

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Análisis de la Importancia de la Transición Energética en la Industria de los Hidrocarburos en Colombia

Fabián Andrés Almanza Sánchez

Frannuer Albeiro Farfán Salazar

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero de Petróleos

Director

MSC. Kathy Margarita Daza Brochero

Magister en Ingeniería de Petróleos

Co-Director

Esp. Oscar Vanegas Angarita

Especialista en Finanzas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería de Petróleos

Bucaramanga

2022

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Dedicatoria 1

A Dios y a la virgen por ser mi todo, por haberme permitido recorrer este camino con salud y fortaleza para lograr los objetivos de mi vida, llenándome de fuerza para persistir siempre bajo su voluntad.

A mi Madre, Mariela Salazar, por estar siempre a mi lado, apoyándome y motivándome; por su esfuerzo y dedicación, por sus actos de amor cada día.

A Norela, por su motivación constante hacia el camino académico y la mentalidad de alcanzar grandes propósitos.

A Zahree, por su apoyo y protección constante, por llenarme de esperanza y fortaleza.

A Leonardo, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por su comprensión y paciencia.

A mi Esposa Nathalia Bueno, por acompañarme en tantos momentos determinantes de la vida, por buscar siempre lo mejor para mí y enseñarme el valor de lo esencial, por creer siempre en mí.

Frannuer Albeiro Farfán Salazar

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Dedicatoria 2

Quiero dedicar este proyecto primero a Dios por sus bendiciones, por protegerme a mí y a mi familia de todo mal y peligro en todo momento.

A mi madre **Carmen Rosa Sánchez Reyes**, por ser un pilar tan importante en mi vida, la persona que ha dado todo el esfuerzo y confianza en mí, la que me educó con valores y principios morales y, sobre todo, mucho amor.

A mi padre **Álvaro Almanza Dorado**, por haberme brindado su apoyo y estar presente en lo que necesitara.

A mi hermana **Alexandra Almanza**, por estar siempre cuando la necesito y velar por mi bienestar.

A mi Hermano **Mauricio Almanza**, por estar presente cada momento que lo he necesitado en este camino.

A mis Sobrinas, quienes he visto crecer en este proceso.

A mi Hija **Luciana Almanza**, por ser mi mayor bendición y mi mayor motivo de lucha.

Y a mi Esposa **Astrid Morales**, por acompañarme en la mayor parte de tiempo en este proceso de estudio y ser mi compañera de vida.

Fabian Andrés Almanza Sánchez

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, por permitirnos una formación en sus instalaciones.

A la escuela de ingeniería de petróleos, por ser una escuela llena de personas maravillosas, por contar con docentes que llenaron nuestras vidas de conocimientos éticos y profesionales, por adentrarnos en el estudio de esta disciplina tan espectacular y con gran aplicación en todas las áreas de la vida.

A todos los profesores de la escuela de ingeniería de petróleos UIS, quienes despertaron nuestro interés y dedicación a esta profesión.

A nuestra directora de proyecto Kathy Daza Brochero y a nuestro Codirector Oscar Vanegas, por sus conocimientos y orientación.

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Objetivos	13
1.1. Objetivo General	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. Metodología	14
2.1. Diseño Metodológico	14
2.2. Prototipo de la Ecuación de Búsqueda	15
2.3. Revisión Literaria con VOSviewer	16
3. Transición Energética	17
3.1. Cambio Climático	18
3.2. Acuerdo de Paris	19
3.3. Emisiones de CO₂	19
3.4. Tipos de Fuentes de Energía	20
3.4.1. Fuentes no Convencionales de Energía	21
3.5. Fuentes Convencionales de Energía no Renovable y Panorama Energético en Colombia	24
3.5.1. Producción de Petróleo	25
3.5.3. Producción de Carbón	36
3.6. Crecimiento Económico Mundial y Demanda Energética	37
3.7. Energía y Desarrollo Económico	38
3.8. Logros del Ministerio de Minas y Energía en Colombia	39
3.8.1. Misión de la Transformación Energética	40
3.9. Distribución de los proyectos de generación de fuentes no convencionales en Colombia	41
4. Caracterizar los alcances de la normatividad legal vigente en Colombia sobre la transición energética	43
4.1. Alcances de la normatividad colombiana	43
4.2. Caracterización de la legislación colombiana	45
4.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible	47
4.4. Política Pública	49

