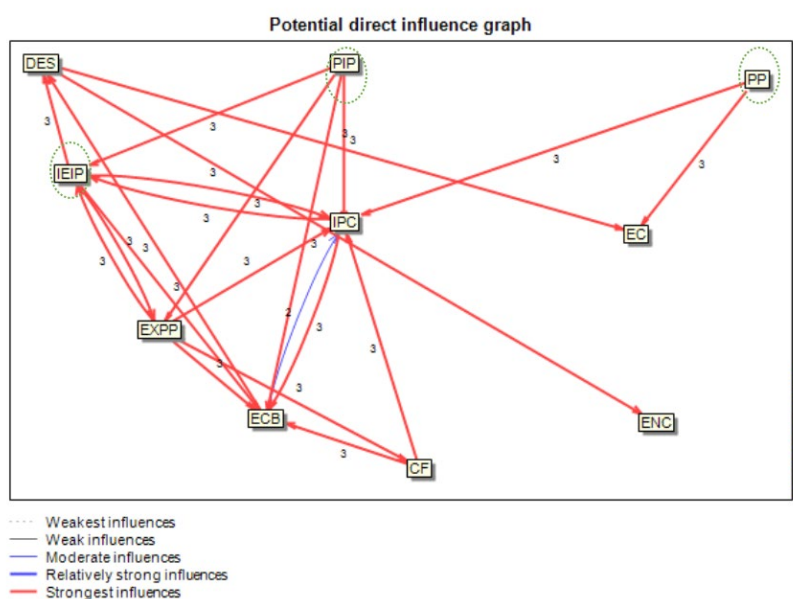
Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

A partir del análisis de la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP), se identifica que las variables con mayor influencia en las relaciones potenciales son la "Producción de petróleo", que representa un 16.50%, y la "Inversión en exploración y producción", con un 15.53%. Estos porcentajes destacan la importancia de estas variables en el modelado de las tendencias socioeconómicas futuras del sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja. Este análisis permite prever cómo estas variables podrían dirigir la dinámica del sector, influyendo en decisiones estratégicas y en la planificación a largo plazo, reflejando su capacidad para moldear el escenario económico futuro del distrito.

Al analizar la gráfica de Influencias Directas Potenciales dentro del software MICMAC, para los propósitos de este estudio, se ajustó el umbral al 50%. Este ajuste permite que sólo las

influencias más fuertes o moderadamente fuertes sean visualizadas en la gráfica, representadas por círculos verdes. Como se muestra en la figura 9, las variables que ejercen una influencia significativa dentro del sistema estudiado son: Producción de petróleo (PP), precios internacionales del petróleo (PIP), exportaciones de petróleo (EXPP) e inversión en exploración y producción (IEIP). Esta configuración ayuda a identificar claramente las variables que desempeñan un papel predominante en la dinámica del sector hidrocarburos, facilitando una comprensión más profunda de los factores críticos que impactan el sistema en el largo plazo.

Figura 9. Gráfica influencia potencial directa



Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.1.3.2 Análisis de valores de dependencia potencial directa

La tabla 11 detalla las condiciones de dependencia entre las variables de estudio para el largo plazo en el sector hidrocarburos del Distrito Especial de Barrancabermeja. En esta tabla, se destaca que las variables "Desempleo" e "Inversión privada en la ciudad" presentan los mayores

porcentajes de dependencia, cada una con un 19,42%. Este dato sugiere que ambas variables son cruciales para comprender las dinámicas de dependencia dentro del sistema en el largo plazo. Su significativa influencia indica que son factores en la configuración de las tendencias socioeconómicas futuras del sector, y su estudio puede proporcionar valiosa información para la toma de decisiones y la planificación estratégica en la región.

Tabla 11. *Dependencia de relaciones potenciales directas*

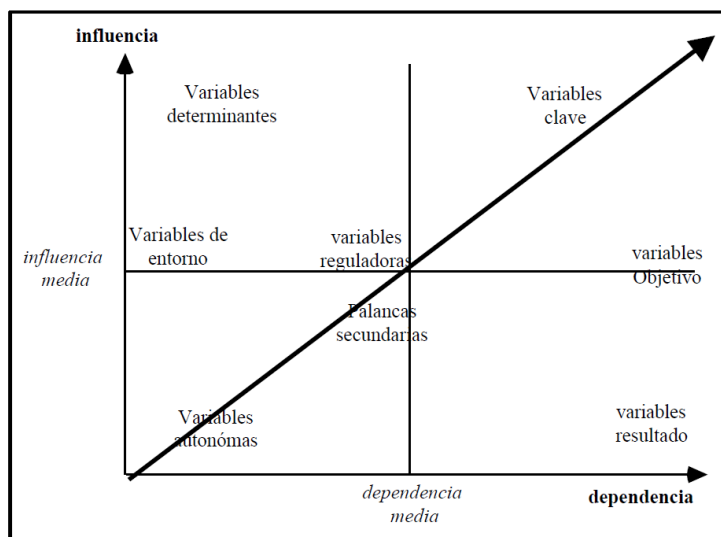
N°	Variable	Valor por fila	% dependencia
1	Producción de petróleo	1	0.97%
2	Inversión en exploración y producción	13	12.62%
3	Precios internacionales del petróleo	1	0.97%
4	Contribución fiscal del sector	9	8.74%
5	Exportaciones de petróleo	7	6.80%
6	Empresas nuevas constituidas	7	6.80%
7	Empresas canceladas	8	7.77%
8	Desempleo	20	19.42%
9	Inversión privada en la ciudad	20	19.42%
10	Empresas consolidadas	17	16.50%
	Total	103	100.00%

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

4.2 Establecer las interacciones entre los factores clave identificados en el sector hidrocarburos en el Distrito Especial de Barrancabermeja

Los hallazgos relacionados con las interacciones entre la influencia y la dependencia se pueden ilustrar en un gráfico bidimensional, tal y como se recomienda en la clasificación presentada en la figura 10. Para esto, se identificaron las variables clave de este estudio, codificándolas para facilitar su identificación (tabla 12).

Figura 10. Interpretación plano de variables



Nota: Adaptado de (Godet M. , 2000)

El cuadrante uno, situado en la esquina superior izquierda del plano cartesiano de influencia y dependencia, es conocido como la "Zona de poder". En esta área se concentran las variables que ejercen una influencia preponderante y poseen un alto grado de independencia dentro del sector hidrocarburos. Estas variables, debido a su capacidad de impulsar y moldear las dinámicas socioeconómicas, son fundamentales para entender y prever las tendencias en el distrito especial de Barrancabermeja.

En el cuadrante dos "Zona de poder", estas variables demuestran ser fuerzas jalonadoras y de mayor independencia que configuran el entorno socioeconómico del sector hidrocarburos en Barrancabermeja. La interacción entre estas variables sugiere una dinámica compleja donde la producción, aunque en declive, sigue siendo central, apalancada por los robustos precios internacionales y una demanda de exportaciones en aumento. Esto permite entender mejor las palancas estratégicas que deben manejar los responsables de la toma de decisiones para optimizar los beneficios y adaptarse a los desafíos emergentes en el sector.

El cuadrante tres, situado en la esquina inferior izquierda del plano cartesiano de influencia y dependencia, es denominado la "Zona de autonomía". Este cuadrante es el enclave de las variables que exhiben tanto baja motricidad como baja dependencia. Estas variables proporcionan una perspectiva sobre el estado actual del sector hidrocarburos, aunque su capacidad para inducir cambios significativos o transformaciones es limitada.

El cuadrante cuatro, posicionado en el área inferior derecha del plano cartesiano de influencia y dependencia, es designado como la "Zona de resultado". Este cuadrante es fundamental, ya que en él se concentran las variables que son altamente dependientes y carecen de capacidad para impulsar cambios por sí mismas en el sector hidrocarburos. Estas variables se caracterizan por ser receptivas, reflejando y acumulando los efectos de las interacciones y dinámicas generadas por otras variables más influyentes en el sistema. En esta zona, las variables actúan como verdaderos indicadores del impacto que las estrategias y decisiones en otros cuadrantes tienen sobre el sector.

Se hizo necesario incorporar en la matriz un código específico para facilitar la identificación de las variables. Estos códigos se generaron de manera independiente y están detallados en la tabla 12.

Tabla 12. Descripción de códigos asignados a variables MICMAC

Nº	Variable	Código
1	Producción de petróleo	PP
2	Inversión en exploración y producción	IEIP
3	Precios internacionales del petróleo	PIP
4	Contribución fiscal del sector	CF
5	Exportaciones de petróleo	EXPP
6	Empresas nuevas constituidas	ENC
7	Empresas canceladas	EC
8	Desempleo	DES
9	Inversión privada en la ciudad	IPC
10	Empresas consolidadas	ECB

Nota: Elaboración propia

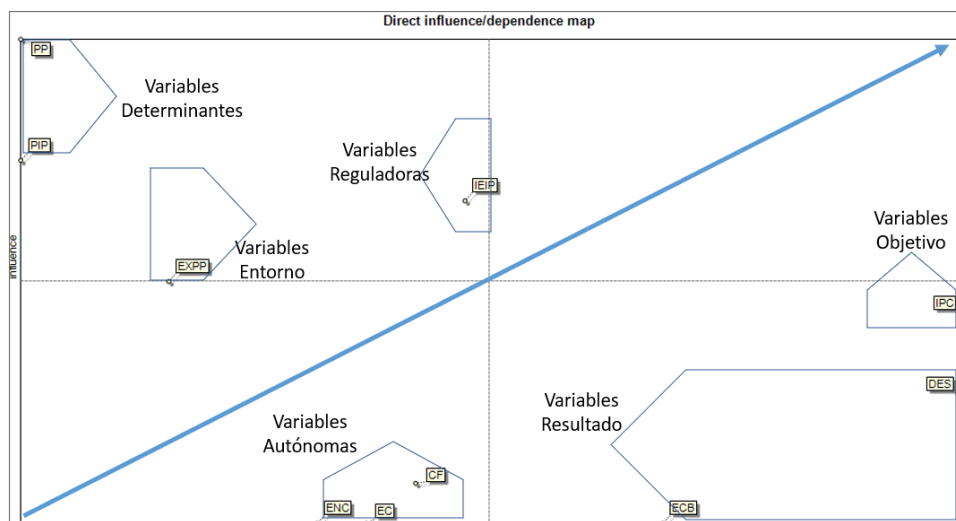
4.2.1 Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia directa

Al analizar la información del plano de influencia y dependencia directa de las variables y por cada cuadrante, se identificó la presencia de las variables por zonas de interés, lo que permite priorizar la intervención en las mismas, porque generan o mejoran las condiciones de desarrollo del sector hidrocarburos.

Se desarrolló en el software LIPSOR-EPITA-MICMAC un esquema detallado que representa las interacciones de influencia y dependencia directa entre las variables involucradas.

Este esquema permite visualizar claramente cómo están organizadas y relacionadas las variables, como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia directa



Fuente: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

Cuadrante Uno- Zona de poder: En este cuadrante, se presentan cuatro variables en total. Dos de ellas son determinantes y están vinculadas con la producción de petróleo y sus precios internacionales. Además, hay una variable de tipo entorno que se refiere a las exportaciones de petróleo, y una variable reguladora relacionada con la inversión en exploración y producción.

Tabla 13. Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia directa

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Producción de petróleo	PP	Se registra un descenso anual promedio del 9% frente a lo reportado en los años 2020, 2021 y 2022.	INTERNO	Determinante
Inversión en exploración y producción	IEIP	Durante 2022, la refinería de Barrancabermeja destinó inversiones por un total de 210MUSD lo que se evidencia en un incremento promedio del 8.5% en los últimos tres años.	INTERNO	Reguladora
Precios internacionales del petróleo	PIP	Se registra un aumento debido a los factores de oferta y demanda relacionados con la pandemia, la geopolítica y la creciente actividad económica mundial	EXTERNO	Determinante
Exportaciones de petróleo	EXPP	Las exportaciones de hidrocarburos alcanzan un crecimiento del 47% entre los años 2021 y 2022, llegando a estar en 13.329 MUSD	EXTERNO	Entorno

Nota: Elaboración propia

Producción de petróleo: Esta variable muestra un descenso anual promedio del 9% respecto a los años 2020, 2021 y 2022. A pesar de la disminución en producción, su posición en el cuadrante uno indica que sigue siendo una variable motriz debido a su impacto significativo en la economía local y en la planificación de recursos a nivel distrital. Su declive puede estar influyendo en otras áreas económicas y políticas, lo que merece atención para estrategias de mitigación.

Precios internacionales del petróleo: El aumento en los precios, impulsado por factores de oferta y demanda relacionados con la pandemia, la geopolítica y la actividad económica mundial, refuerza la posición de esta variable como motriz y poco dependiente. Este factor no sólo afecta las dinámicas económicas locales y nacionales, sino también las decisiones estratégicas en el sector energético global.

Exportaciones de petróleo: Con un aumento del 47% entre 2021 y 2022, y alcanzando 13.329 MUSD, las exportaciones constituyen una variable de entorno clave. Su crecimiento robusto las coloca como una influencia positiva y potencialmente transformadora para la economía de Barrancabermeja, afectando la balanza comercial y generando ingresos significativos que pueden ser reinvertidos en el desarrollo local.

Inversión en exploración y producción: La inversión de 210 MUSD en 2022, con un incremento promedio del 8.5% en los últimos tres años, muestra un compromiso continuo con la expansión y optimización de las operaciones petroleras. Este aumento en la inversión fortalece la infraestructura del sector y puede servir para contrarrestar las tendencias de decrecimiento en la producción de petróleo.

Cuadrante Tres- Zona de autonomía: En este cuadrante, se identifican tres variables en total. Todas de tipo autónomo relacionadas con la constitución y cancelación de nuevas empresas, y, adicionalmente, la contribución fiscal del sector (tabla 14).

Tabla 14. Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia directa

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Contribución fiscal del sector	CF	En 2021 esta cifra se elevó a \$347.844 millones, lo que representa un aumento del 66,12% y para el año 2022 ascendió a \$ 497.978 millones, lo que adiciona un incremento del 43,12%	INTERNO	Autónomas
Empresas nuevas constituidas	ENC	Se registró una disminución del 7,9%, lo que se traduce en un total de 1.405 empresas inscritas para ese año	INTERNO	Autónomas
Empresas canceladas	EC	Se observó un incremento del 9,2% en las empresas canceladas, ascendiendo de 621 registros cancelados a 678 en el período 2021-2022. En esta situación, el crecimiento es desfavorable ya que este indicador idealmente debería mostrar una tendencia decreciente.	INTERNO	Autónomas

Nota: Elaboración propia

Empresas nuevas constituidas: La disminución del 7.9% en el número de nuevas empresas constituidas, con un total de 1.405 inscripciones en el último año, refleja ciertas barreras o desafíos en el ecosistema empresarial del sector. Aunque esta variable no es motriz, su análisis puede ofrecer insights (marketing y publicidad) sobre el clima de negocios y el entorno regulatorio que afecta al sector, aspectos críticos para entender la dinámica empresarial general.

Empresas canceladas: El aumento del 9.2% en las empresas canceladas indica desafíos en la sustentabilidad y viabilidad de las empresas dentro del sector. Este aumento es un indicador desfavorable, que, si bien no impulsa cambios directos, sí refleja aspectos del entorno económico y operativo que podrían necesitar atención para mejorar el clima de negocios y la estabilidad empresarial en la región.

Contribución fiscal del sector: Con un aumento significativo del 66.12% en 2021, y otro incremento del 43.12% en 2022, esta variable, aunque clasificada en un cuadrante de baja influencia y dependencia, proporciona información valiosa sobre el aporte económico del sector

al distrito. Estos incrementos muestran una capacidad fiscal robusta que, aunque no transforma directamente la estructura sectorial, sí refleja la importancia del sector en la economía local y su potencial para contribuir a la financiación de servicios y proyectos públicos.

Cuadrante Cuatro: Zona de resultado: En este cuadrante, se presentan tres variables en total. Dos de ellas son de tipo resultado y están vinculadas al Desempleo y Empresas consolidadas. Además, hay una variable de tipo objetivo que se refiere a Inversión privada en la ciudad (tabla 15).

Tabla 15. *Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia directa*

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Desempleo	DES	En cuanto al desempleo, la tasa registrada en el 2022 fue del 18,5%. Al compararla con la cifra de 2021, se observa una reducción de 3,4 puntos porcentuales.	INTERNO	Resultado
Inversión privada en la ciudad	IPC	La inversión privada en la ciudad experimentó un incremento superior al 100% entre 2021 y 2022. Es preciso señalar que, en 2021, la inversión alcanzó los 26.511 millones de pesos COP	INTERNO	Objetivo
Empresas consolidadas	ECB	El distrito finaliza el año 2022 con un total de 7.976 empresas, reflejando un aumento del 4,7% en comparación con el año previo. El sector comercial lidera en términos de número de empresas, alcanzando 3.258 entidades	INTERNO	Resultado

Nota: Elaboración propia

Desempleo: La tasa de desempleo mostró una reducción de 3.4 puntos porcentuales en 2022, situándose en 18.5%. Aunque esta variable es altamente dependiente de las dinámicas económicas generales y sectoriales, la reducción sugiere una posible mejora en las condiciones económicas o en la efectividad de las políticas de empleo en el distrito. Sin embargo, su falta de capacidad jalonadora significa que no impulsa otras variables directamente, sino que refleja las consecuencias de cambios en áreas como la inversión, la actividad empresarial y las políticas públicas.

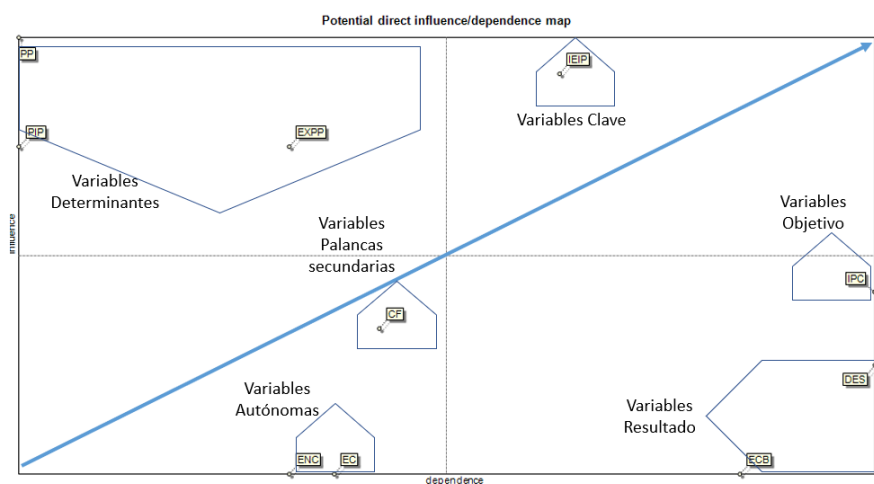
Empresas consolidadas: El incremento del 4.7% en el número de empresas consolidadas, especialmente en el sector comercial, indica un entorno empresarial que está creciendo o estabilizándose. Esta variable, aunque dependiente de la salud económica general y de la inversión en la región, proporciona una indicación de estabilidad y potencial de crecimiento en el mercado local.