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

4.5. Subastas Públicas	49
4.5.1. <i>Proyectos adjudicados</i>	51
5. Propuestas de transición energética en la Industria Colombiana de Hidrocarburos.....	54
5.1. Oportunidades, dificultades y propuestas colombianas para la transición energética.....	55
5.2. Pilotos, proyecciones y alcances de nuevas formas de energía.....	59
5.3. Descarbonización y hoja de ruta de la transición energética	62
6. Impacto socio-ambiental de la transición energética en empresas de Hidrocarburos.....	66
6.1. Generación de empleo.....	66
6.2. Inversión Social	66
6.3. Emisiones	68
6.4. Otros aportes	69
6.5 Revisión de precios actuales de carbón, gas y petróleo.....	70
6.5.1. <i>Impacto de la exploración de gas y petróleo</i>	71
6.6. Análisis DOFA casos de empresas sector de Hidrocarburos	72
6.6.1. <i>Complejo eólico Jemeiwaa Kai</i>	74
6.6.2. <i>Parque Solar El Paso</i>	74
6.6.3. <i>Proyecto Hidroeléctrico Ituango</i>	75
7. Conclusiones	75
Referencias Bibliográficas.....	79

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Normatividad Colombiana</i>	44
Tabla 2 <i>Ley de Transición Energética</i>	46
Tabla 3 <i>Subastas Públicas</i>	50
Tabla 4 <i>Escenarios de Desarrollo</i>	71
Tabla 5 <i>DOFA Complejo Eólico</i>	72
Tabla 6 <i>DOFA Parque Solar EL PASO</i>	73
Tabla 7 <i>DOFA Hidroitango</i>	73

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ecuación de Búsqueda</i>	16
Figura 2 <i>Emisión Mundial de gases efecto invernadero</i>	¡Error! Marcador no definido.1
Figura 3 <i>Clasificación fuentes de energía</i>	¡Error! Marcador no definido.2
Figura 4 <i>Producción Petróleo en Colombia</i>	¡Error! Marcador no definido.6
Figura 5 <i>Producción Mensual de Petróleo</i>	¡Error! Marcador no definido.7
Figura 6 <i>Producción por Departamentos</i>	28
Figura 7 <i>Demanda de combustibles</i>	29
Figura 8 <i>Pozos perforados</i>	¡Error! Marcador no definido.0
Figura 9 <i>Reservas Probadas</i>	¡Error! Marcador no definido.1
Figura 10 <i>Reservas por Departamento</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11 <i>Gas comercializado</i>	33
Figura 12 <i>Inversión vs Producción</i>	34
Figura 13 <i>Reservas Probadas de Gas</i>	3¡Error! Marcador no definido.
Figura 14 <i>Reservas de carbón</i>	37
Figura 15 <i>Focos de Transición Energética</i>	41
Figura 16 <i>Proyectos de Generación de Energías Renovables</i>	42
Figura 17 <i>Objetivos de Desarrollo sostenible</i>	48
Figura 18 <i>Proyectos de subasta pública</i>	52
Figura 19 <i>Compradores y Vendedores de Subasta Pública</i>	53
Figura 20 <i>Objetivos Sectoriales</i>	59
Figura 21 <i>Hoja de Ruta de la Transición Energética</i>	61
Figura 22 <i>Generación de Empleos Hidrocarburos</i>	65
Figura 23 <i>Inversión Social Hidrocarburos</i>	65
Figura 24 <i>Emisiones</i>	67

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Resumen

Título: Análisis de la Importancia de la Transición Energética en la Industria de los Hidrocarburos en Colombia. ^{1*}

Autor: Fabián Andrés Almanza Sánchez, Frannuer Albeiro Farfán Salazar. ^{2**}

Palabras claves: Hidrocarburos, Impacto Socioambiental, Normatividad ambiental, Transición Energética.