Inversión privada en la ciudad: Un aumento superior al 100% en la inversión privada entre 2021 y 2022 es una señal extremadamente positiva de confianza y de expectativas económicas futuras. Al alcanzar los 26.511 millones de pesos COP en 2021 y duplicarse en 2022, esta variable, aunque clasificada en un cuadrante de alta dependencia, muestra cómo los estímulos externos y las políticas favorables pueden tener un impacto directo y significativo en la economía local.

4.2.2 Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia potencial directa

Los resultados que muestran la influencia y la dependencia potencial directa se presentan en un gráfico bidimensional (fig. 12). En este gráfico, el eje horizontal representa la dependencia y el eje vertical muestra la influencia. Además, las variables se agruparon en el plano de acuerdo con la similitud de sus características, lo que facilita la comprensión de cómo estas se relacionan entre sí.

Figura 12. Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia potencial directa



Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

Cuadrante Uno- Zona de poder: En total en este cuadrante se ubican tres variables, todas determinantes: producción de petróleo, precios internacionales del petróleo y exportaciones de petróleo (tabla 16).

Tabla 16. Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia potencial directa

Variable	Código	Descripción	Factor	subsistema
Producción de petróleo	PP	Se registra un descenso anual promedio del 9% frente a lo reportado en los años 2020, 2021 y 2022	INTERNO	Determinante
Precios internacionales del petróleo	PIP	Se registra un aumento debido a los factores de oferta y demanda relacionados con la pandemia, la geopolítica y la creciente actividad económica mundial	EXTERNO	Determinante
Exportaciones de petróleo	EXPP	Aumento en la exportación de hidrocarburos alcanzando un crecimiento del 47% entre los años 2021 y 2022, llegando a 13,329 MUSD	EXTERNO	Determinante

Nota: Elaboración propia

Producción de petróleo: Aunque muestra una tendencia decreciente, la producción de petróleo sigue siendo una variable motriz debido a su impacto fundamental en la capacidad operativa y económica del sector. Su disminución podría estar indicando una transición hacia fuentes alternativas de energía o la necesidad de inversiones en tecnología de extracción más eficiente. Esta variable, por ser crítica en la cadena de valor del sector hidrocarburos, tiene un alto grado de influencia sobre otras variables económicas y operativas, aunque su independencia pueda ser moderada debido a su dependencia de factores geológicos y tecnológicos.

Precios internacionales del petróleo: Esta variable es altamente influyente y relativamente independiente, ya que los precios del petróleo pueden ser afectados por eventos globales, pero también tienen la capacidad de alterar la economía. Su volatilidad refuerza su posición como una

variable motriz, siendo un elemento determinante en la dinámica económica y social del distrito especial de Barrancabermeja.

Exportaciones de petróleo: Las exportaciones de petróleo, especialmente con este notable aumento, actúan como una variable motriz para la economía del distrito especial de Barrancabermeja. Este crecimiento no solo refleja la capacidad productiva, sino también la eficacia en la comercialización y la demanda global. Su elevada cifra de ingresos evidencia un impacto directo y robusto sobre la economía local y nacional.

Cuadrante Dos- Zona de conflicto: Dentro de este cuadrante, las variables actúan como nodos centrales en la red de operaciones y decisiones. Cualquier cambio o intervención que se realice sobre estas variables puede generar efectos cascada que repercuten significativamente en múltiples aspectos del funcionamiento del sector hidrocarburos. Por ello, comprendiendo y gestionando estas variables, se convierte en una tarea crítica para dirigir el futuro y asegurar una gestión eficaz que responda adecuadamente a los desafíos y oportunidades emergentes. En total, en este cuadrante se ubica una variable de tipo clave referente a la Inversión en exploración y producción.

Tabla 17. Cuadrante Dos: Zona de conflicto - Influencia/dependencia potencial directa

Variable	Código	Descripción	Factor	subsistema
Inversión en exploración y producción	IEIP	Durante 2022, la refinería de Barrancabermeja destinó inversiones por un total de 210 MUSD lo que se evidencia en un incremento promedio del 8.5% en los últimos tres años	INTERNO	Clave

Nota: Elaboración propia

La inversión en exploración y producción es una variable que muestra tanto un alto grado de influencia como de dependencia. Esta variable actúa como un eje integrador dentro del sector, ya que su ajuste o variación puede tener impactos directos y significativos en la cadena de valor del hidrocarburo. La inversión en exploración y producción no sólo determina la capacidad futura de producción, sino que también influye en la sostenibilidad y expansión de toda la industria. La dirección y magnitud de las inversiones en exploración y producción son cruciales para determinar las tendencias futuras en el sector. Incrementos en la inversión pueden señalar una apuesta por el crecimiento y la expansión, mientras que las reducciones podrían indicar una estrategia de conservación o un cambio hacia energías alternativas.

Cuadrante Tres- Zona de autonomía: la Zona de autonomía no actúa como fuerza motora del sector; más bien, ofrece información contextual o descriptiva que ayuda a entender la situación sin alterarla activamente. La influencia de estas variables sobre el sistema general es mínima y su interacción con otras variables es relativamente escasa, lo que refleja una dinámica donde su rol se ve mayormente como pasivo o reactivo.

En total, en este cuadrante se ubican tres variables, dos de tipo autónomas relacionadas con Empresas nuevas constituidas y Empresas canceladas, es decir que son poco influyentes en el desarrollo del sector hidrocarburos, y una palanca secundaria, la Contribución fiscal del sector (tabla 18).

Tabla 18. Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia potencial directa

Variable	Código	Descripción	Factor	subsistema
Contribución fiscal del sector	CF	En 2021, esta cifra se elevó a \$347.844 millones, lo que representa un aumento del 66.12%, para 2022 ascendió a \$497.978 millones, lo que adiciona un incremento del 43.12%	INTERNO	Palanca secundaria
Empresas nuevas constituidas	ENC	Se registró una disminución del 7.9%, lo que se traduce en un total de 1.405 empresas inscritas para ese año	INTERNO	Autónomas
Empresas canceladas	EC	Se observó un incremento del 9.2% en las empresas canceladas, ascendiendo de 621 registros cancelados a 678 en el período 2021-2022. En esta situación, el crecimiento es desfavorable ya que este indicador idealmente debería mostrar una tendencia decreciente.	INTERNO	Autónomas

Nota: Elaboración propia

La disminución en la creación de nuevas empresas en el distrito especial de Barrancabermeja puede reflejar condiciones económicas desafiantes o una saturación en el mercado. Sin embargo, esta variable, al ser de baja motricidad y dependencia, no impulsa cambios significativos en el sector, pero sí indica un enfriamiento potencial en la actividad empresarial y podría servir como un indicador temprano de tendencias económicas más amplias.

Por otro lado, el aumento en las cancelaciones de empresas es un indicador desfavorable, sugiriendo un ambiente operativo o de mercado adverso. Aunque esta variable por sí sola no es una fuerza transformadora dentro del sector, proporciona una perspectiva sobre la estabilidad y salud económica del mismo.

La contribución fiscal es una variable más dinámica comparada con las anteriores. El notable aumento en la contribución fiscal indica un incremento en la actividad económica del sector o una mayor eficacia en la recaudación fiscal. Esta variable puede ser influenciada por

cambios en la producción, los precios del petróleo o las políticas fiscales, y a su vez, puede tener un impacto significativo en la financiación de servicios públicos y proyectos en el distrito.

Cuadrante Cuatro- Zona de resultado: Ofrece una visión del clima empresarial y económico del sector, y aunque su influencia en otras variables es limitada, su evolución puede ser indicativa de cambios subyacentes que podrían necesitar atención o intervención para fomentar un ambiente más favorable para el crecimiento y la estabilidad en el sector.

En total en este cuadrante se ubican dos variables de resultados y una con subsistema objetivo (tabla 19).

Tabla 19. *Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia potencial directa*

Variable	Código	Descripción	Factor	subsistema
Desempleo	DES	En cuanto al desempleo, la tasa registrada en el 2022 fue del 18.5%. Al compararla con la cifra de 2021, se observa una reducción de 3.4 puntos porcentuales.	INTERNO	Resultado
Inversión privada en la ciudad	IPC	La inversión privada en la ciudad experimentó un incremento superior al 100% entre 2021 y 2022. Es preciso señalar que, en 2021, la inversión alcanzó los 26.511 millones de pesos COP	INTERNO	Objetivo
Empresas consolidadas	ECB	El distrito finalizó el año 2022 con un total de 7.976 empresas, reflejando un aumento del 4.7% en comparación con el año previo. El sector comercial lidera en términos de número de empresas, alcanzando 3.258 entidades	INTERNO	Resultado

Nota: Elaboración propia

La tasa de desempleo en el distrito especial de Barrancabermeja es una variable altamente dependiente que sirve como indicador del bienestar económico y la estabilidad laboral en el sector y la región. La reducción en la tasa de desempleo podría reflejar una mejora en las condiciones económicas locales, posiblemente influenciada por políticas de empleo efectivas,

incrementos en la actividad productiva del sector hidrocarburos o una recuperación económica general. Sin embargo, esta variable es receptiva y muestra los efectos de políticas y cambios en el sector, más que influir en ellos directamente.

El número de empresas consolidadas es otro indicador relevante de la salud económica y el dinamismo empresarial de Barrancabermeja. El incremento en el número de empresas, especialmente en el sector comercial, sugiere un ambiente empresarial favorable y un crecimiento económico local. Esta variable, al ser resultado de variadas interacciones económicas, ayuda a entender la expansión o contracción en el tejido empresarial del distrito.