Descripción:

El tema de la Transición Energética es común a todos los países del mundo frente a las consecuencias del cambio climático y ante el presumible pico de la producción del petróleo como principal fuente de energía y que se prevé entre en decline, además de haber generado una dependencia casi absoluta con consecuencias negativas para el medio ambiente. Por esta razón, el objetivo de esta investigación se centra en analizar la importancia de la transición energética en la Industria de Hidrocarburos en Colombia, recurriendo a una revisión bibliográfica de fuentes secundarias de información confiable y válida con lo cual este estudio aporta a la construcción de literatura relacionada con un tema considerado prioritario para el campo de Ingeniería de petróleos. Lo anterior, desde una visión crítica de desarrollo donde es posible revisar los alcances de dicha Transición en beneficio de futuras generaciones y con clara orientación a mitigar los impactos adversos del cambio climático.

¹ * Trabajo de Grado

² ** Facultad de ingenierías fisicoquímicas. Escuela de ingeniería de petróleos. Director: Kathy Margarita Daza Brochero, Msc. Ingeniería de Petróleos. Codirector: Oscar Vanegas Angarita, Especialista en finanzas.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Abstract

Title: Analysis of the Importance of the Energy Transition in the Hydrocarbons Industry in Colombia. ^{3*}

Author: Fabián Andrés Almanza Sánchez, Frannuer Albeiro Farfán Salazar. ^{4**}

Keywords: Hydrocarbons, Socio-environmental Impact, Environmental Regulations, Energy Transition.

Description:

The issue of the Energy Transition is common to all the countries of the world in the face of the consequences of climate change and in the face of the presumed peak of oil production as the main source of energy, which is expected to be in decline, in addition to having generated a necessary dependency with negative consequences for the mediocre environment. For this reason, the object of this research focuses on analyzing the importance of the energy transition in the Hydrocarbons Industry in Colombia, resorting to a review of the bibliography of secondary sources of reliable information and validating it with the study contributed to the construction of Literature. related to a topic considered a priority for the field of Petroleum engineering. The foregoing, from a critical view of development where it is possible to review the scope of said Transition for the benefit of future generations and with a clear orientation to mitigate the adverse impacts of climate change.

³ * Degree Work

⁴ ** Faculty of Physicochemical Engineering. Petroleum Engineering School. Advisor: Kathy Margarita Daza Brochero, Msc. Petroleum Engineering. Co-advisor: Oscar Vanegas Angarita, finance specialist

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Introducción

Las fuentes de energía primaria están compuestas básicamente de recursos no renovables, los cuales son consumidos al utilizarse y no se agotan por el uso, denominados renovables, comprendiendo el primero, combustibles de tipo fósil como el carbón, el gas, el petróleo y el uranio que se utilizan para la generación de energía nuclear; mientras que la segunda hace referencia a la energía eólica, solar, la biomasa, la geotermia, el biodiesel, la energía hidráulica y el bioetanol entre otros.

A la par de los países del mundo, Colombia ha ingresado a la era la transición energética, en consideración a que posee una industria petrolera fuerte y solvente, donde su principal empresa, Ecopetrol, ha iniciado el camino que lo conduce a las energías alternativas y a partir de la última subasta convocada por el Ministerio de Minas y Energía (contrato para garantizar suministro de energía al país), asegura al país una generación para el año 2022 por ese camino de aproximadamente 2250 megavatios de energías renovables, equivalente tal vez a lo que podría producir Hidroituango, cuyo cálculo se aproxima a los 2400 megavatios (Arboleda, 2020).

De esta manera, tal como cita el mismo artículo durante el último trienio, respecto a la generación de energías alternativas y en el caso particular de la energía solar, esta representó más del 50 %, lo cual indica que Colombia va camino a la renovación y con lo cual, puede mitigarse de alguna manera los efectos del cambio climático.

Es así como para el caso colombiano y el resto del mundo, el objetivo de la transición energética es aumentar y masificar el uso de nuevas fuentes de energía limpias como el viento, la radiación solar y la biomasa logrando de esa forma diversificar la matriz de energías primarias con lo cual, de manera gradual se reduce el uso de los combustibles fósiles. Contextualizando este

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

panorama, globalmente las potencias pioneras y líderes de dicha transición han presentado múltiples dificultades en dicho proceso, enunciadas en el hecho que la integración de energías renovables en los mercados eléctricos de Italia, Dinamarca, Suecia, China, Japón, Estados Unidos y Alemania; esto ha evidenciado múltiples dificultades asociadas al fomento de desarrollo tecnológico tales como presión de monopolios energéticos, déficit de seguridad energética y falta de infraestructura, lo cual pone un obstáculo en la rueda para un avance sostenido en su implementación (Ordoñez, 2017).