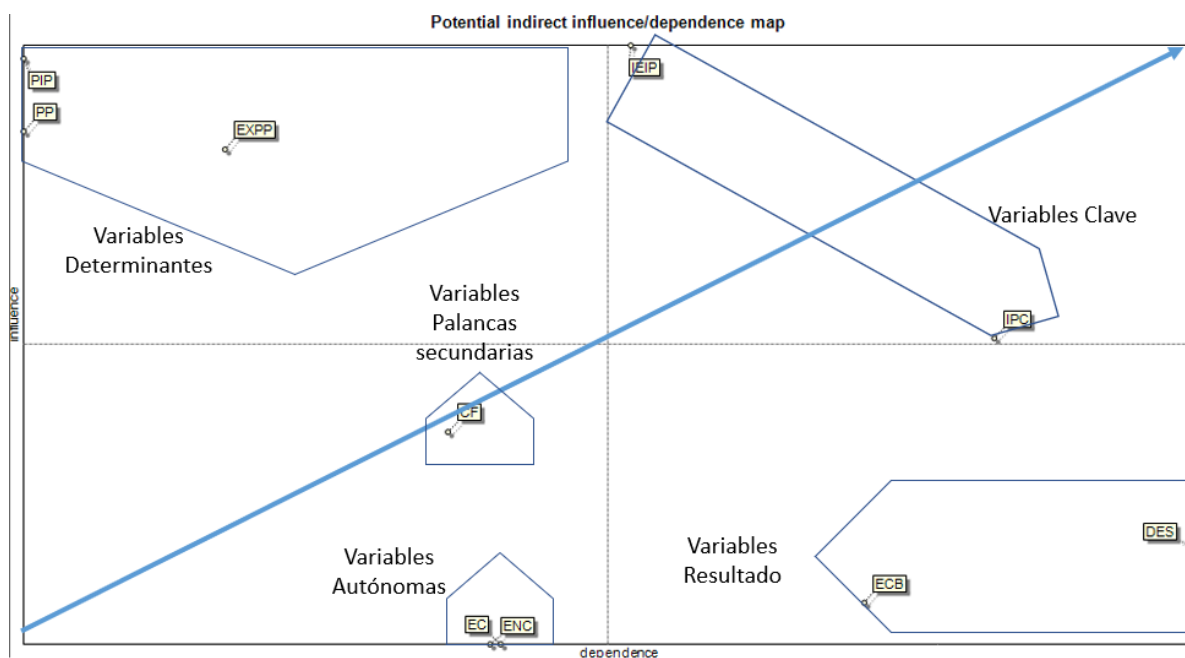
La inversión privada es una variable de tipo objetivo que, aunque dependiente de las condiciones macroeconómicas y de política, tiene un impacto significativo en el desarrollo económico local. Este notable incremento en la inversión puede ser indicativo de un clima de negocios mejorado, mayor confianza empresarial e incentivos atractivos ofrecidos por el gobierno local. Aunque se sitúa en la Zona de resultado, su impacto es suficientemente relevante para influir en el crecimiento y desarrollo económico de la ciudad.

Las variables en la "Zona de resultado" son esenciales para entender el impacto real de las políticas y cambios en el sector hidrocarburos y en la economía general de Barrancabermeja. La mejora en las tasas de desempleo, el crecimiento en el número de empresas consolidadas y el notable aumento en la inversión privada, son claros indicadores de que las intervenciones y políticas actuales están teniendo un efecto positivo en el desarrollo económico y social del distrito. Estas variables proporcionan datos cruciales para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas y para guiar futuras decisiones en la planificación y desarrollo económico del distrito.

4.2.3 Plano cartesiano y análisis de cuadrantes influencia/dependencia potencial indirecta

Los resultados referentes a la influencia y la dependencia potencial indirecta se ilustran mediante un mapa (fig. 13). En este gráfico, la dependencia se asignó al eje horizontal (abscisas) y la influencia al eje vertical (ordenadas). Las variables se agruparon dentro de este plano según la similitud de sus características, lo que proporciona una visualización clara de cómo cada una puede estar interrelacionada con las demás en función de estos factores.

Figura 13. Distribución de variables por cuadrante influencia y dependencia potencial indirecta



Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA-MICMAC

Cuadrante Uno- Zona de poder: En este cuadrante se localizan tres variables determinantes: la producción de petróleo, los precios internacionales del petróleo y las exportaciones de petróleo (tabla 20). Todas ellas están estrechamente relacionadas y son fundamentales para el análisis del sector.

Tabla 20. Cuadrante Uno: Zona de poder - Influencia/dependencia potencial indirecta

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Producción de petróleo	PP	Se registra un descenso anual promedio del 9% frente a lo reportado en los años 2020, 2021 y 2022.	INTERNO	Determinante
Precios internacionales del petróleo	PIP	Se registra un aumento debido a los factores de oferta y demanda relacionados con la pandemia, la geopolítica y la creciente actividad económica mundial	EXTERNO	Determinante
Exportaciones de petróleo	EXPP	Aumento en exportación de hidrocarburos, alcanzando un crecimiento del 47% entre los años 2021 y 2022, llegando a 13.329 MUSD	EXTERNO	Determinante

Nota: Elaboración propia

Producción de petróleo: Aunque la producción está en descenso, sigue siendo una variable clave por su impacto significativo en toda la cadena de valor del sector. Este descenso podría ser indicativo de retos como el agotamiento de recursos, necesidades de innovación tecnológica, o cambios estratégicos hacia energías más sostenibles. La capacidad de esta variable para influir en el mercado laboral, la economía local, y la política energética la posiciona como una fuerza motriz en la Zona de poder.

Precios internacionales del petróleo: Los precios del petróleo son extremadamente influyentes, afectando no sólo al sector energético, sino también a la economía global. Su volatilidad es un factor clave que determina la rentabilidad de las operaciones petroleras y la estabilidad económica de los países productores. La independencia de esta variable se debe a su capacidad de ser influenciada por eventos globales mientras influye simultáneamente en decisiones económicas y políticas.

Exportaciones de petróleo: El aumento en las exportaciones refleja una demanda robusta y una estratégica posición competitiva en el mercado internacional. Esta variable no sólo es un

indicador de éxito comercial, sino también una fuerza motriz para la economía local, influenciando la generación de ingresos, el empleo y las inversiones en infraestructura y servicios.

Cuadrante Dos- Zona de conflicto: En este cuadrante, cualquier alteración o medida aplicada a las variables presentes puede desencadenar efectos en cascada con impactos significativos en diversas facetas operativas del sector hidrocarburos. Por esta razón, entender y manejar adecuadamente estas variables, se vuelve esencial para guiar el futuro del sector y garantizar una gestión eficiente que se adapte a los retos y oportunidades que surgen constantemente. Dentro de este contexto, el cuadrante incluye dos variables clave: la inversión en exploración y producción, y la inversión privada en la ciudad. Estas representan elementos cruciales cuyo adecuado manejo es vital para fomentar el desarrollo sostenido y estratégico del sector.

Tabla 21. *Cuadrante Dos: Zona de conflicto - Influencia/dependencia potencial indirecta*

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Inversión en exploración y producción	IEIP	Durante 2022, la refinería de Barrancabermeja destinó inversiones por un total de 210 MUSD lo que evidencia un incremento promedio del 8.5% en los últimos tres años	INTERNO	Clave
Inversión privada en la ciudad	IPC	La inversión privada en la ciudad experimentó un incremento superior al 100% entre 2021 y 2022. Es preciso señalar que, en 2021, la inversión alcanzó los 26.511 millones de pesos COP	INTERNO	Clave

Nota: Elaboración propia

Inversión en exploración y producción: Esta inversión es un indicador de las expectativas y compromisos a largo plazo en el sector hidrocarburos. Al ser una variable con alta motricidad y

dependencia, juega un rol dual en el sector. Por un lado, impulsa el desarrollo tecnológico, la capacidad de producción y potencialmente, el empleo. Por otro lado, es sensible a las condiciones macroeconómicas globales, las políticas de energía y los precios internacionales del petróleo. Dada su naturaleza central en la operación y desarrollo del sector, las decisiones tomadas aquí tienen ramificaciones amplias en toda la cadena de valor del hidrocarburo.

Inversión privada en la ciudad: Esta variable refleja no sólo el clima de negocios en Barrancabermeja, sino también la confianza de los inversores en el potencial económico del distrito. Aunque se relaciona principalmente con el sector hidrocarburos, también es indicativa de un ambiente de inversión saludable que podría beneficiar a otros sectores. La inversión privada es crucial para el desarrollo de infraestructuras, servicios y proyectos innovadores, lo cual, a su vez, impulsa el crecimiento económico y mejora la calidad de vida en el distrito. Su dependencia de factores como la estabilidad política y económica, así como de incentivos fiscales y regulatorios, la hace altamente receptiva a las políticas locales y nacionales.

Cuadrante Tres- Zona de autonomía: En este cuadrante, la influencia de las variables sobre el sistema general es limitada y su interacción con otras variables es bastante reducida, reflejando una dinámica en la que su papel es predominantemente pasivo o reactivo. En total, se identifican tres variables en este cuadrante: dos de tipo autónomo, que están relacionadas con la creación de nuevas empresas y la cancelación de empresas existentes, las cuales tienen una influencia menor en el desarrollo del sector hidrocarburos, y la tercera variable, una palanca secundaria, es la contribución fiscal del sector, que, aunque es importante, no juega un papel primario en la dirección del desarrollo sectorial (tabla 22).

Tabla 22. Cuadrante Tres: Zona de autonomía - Influencia/dependencia potencial indirecta

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Contribución fiscal del sector	CF	En 2021, esta cifra se elevó a \$347.844 millones de pesos, lo que representa un aumento del 66,12%, para 2022 ascendió a \$497.978 millones de pesos, lo que adiciona un incremento del 43,12%	INTERNO	Palanca secundaria
Empresas nuevas constituidas	ENC	Se registró una disminución del 7,9%, lo que se traduce en un total de 1.405 empresas inscritas para ese año	INTERNO	Autónomas
Empresas canceladas	EC	Se observó un incremento del 9,2% en las empresas canceladas, ascendiendo de 621 registros cancelados a 678 en el período 2021-2022. En esta situación, el crecimiento es desfavorable ya que este indicador idealmente debería mostrar una tendencia decreciente.	INTERNO	Autónomas

Nota: Elaboración propia

Empresas nuevas constituidas: La reducción en la formación de nuevas empresas puede reflejar condiciones desfavorables en el mercado o en el ambiente empresarial, como alta regulación o falta de incentivos. Sin embargo, su impacto directo en el sector hidrocarburos es limitado, dado que estas cifras por sí solas no impulsan cambios significativos en la política o en la economía del sector, aunque proporcionan una medida del dinamismo empresarial en el distrito.

Empresas canceladas: Este aumento es indicativo de un entorno posiblemente desafiante para las empresas, posiblemente debido a factores económicos adversos o cambios en el entorno regulatorio. Aunque esta variable no induce transformaciones en el sector, es un termómetro de la salud empresarial y puede ser un indicador anticipado de problemas más profundos que podrían requerir atención.

Contribución fiscal del sector: Aunque categorizada como una palanca secundaria, la contribución fiscal del sector es una variable más dinámica en comparación con las anteriores. El notable aumento en la contribución fiscal sugiere un sector de hidrocarburos económicamente robusto y expansivo, lo cual es vital para las finanzas públicas del distrito. La dependencia de esta variable respecto a la producción total y los precios del petróleo la hace receptiva a factores externos, pero su incremento puede tener un impacto significativo en la capacidad del gobierno local para financiar proyectos y servicios.

Cuadrante Cuatro: Zona de resultado: En total, en este cuadrante se ubican dos variables de resultados: el Desempleo y Empresas consolidadas (tabla 23).

Tabla 23. Cuadrante Cuatro: Zona de resultado - Influencia/dependencia potencial indirecta

Variable	Código	Descripción	Factor	Subsistema
Desempleo	DES	La tasa registrada en el 2022 fue del 18.5%. Al compararla con la cifra de 2021, se observa una reducción de 3,4 puntos porcentuales.	INTERNO	Resultado
Empresas consolidadas	ECB	El distrito finalizó el año 2022 con un total de 7.976 empresas, reflejando un aumento del 4.7% en comparación con el año previo. El sector comercial lidera en términos de número de empresas, alcanzando 3.258 entidades	INTERNO	Resultado

Nota: Elaboración propia

Desempleo: La tasa de desempleo es una variable resultado que refleja la salud económica general del distrito, así como el impacto de las políticas de empleo y las condiciones del mercado laboral. Su reducción indica una mejora potencial en la actividad económica o la efectividad de las políticas de empleo implementadas. Sin embargo, su alta dependencia de la economía más amplia y de decisiones políticas específicas limita su capacidad para actuar como

un agente de cambio independiente. Esta variable es un barómetro crucial para medir el impacto socioeconómico de las estrategias del sector hidrocarburos y otras industrias en la región.

Empresas consolidadas: El aumento en el número de empresas consolidadas puede interpretarse como un signo de crecimiento económico y un ambiente empresarial favorable, posiblemente impulsado por políticas de apoyo empresarial o por un contexto macroeconómico estable. La dependencia de esta variable de las condiciones económicas generales y las políticas gubernamentales la sitúa en la "Zona de resultados", ya que refleja los efectos de las dinámicas económicas más que influir en ellas directamente.

4.3 Proponer tres escenarios futuros probables basados en la interacción de las tendencias socioeconómicas y los factores influyentes

Para alcanzar este objetivo, fue necesario emplear el Análisis Morfológico, un método diseñado para explorar exhaustivamente las relaciones inherentes a un problema de múltiples dimensiones (Godet M. , 2000). Este análisis facilita la configuración sistemática de posibles futuros mediante la combinación de elementos derivados de la descomposición del sistema en estudio. Utilizando el software MORPHOL para la elaboración de escenarios, se comienza integrando los hallazgos del análisis estructural, lo cual es fundamental para la generación de resultados subsecuentes. Este proceso incluye la identificación de variables clave a partir del análisis en un Plano Cartesiano y del análisis de cuadrantes de influencia y dependencia potencial indirecto, lo cual se convierte en una tarea crítica para influir en el futuro a largo plazo y garantizar una gestión efectiva que responda a los desafíos y oportunidades emergentes.

Las variables denominadas 'clave' comprenden la inversión en exploración y producción, así como la inversión privada en la ciudad, las cuales son esenciales para promover un desarrollo

sostenido y estratégico en el sector. Adicionalmente, se seleccionaron las variables más influyentes de la Matriz de Influencias Directas (MID), la Matriz de Influencia Indirecta (MII) y la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP). Entre estas variables destacan la producción de petróleo, los precios internacionales del petróleo y las exportaciones de petróleo. Estas variables se presentan en la tabla 24, junto con cuatro hipótesis generadas para cada una, basadas en el ámbito al que pertenecen.

Tabla 24. *Matriz de variables clave, variables influyentes, dominios e hipótesis planteadas*

Dominio	Variable	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 4
INTERNO	1 - Inversión en exploración y producción	El aumento en la inversión en exploración y producción podría llevar a un descubrimiento significativo de nuevas reservas de petróleo, mejorando las proyecciones de producción futura y estabilizando la economía local	Una inversión sostenida en tecnología y eficiencia operativa podría reducir los costos de producción, compensando las pérdidas derivadas del declive en la producción de petróleo	El incremento en la inversión podría atraer a más empresas de servicios petroleros a la región, incrementando el empleo y fortaleciendo la economía local	Si la inversión no se alinea con las normativas ambientales y sociales adecuadas, podría generar conflictos con las comunidades locales y problemas de sostenibilidad a largo plazo
	2 - Inversión privada en la ciudad	El aumento de la inversión privada en la ciudad puede llevar a una diversificación económica, reduciendo la dependencia del sector hidrocarburos y promoviendo el crecimiento en otros sectores como el turismo y la manufactura	Una fuerte inversión privada podría mejorar la infraestructura urbana y los servicios, aumentando la calidad de vida y atrayendo a más residentes e inversores	El crecimiento de la inversión privada podría generar inflación en los precios de la propiedad y el costo de vida, afectando negativamente a las poblaciones de ingresos más bajos	Si las inversiones privadas incluyen grandes proyectos de desarrollo, podrían transformar significativamente el paisaje urbano y económico de Barrancabermeja
	3 - Producción de petróleo	La continua disminución en la producción de petróleo podría llevar a una reducción en los ingresos fiscales, afectando la capacidad del gobierno local para financiar proyectos públicos y servicios	Un declive prolongado en la producción de petróleo podría fomentar una crisis económica local, con aumento del desempleo y reducción de actividades empresariales	La disminución en la producción podría incentivar una mayor inversión en energías renovables y tecnologías alternativas, promoviendo una transición energética	El descenso en la producción podría incrementar la dependencia de las importaciones de petróleo, afectando la balanza comercial del país

Dominio	Variable	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 4
EXTERNO	4 - Precios internacionales del petróleo	Un aumento en los precios internacionales del petróleo podría mejorar significativamente los ingresos por exportaciones, beneficiando directamente a la economía local	Los altos precios del petróleo podrían aumentar el costo de la energía y los combustibles, impactando negativamente en otros sectores económicos locales	Un incremento en los precios podría acentuar la volatilidad económica y la inflación, afectando la estabilidad financiera de las empresas y consumidores locales	El aumento de los precios podría intensificar la exploración y producción de petróleo, con efectos tanto positivos como negativos en el empleo y el medio ambiente local
	5 - Exportaciones de petróleo	Un crecimiento continuo en las exportaciones podría consolidar la posición de Barrancabermeja como un centro clave en el mercado de hidrocarburos a nivel internacional	El aumento en las exportaciones podría resultar en una mayor inversión en infraestructura de transporte y logística, beneficiando otros sectores de la economía	Un incremento en las exportaciones podría llevar a una mayor vigilancia y regulación por parte de entidades gubernamentales, asegurando cumplimiento de estándares ambientales y sociales	El crecimiento en exportaciones podría causar un efecto "enfermedad holandesa", donde otros sectores de la economía local se debilitan debido a la fortaleza del sector de hidrocarburos.

Nota: Elaboración propia

El software MORPHOL es una herramienta diseñada para optimizar el espacio morfológico basándose en criterios de preferencia y exclusión definidos por expertos. Esta funcionalidad es crucial, ya que permite refinar y reducir el número de escenarios posibles, haciéndolos más manejables y relevantes para el análisis y la toma de decisiones. En la tabla 25, se presentan los resultados obtenidos respecto al número de escenarios tras aplicar los criterios seleccionados.