En consecuencia, ante la necesidad de aportar con esta investigación al análisis del problema, el estudio aquí presentado plantea como objetivo realizar un análisis a la importancia de la transición energética en la Industria de Hidrocarburos en Colombia mediante una recopilación bibliográfica de diferentes fuentes de información sobre el tema de la transición energética. Para lograrlo, se recurre a caracterizar los alcances de la normatividad legal vigente en nuestro país acerca de la transición energética, identificando las propuestas existentes y en desarrollo a nivel nacional respecto a la industria de hidrocarburos y evaluando someramente el impacto socio ambiental derivado de este proceso a través de la aplicación de un análisis en una matriz DOFA.

Entendiendo los desafíos que trae consigo el proceso de la transición energética, que además ha propuesto un pulso económico entre los interesados en impulsar dichas energías alternativas renovables y quienes consideran que es necesario seguir explotando los combustibles fósiles, este documento realiza un aporte desde la revisión bibliográfica existente contrastando diferentes puntos de vista, estudios, artículos y tesis relacionados con la categoría principal propuesta y discutida en los capítulos que conforman esta investigación.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

1. Objetivos

Los objetivos de la Investigación planteados en el estudio son los siguientes:

1.1. Objetivo General

Analizar la importancia de la transición energética en la Industria de Hidrocarburos en Colombia.

1.2. Objetivos Específicos

Realizar una recopilación bibliográfica y un análisis de esta, a través de las diferentes fuentes de información sobre el tema de la transición energética.

Caracterizar los alcances de la normatividad legal vigente en Colombia sobre la transición energética.

Identificar determinadas propuestas de transición energética a nivel nacional respecto a la industria de hidrocarburos.

Evaluar el impacto socioambiental derivado de la transición energética en algunas empresas de hidrocarburos, por medio de la elaboración y análisis de una matriz DOFA.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

2. Metodología

El trabajo de investigación aquí propuesto corresponde específicamente, a una síntesis descriptiva y expositiva sobre los temas a tratar que se describen en los diferentes capítulos que lo conforman, donde la adecuada selección, tratamiento y análisis de la información recabada son fundamentales para alcanzar unas conclusiones válidas y pertinentes en el campo de la Ingeniería de petróleos como insumo para posteriores e investigaciones profundas de carácter interdisciplinario, por lo cual se refiere la siguiente metodología:

2.1. Diseño Metodológico

Dada la naturaleza de la investigación desarrollada y dado que aborda temas relacionados con un proceso que pretende garantizar la sostenibilidad de los recursos renovables en beneficio de una comunidad, se enmarca en el paradigma cualitativo, considerando que la teoría analizada en contexto es generada con base en la comparación de investigaciones previas con los resultados del estudio, convirtiendo el trabajo actual como una extensión de las investigaciones antecedentes (Estado del Arte) (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Igualmente, al tratarse de una investigación de tipo Teórico conceptual, se realiza una indagación en fuentes de información secundaria (bases de datos, documento, tesis y estudios) con el fin de analizar información referida a una categoría principal del estudio como es el tema de la transición energética de la cual, se expondrán los temas mencionados en la introducción y que se analizan en los capítulos a continuación.

Por otra parte, se trata de una investigación no experimental, ya que no existe manipulación de las variables, partiendo en consecuencia de una serie de estudios realizados por otros