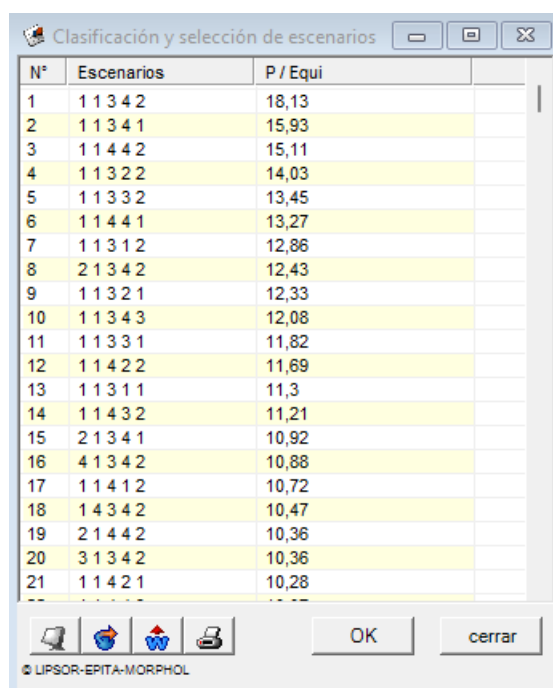
Tabla 25. Escenarios calculados por el software MORPHOL

Descripción	Número
Número total de escenarios	3125
Número escenarios después exclusión	3125
Número de escenarios preferencia	0
Número escenarios pre retenidos	0

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA- MORPHOL

Los tres escenarios más probables fueron seleccionados de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia, como se ilustra en la figura 14. El escenario con la mayor probabilidad tiene un 18.13%, seguido por el segundo escenario con un 15.93%, y el tercer escenario con un 15.11%. Estas cifras reflejan una evaluación cuidadosa y estratégica para identificar los escenarios más relevantes y sus potenciales impactos en el análisis futuro.

Figura 14. Selección de escenarios más probables



Nº	Escenarios	P / Equi
1	1 1 3 4 2	18,13
2	1 1 3 4 1	15,93
3	1 1 4 4 2	15,11
4	1 1 3 2 2	14,03
5	1 1 3 3 2	13,45
6	1 1 4 4 1	13,27
7	1 1 3 1 2	12,86
8	2 1 3 4 2	12,43
9	1 1 3 2 1	12,33
10	1 1 3 4 3	12,08
11	1 1 3 3 1	11,82
12	1 1 4 2 2	11,69
13	1 1 3 1 1	11,3
14	1 1 4 3 2	11,21
15	2 1 3 4 1	10,92
16	4 1 3 4 2	10,88
17	1 1 4 1 2	10,72
18	1 4 3 4 2	10,47
19	2 1 4 4 2	10,36
20	3 1 3 4 2	10,36
21	1 1 4 2 1	10,28

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA- MORPHOL

Según los resultados proporcionados por el software MORPHOL, el primer escenario, que presenta la mayor probabilidad de ocurrencia con un 18.13%, se detalla mediante hipótesis seleccionadas, cada una representada en diferentes colores según se muestra en la figura 15. Esta visualización en color facilita la comprensión de las relaciones y prioridades entre las hipótesis, permitiendo una interpretación más clara de cómo cada elemento contribuye al escenario más probable.

Figura 15. Primer escenario con mayor probabilidad de ocurrencia

Cuadro de hipótesis						
Dominios	Variables	Hipótesis				
		H1	H2	H3	H4	H5
INTERNO	IEIP	Aumento en la inversión en exploración y producción podría llevar a un descubrimiento significativo de nuevas reservas de petróleo, mejorando las proyecciones de producción futura y estabilizando la economía local. 35 %	Una inversión sostenida en tecnología y eficiencia operativa podría reducir los costos de producción, compensando las pérdidas derivadas del declive en la producción de petróleo. 24 %	El incremento en la inversión podría atraer a más empresas de servicios petroleros a la región, incrementando el empleo y fortaleciendo la economía local. 20 %	Si la inversión no se alinea con las normativas ambientales y sociales adecuadas, podría generar conflictos con las comunidades locales y problemas de sostenibilidad a largo plazo. 21 %	? (IEIP) 0 %
	IPC	El aumento de la inversión privada en la ciudad puede llevar a una diversificación económica, reduciendo la dependencia del sector hidrocarburos y promoviendo el crecimiento en otros sectores como el turismo y la manufactura. 45 %	Una fuerte inversión privada podría mejorar la infraestructura urbana y los servicios, aumentando la calidad de vida y atrayendo a más residentes e inversores. 19 %	El crecimiento de la inversión privada podría generar inflación en los precios de la propiedad y el costo de vida, afectando negativamente a las poblaciones de ingresos más bajos. 10 %	Si las inversiones privadas incluyen grandes proyectos de desarrollo, podrían transformar significativamente el paisaje urbano y económico de Barrancabermeja. 26 %	? (IPC) 0 %
	PP	La continua disminución en la producción de petróleo podría llevar a una reducción en los ingresos fiscales, afectando la capacidad del gobierno local para financiar proyectos públicos y servicios 17 %	Un declive prolongado en la producción de petróleo podría fomentar una crisis económica local, con aumento del desempleo y reducción de actividades empresariales 18 %	La disminución en la producción podría incentivar una mayor inversión en energías renovables y tecnologías alternativas, promoviendo una transición energética. 36 %	El descenso en la producción podría incrementar la dependencia de las importaciones de petróleo, afectando la balanza comercial del país. 30 %	? (PP) 0 %
EXTERO	PIP	Un aumento en los precios internacionales del petróleo podría mejorar significativamente los ingresos por exportaciones, beneficiando directamente a la economía local. 22 %	Los altos precios del petróleo podrían aumentar el costo de la energía y los combustibles, impactando negativamente en otros sectores económicos locales 24 %	Un incremento en los precios podría acentuar la volatilidad económica y la inflación, afectando la estabilidad financiera de las empresas y consumidores locales. 23 %	El aumento de los precios podría intensificar la exploración y producción de petróleo, con efectos tanto positivos como negativos en el empleo y el medio ambiente local. 31 %	? (PIP) 0 %
	EXPP	Un crecimiento continuo en las exportaciones podría consolidar la posición de Barrancabermeja como un centro clave en el mercado de hidrocarburos a nivel internacional. 29 %	Aumento en las exportaciones podría resultar en una mayor inversión en infraestructura de transporte y logística, beneficiando otros sectores de la economía. 33 %	Un incremento en las exportaciones podría llevar a una mayor vigilancia y regulación por parte de entidades gubernamentales, asegurando cumplimiento de estándares ambientales y sociales 22 %	El crecimiento en exportaciones podría causar un efecto "enfermedad holandesa", donde otros sectores de la economía local se debilitan debido a la fortaleza del sector de hidrocarburos. 15 %	? (EXPP) 0 %

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA- MORPHOL

Basado en los datos obtenidos del software MORPHOL, el segundo escenario más probable, con una probabilidad de ocurrencia del 15.93%, se ilustra mediante hipótesis seleccionadas y diferenciadas por colores, como se indica en la figura 16. Esta representación colorida ayuda a distinguir claramente las hipótesis implicadas, facilitando el análisis y la comprensión de cómo cada una influye en la configuración de este escenario particular.

Figura 16. Segundo escenario con mayor probabilidad de ocurrencia

Cuadro de hipótesis						
Dominios	Variables	Hipótesis				
		H1	H2	H3	H4	H5
INTERNO	IEIP	Aumento en la inversión en exploración y producción podría llevar a un descubrimiento significativo de nuevas reservas de petróleo, mejorando las proyecciones de producción futura y estabilizando la economía local. 35 %	Una inversión sostenida en tecnología y eficiencia operativa podría reducir los costos de producción, compensando las pérdidas derivadas del declive en la producción de petróleo. 24 %	El incremento en la inversión podría atraer a más empresas de servicios petroleros a la región, incrementando el empleo y fortaleciendo la economía local. 20 %	Si la inversión no se alinea con las normativas ambientales y sociales adecuadas, podría generar conflictos con las comunidades locales y problemas de sostenibilidad a largo plazo. 21 %	? (IEIP) 0 %
	IPC	El aumento de la inversión privada en la ciudad puede llevar a una diversificación económica, reduciendo la dependencia del sector hidrocarburos y promoviendo el crecimiento en otros sectores como el turismo y la manufactura. 45 %	Una fuerte inversión privada podría mejorar la infraestructura urbana y los servicios, aumentando la calidad de vida y atrayendo a más residentes e inversores. 19 %	El crecimiento de la inversión privada podría generar inflación en los precios de la propiedad y el costo de vida, afectando negativamente a las poblaciones de ingresos más bajos. 10 %	Si las inversiones privadas incluyen grandes proyectos de desarrollo, podrían transformar significativamente el paisaje urbano y económico de Barrancabermeja. 26 %	? (IPC) 0 %
	PP	La continua disminución en la producción de petróleo podría llevar a una reducción en los ingresos fiscales, afectando la capacidad del gobierno local para financiar proyectos públicos y servicios. 17 %	Un declive prolongado en la producción de petróleo podría fomentar una crisis económica local, con aumento del desempleo y reducción de actividades empresariales. 18 %	La disminución en la producción podría incentivar una mayor inversión en energías renovables y tecnologías alternativas, promoviendo una transición energética. 36 %	El descenso en la producción podría incrementar la dependencia de las importaciones de petróleo, afectando la balanza comercial del país. 30 %	? (PP) 0 %
EXTERO	PIP	Un aumento en los precios internacionales del petróleo podría mejorar significativamente los ingresos por exportaciones, beneficiando directamente a la economía local. 22 %	Los altos precios del petróleo podrían aumentar el costo de la energía y los combustibles, impactando negativamente en otros sectores económicos locales. 24 %	Un incremento en los precios podría acentuar la volatilidad económica y la inflación, afectando la estabilidad financiera de las empresas y consumidores locales. 23 %	El aumento de los precios podría intensificar la exploración y producción de petróleo, con efectos tanto positivos como negativos en el empleo y el medio ambiente local. 31 %	? (PIP) 0 %
	EXPP	Un crecimiento continuo en las exportaciones podría consolidar la posición de Barrancabermeja como un centro clave en el mercado de hidrocarburos a nivel internacional. 29 %	Aumento en las exportaciones podría resultar en una mayor inversión en infraestructura de transporte y logística, beneficiando otros sectores de la economía. 33 %	Un incremento en las exportaciones podría llevar a una mayor vigilancia y regulación por parte de entidades gubernamentales, asegurando cumplimiento de estándares ambientales y sociales. 22 %	El crecimiento en exportaciones podría causar un efecto "enfermedad holandesa", donde otros sectores de la economía local se debilitan debido a la fortaleza del sector de hidrocarburos. 15 %	? (EXPP) 0 %

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA- MORPHOL

Conforme a los resultados del software MORPHOL, se identifica el tercer escenario con una probabilidad de ocurrencia de 15.11%. Este escenario se presenta con hipótesis seleccionadas, cada una representada en diferentes colores, según se detalla en la figura 17. Esta representación visual permite una fácil distinción y análisis de las hipótesis involucradas, destacando cómo cada una contribuye al desarrollo de este escenario específico.

Figura 17. Tercer escenario con mayor probabilidad de ocurrencia

Cuadro de hipótesis						
Dominios	Variables	Hipótesis				
		H1	H2	H3	H4	H5
INTERNO	IEIP	Aumento en la inversión en exploración y producción podría llevar a un descubrimiento significativo de nuevas reservas de petróleo, mejorando las proyecciones de producción futura y estabilizando la economía local. 35 %	Una inversión sostenida en tecnología y eficiencia operativa podría reducir los costos de producción, compensando las pérdidas derivadas del declive en la producción de petróleo. 24 %	El incremento en la inversión podría atraer a más empresas de servicios petroleros a la región, incrementando el empleo y fortaleciendo la economía local. 20 %	Si la inversión no se alinea con las normativas ambientales y sociales adecuadas, podría generar conflictos con las comunidades locales y problemas de sostenibilidad a largo plazo. 21 %	? (IEIP) 0 %
	IPC	El aumento de la inversión privada en la ciudad puede llevar a una diversificación económica, reduciendo la dependencia del sector hidrocarburos y promoviendo el crecimiento en otros sectores como el turismo y la manufactura. 45 %	Una fuerte inversión privada podría mejorar la infraestructura urbana y los servicios, aumentando la calidad de vida y atrayendo a más residentes e inversores. 19 %	El crecimiento de la inversión privada podría generar inflación en los precios de la propiedad y el costo de vida, afectando negativamente a las poblaciones de ingresos más bajos. 10 %	Si las inversiones privadas incluyen grandes proyectos de desarrollo, podrían transformar significativamente el paisaje urbano y económico de Barrancabermeja. 26 %	? (IPC) 0 %
	PP	La continua disminución en la producción de petróleo podría llevar a una reducción en los ingresos fiscales, afectando la capacidad del gobierno local para financiar proyectos públicos y servicios 17 %	Un declive prolongado en la producción de petróleo podría fomentar una crisis económica local, con aumento del desempleo y reducción de actividades empresariales 18 %	La disminución en la producción podría incentivar una mayor inversión en energías renovables y tecnologías alternativas, promoviendo una transición energética. 36 %	El descenso en la producción podría incrementar la dependencia de las importaciones de petróleo, afectando la balanza comercial del país. 30 %	? (PP) 0 %
EXTERO	PIP	Un aumento en los precios internacionales del petróleo podría mejorar significativamente los ingresos por exportaciones, beneficiando directamente a la economía local. 22 %	Los altos precios del petróleo podrían aumentar el costo de la energía y los combustibles, impactando negativamente en otros sectores económicos locales 24 %	Un incremento en los precios podría acentuar la volatilidad económica y la inflación, afectando la estabilidad financiera de las empresas y consumidores locales. 23 %	El aumento de los precios podría intensificar la exploración y producción de petróleo, con efectos tanto positivos como negativos en el empleo y el medio ambiente local. 31 %	? (PIP) 0 %
	EXPP	Un crecimiento continuo en las exportaciones podría consolidar la posición de Barrancabermeja como un centro clave en el mercado de hidrocarburos a nivel internacional. 29 %	Aumento en las exportaciones podría resultar en una mayor inversión en infraestructura de transporte y logística, beneficiando otros sectores de la economía. 33 %	Un incremento en las exportaciones podría llevar a una mayor vigilancia y regulación por parte de entidades gubernamentales, asegurando cumplimiento de estándares ambientales y sociales 22 %	El crecimiento en exportaciones podría causar un efecto "enfermedad holandesa", donde otros sectores de la economía local se debilitan debido a la fortaleza del sector de hidrocarburos. 15 %	? (EXPP) 0 %

Nota: Elaboración propia, con apoyo del software LIPSOR-EPITA- MORPHOL

©IPSOR-EPITA-MORPHOL

4.3.1 Planteamiento de escenarios futuros

Primer escenario: Para el año 2040, el distrito especial de Barrancabermeja ha experimentado una transformación significativa en su sector hidrocarburos y su estructura socioeconómica global. Impulsado por un aumento en la inversión en exploración y producción, el distrito ha descubierto nuevas reservas de petróleo, lo que ha revitalizado la industria y estabilizado la economía local. Paralelamente, la inversión privada ha fomentado una diversificación económica, con un crecimiento notable en sectores como el turismo y la manufactura, reduciendo la dependencia histórica en el petróleo. Esta diversificación, junto con una disminución en la producción de petróleo tradicional, ha incentivado inversiones sustanciales en energías renovables y tecnologías alternativas, marcando el inicio de una transición energética en la región. Mientras tanto, el incremento en los precios internacionales del petróleo ha intensificado la exploración, trayendo consigo desafíos y oportunidades en empleo y gestión ambiental. Además, un notable aumento en las exportaciones ha llevado a inversiones robustas en infraestructura de transporte y logística, beneficiando a una amplia gama de sectores económicos y solidificando a Barrancabermeja como un centro energético y económico clave en la región.

Segundo escenario: Para el año 2040, Barrancabermeja se ha transformado en un centro energético diversificado y resiliente. Impulsado por un aumento en la inversión en exploración y producción, el distrito ha descubierto nuevas reservas de petróleo, mejorando sustancialmente las proyecciones de producción futura y estabilizando la economía local. A su vez, este auge en la industria del petróleo ha coincidido con un incremento en los precios internacionales, que ha intensificado las actividades de exploración y producción, afectando tanto positiva como

negativamente el empleo y el medio ambiente local. Paralelamente, la inversión privada en la ciudad ha fomentado una diversificación económica, con el turismo y la manufactura emergiendo como sectores vitales, reduciendo la dependencia del hidrocarburo. Además, la disminución en la producción tradicional de petróleo ha catalizado una mayor inversión en energías renovables y tecnologías alternativas, marcando la transición hacia una economía más sostenible. Con un crecimiento continuo en las exportaciones de petróleo, Barrancabermeja ha consolidado su posición como un centro clave en el mercado global de hidrocarburos, beneficiando a la infraestructura local y promoviendo una sinergia económica que abarca múltiples industrias.

Tercer escenario: Para el año 2040, Barrancabermeja se proyecta como un distrito dinámico y multifacético en el ámbito socioeconómico, especialmente en el sector de hidrocarburos. La inversión aumentada en exploración y producción ha resultado en descubrimientos significativos de nuevas reservas de petróleo, revitalizando la industria y mejorando las proyecciones de producción futura, lo cual ha estabilizado la economía local. Sin embargo, el descenso en la producción tradicional ha incrementado la dependencia de importaciones, afectando negativamente la balanza comercial del país. A su vez, un aumento en los precios internacionales del petróleo ha intensificado estas actividades de exploración, impactando tanto positiva como negativamente en el empleo y el medio ambiente. Paralelamente, el robusto aumento en la inversión privada ha propiciado una diversificación económica significativa, con el crecimiento de sectores como el turismo y la manufactura, reduciendo la dependencia histórica en el hidrocarburo. Adicionalmente, un crecimiento en las exportaciones de petróleo ha fomentado una mayor inversión en infraestructura de transporte y

Análisis de tendencias socioeconómicas del sector hidrocarburos en Barrancabermeja con metodología
MICMAC

logística, beneficiando otros sectores económicos y consolidando a Barrancabermeja como un importante núcleo logístico y comercial en el contexto internacional.

5 Conclusiones

La metodología MICMAC, según Godet y Durance, (2011), organiza y analiza las variables clave de un sistema y su entorno, enfatizando aquellas que son más influyentes y dependientes. Estas variables son fundamentales para la evolución del sector, pues marcan la dirección del desarrollo futuro. En Barrancabermeja, dos variables han sido identificadas como clave: la inversión en exploración y producción, y la inversión privada en la ciudad. Estas inversiones son esenciales para fomentar un crecimiento sostenido y estratégico, representando puntos de intervención para influir positivamente en el futuro a largo plazo del sector y garantizar una gestión que responda efectivamente a los desafíos y oportunidades que surgen.

Por otro lado, en el contexto de la prospectiva, tal como lo detalla Mojica (2006), el foco está en el análisis del futuro a través de las acciones del presente, lo que convierte a esta herramienta en un componente crítico para la toma de decisiones estratégicas. Esta metodología es especialmente útil para proyectar las necesidades y las intervenciones necesarias para el desarrollo del sector hidrocarburos en el distrito especial de Barrancabermeja, guiando las acciones a través de una visión coherente basada en las tendencias socioeconómicas actuales.

La selección de variables influyentes a través de herramientas como la Matriz de Influencias Directas (MID), la Matriz de Influencia Indirecta (MII) y la Matriz de Influencias Directas Potenciales (MIDP) permitió priorizar áreas de intervención críticas. Variables como la producción de petróleo, los precios internacionales del petróleo y las exportaciones de petróleo destacan dentro de este análisis. El enfoque en estas variables es fundamental porque no sólo

reflejan el estado actual y potencial del sector, sino que también son indicadores de su capacidad para adaptarse y prosperar bajo condiciones cambiantes.

El Análisis Morfológico se destaca como un método meticulosamente diseñado para investigar a fondo las complejas interrelaciones presentes en problemas de naturaleza multidimensional. Este enfoque analítico permite una estructuración sistemática y detallada de potenciales futuros, mediante la integración y combinación estratégica de diversos elementos. A través del uso del software MORPHOL, se facilitó la elaboración de estos análisis, permitiendo generar tres escenarios distintos. Estos escenarios se desarrollan y se evalúan con base en criterios de mayor probabilidad de ocurrencia, proporcionando así una visión prospectiva basada en estimaciones cuantitativas de su factibilidad.

6 Recomendaciones

Es importante que los actores estratégicos del sector incorporen en sus centros de investigación herramientas de análisis prospectivo como la metodología MICMAC y el Análisis Morfológico, para anticipar futuras necesidades y desafíos del sector. Es vital implementar una planificación que incorpore evaluaciones regulares del entorno y ajustes estratégicos en respuesta a cambios en las dinámicas del mercado y la regulación.

Igualmente se recomienda implementar un sistema de monitoreo y análisis continuo que utilice datos actualizados para revisar el impacto de las variables clave identificadas, como la producción de petróleo, los precios internacionales y las exportaciones. Este sistema debe estar equipado para ajustar las políticas y estrategias en tiempo real, optimizando las respuestas a las dinámicas del mercado y asegurando una gestión proactiva.

Se sugiere aprovechar los resultados del Análisis Morfológico y el software MORPHOL para elaborar planes estratégicos que consideren diversos escenarios futuros. Estos escenarios deben ser evaluados regularmente para ajustar las estrategias según la evolución del sector y del entorno económico y político. Esto ayudará a preparar mejor al sector para futuros desafíos y oportunidades.

Utilizar el Análisis Morfológico para modelar diversos escenarios futuros permite anticipar cambios y desafíos potenciales. Se recomienda establecer un comité o grupo de trabajo que se enfoque en la actualización continua de estos escenarios, permitiendo a los planificadores y decisores adaptar rápidamente las estrategias en respuesta a cambios en el entorno económico y tecnológico.

Dado que el sector hidrocarburos es altamente técnico y está en constante evolución, invertir en la capacitación y el desarrollo de habilidades locales es fundamental. Esto no sólo mejorará la eficiencia y la innovación dentro del sector, sino que también asegurará una fuerza laboral competente y preparada para implementar y adaptarse a nuevas tecnologías y métodos de trabajo.

Es necesario fomentar una mayor colaboración entre el gobierno, la industria y las instituciones académicas para promover la investigación y el desarrollo en el sector hidrocarburos. Esta colaboración puede facilitar la innovación, mejorar la eficiencia operativa y contribuir a la creación de soluciones sostenibles y ambientalmente responsables.

Referencias

- Acosta et al. (2016). *La relación entre el sector hidrocarburos y el crecimiento económico en Colombia: un análisis empírico. Economía y Desarrollo.*
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2022). *Informe de gestión 2022.* Obtenido de https://www.anh.gov.co/documents/21271/Informe_de_gestión_2022.pdf
- Ahmadi, M., Abedi, M., & Khalili, S. (2019). A Structural Analysis of the Oil and Gas Sector in Iran Using MICMAC and SWOT Analysis. *Energy Economics*, 78, 582-596. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.11.016>
- ANH. (2022). *Estadísticas de Producción.* Obtenido de <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regal%C3%ADas/sistemas-integrados-operaciones/estad%C3%ADsticas-de-producci%C3%B3n/>
- Aya Parra et al. (2018). *Impactos socioeconómicos y ambientales del sector hidrocarburos en el Magdalena Medio Colombiano.*, (47), 281-305.
- Banco Mundial. (2020). *World development indicators.* Obtenido de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Banco Mundial. (2021). *Climate Change: Overview.* Obtenido de <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/brief/global-overview-of-climate-change>
- Banco Mundial. (2021). *Urban population (% of total population).* Obtenido de <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>

- CAMPETROL. (2022). *Balance petrolero*. Obtenido de <https://campetrol.org/wp-content/uploads/2023/09/D.E.-Balance-Petrolero-S1-2023.pdf>
- CCB. (2018). *Informe económico del municipio de Barrancabermeja*. Obtenido de https://www.camaracomercio Barranca.org.co/sites/default/files/Informe_Economico_Barrancabermeja_2018.pdf
- CCB. (2021). *Dinámica de la industria petrolera*. Obtenido de https://drive.google.com/file/d/1CwzEVI8IOAkV54QQiL4Ry_fjNo2gPo_f/view
- CCB. (2022). *DINAMICA EMPRESARIAL BARRANCABERMEJA 2022*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1chlWcrRGOBOqJTGBgIsKGpp9ZTr8B1pW/view>
- Comisión Europea. (2020). *The European green deal*. Obtenido de https://ec.europa.eu/info/publications/european-green-deal-commission-gets-to-work_en
- Comisión Nacional de Hidrocarburos. (2018). *Análisis de la cadena de valor del petróleo y gas en México*. . Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/310143/ANALISIS_DE_LA_CADENA_DE_VALOR_DEL_PETROLEO_Y_GAS_EN_MEXICO.pdf
- da Costa et al. (2019). Structural analysis of oil and gas sector in Brazil using the MICMAC approach. *Energy*, 175, 23-31. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.054>
- ECOPETROL. (2022). *INFORME INTEGRADO DE GESTIÓN 2022*. Obtenido de <https://files.ecopetrol.com.co/web/esp/agaesp2023/informe-integrado-gestion2022.pdf>

EIA. (2021). *Global energy review 2021*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/investments>

Fernández et al. (2021). Analysis of the Energy Sector in Argentina with a focus on the Oil and Gas Industry: A Structural Analysis Approach. *Energies*. 14(1), 64. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/en14010064>

Foro Económico Mundial. (2020). *The future of jobs report 2020*. Obtenido de <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

Foro Económico Mundial. (2020). *Future of jobs report 2020*. Obtenido de <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>

Foro Económico Mundial. (2021). *Digital economy report 2021*. Obtenido de <https://www.weforum.org/reports/digital-economy-report-2021>

Global sustainable investment. (2020). *review 2020*. Obtenido de https://www.gsi-alliance.org/wp-content/uploads/2021/03/GSIR_Review2020.3.31.pdf

Godet y Durance. (2011). *La prospectiva Estratégica para las empresas y territorios*. Traducido por Karel García Cortina. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción: Manual de Prospectiva y Estrategia*. Barcelona.

Godet, M. (2000). *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica*. España: Gerpa.

González, A., & Bernal, J. (2018). *Impacto socioambiental de la industria petrolera en*

Colombia. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0121326317300963>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación (6ta ed.)*.

McGraw Hill.

IEA. (2018). *World Energy Outlook*. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018>

IEA. (2019). *Perspectivas mundiales del petróleo y el gas*. Obtenido de

<https://www.iea.org/reports/oil-and-gas-futures-2019>

IEA. (2020). *Renewable energy 2020*. Obtenido de

(2020).<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-2020>

IEA. (2021). *CO2 Emissions from Fuel Combustion 2021*. Obtenido de

<https://www.iea.org/reports/co2-emissions-from-fuel-combustion-2021>

IRENA. (2021). Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2021/Apr/Renewable-Energy-Statistics-2021>

McKinsey Global Institute. (2021). *The state of AI in 2021*. Obtenido de

<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021>

Ministerio de Minas y Energía. (2021). *Estadísticas del sector hidrocarburos*. Obtenido de

<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/estad%C3%ADsticas-gas-combustible/>

Moreno, J., López, L. K., & Martínez, A. (2018). Análisis de la estructura del sector

hidrocarburos colombiano mediante la metodología MICMAC. (2.-2. 16(25), Ed.)

Revista Científica General José María Córdova. Obtenido de

<https://doi.org/10.21830/19006586.317>

NASA. (2022). *Global Temperature*. Obtenido de [https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-](https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/)

[temperature/](https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/)

OMPI. (2021). *Índice Global de Innovación 2021*. Obtenido de

https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021/

ONU. (2019). *World population prospects 2019*. Obtenido de

https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_10KeyFindings.pdf

ONU. (2020). *International migrant stock 2019*. Obtenido de

<https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/data/estimates2/estimates19.asp>

Pérez, J. M., Ramos, S. E., & Vega, A. J. (2021). *Dinámica del sector de hidrocarburos en*

Barrancabermeja mediante el método MICMAC.

- Rojas, D. F., Gómez, J. F., & González, C. D. (2020). Análisis de la estructura del sector hidrocarburos en Barrancabermeja mediante el método MICMAC. *Pensamiento y Gestión*, (48), 143-163. Obtenido de <https://doi.org/10.14482/pege.48.14357>
- Sierra, D., & Vera, Y. (2020). Análisis estructural de la industria petrolera colombiana mediante el método MICMAC. *Revista de Investigación Académica*, 21, 1-16.
doi:10.22490/25392786.3996
- UIT. (2021). *The state of broadband 2021*. Obtenido de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/state-of-broadband/2021/The-State-of-Broadband>
- UNCTAD. (2020). *Informe sobre las inversiones en el mundo 2020*. Obtenido de [https://unctad.org/system/files/official-document/ unctad_wir2020_es.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/unctad_wir2020_es.pdf)
- UNESCO. (2021). *Education: From disruption to recovery*. Obtenido de <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>
- Vargas et al. (2019). Estructura del sector hidrocarburos en Barrancabermeja y su relación con la economía local mediante el método MICMAC. *Revista Científica General José María Córdova*, 17(30), 38-49. Obtenido de <https://doi.org/10.218>
- Vega et al. (2021). Estructura del sector de hidrocarburos en Colombia y su relación con la economía nacional mediante el método MICMAC. *Pensamiento y Gestión*, (51),138-159. Obtenido de <https://doi.org/10.14482/pege.51.13890>