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

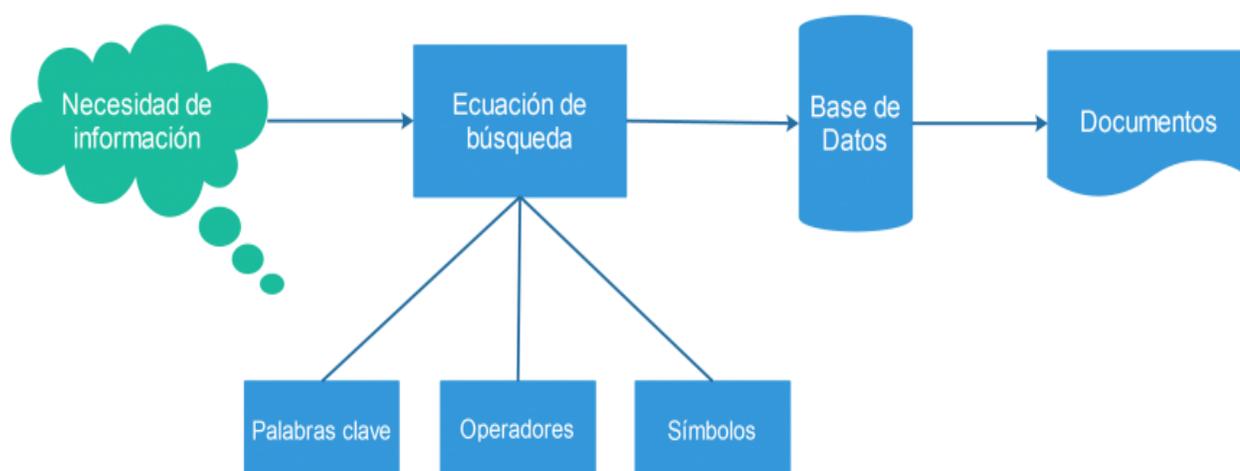
investigadores, con el objeto de compilar la información y analizarla bajo unos temas que han sido previamente planteados, se requiere de un diseño transeccional descriptivo, pues el objetivo planteado en el estudio permite indagar la incidencia de modalidades y niveles de una o más variables en un proceso técnico como es la producción de energías limpias.

2.2. Prototipo de la Ecuación de Búsqueda

Contextualizada con las bases de datos académicas, la construcción de las ecuaciones de búsqueda es utilizada para expresar de la forma más exacta posible las necesidades de información de los investigadores, las cuales se componen de diferentes conceptos expresados en forma de palabras claves y uno o más operadores de búsqueda que articulan la relación entre ellas y por tanto, se utiliza un lenguaje de intermediación entre la necesidad de información de los individuos (inobservables) y un ordenador que intenta una solución (Codina, 2017). El proceso de búsqueda se muestra a continuación en la Figura 1:

Figura 1

Ecuación de Búsqueda



IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Nota: La figura representa el proceso de utilización de una ecuación de búsqueda para generar información requerida para el desarrollo del estudio. Fuente: Codina (2017).

Para construir las ecuaciones de búsqueda, debe conocerse tres componentes como son: Palabras clave, Operadores y Símbolos reservados; es así como para este caso las palabras claves se establecen de acuerdo con las diferentes categorías de estudio y términos relevantes del estudio. Los operadores son los componentes que permiten combinarlas con la mínima ambigüedad posible y para este caso, se utilizarán los Operadores Booleanos como son: OR, AND, NOT y como símbolos reservados se utilizan los paréntesis o las comillas. De esta manera, el prototipo de la ecuación de búsqueda para este estudio se menciona a continuación:

“Transición energética” OR “cambio energético” AND energías renovables OR energías limpias” AND “Hidrocarburos” AND “transición energética”; “nuevas fuentes de energía “OR “energías renovables AND “transición energética”.

Así, se denotan los criterios de inclusión que son importantes para este estudio en particular:

- Estudios publicados con fecha del 1 de enero de 2016 en adelante.
- Artículos, tesis, investigaciones y documentos que cumplan con las palabras claves definidas en este estudio.
- Provenientes de fuentes científicas confiables.

2.3. Revisión Literaria con VOSviewer

VOSviewer es un software de uso libre que permite realizar un análisis y visualizar literatura científica a través de redes bibliométricas, el cual requiere de la pesquisa de artículos

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

científicos, aunque tiene una limitante y es precisamente, que utiliza base de datos como SCOPUS, Web Of Science y PUBMED. En consecuencia, se utilizará alternativamente, además de Google Académico y otras bases de datos.

3. Transición Energética

Revolucionar el sistema energético en el país, descarbonizar las fuentes de energía y migrar a energías más limpias, cuyo impacto ambiental sea el mínimo posible, es uno de los objetivos con mayor apuesta a nivel económico e industrial, pues de esta forma se pretende asegurar el crecimiento energético del país durante las próximas décadas, generando empleo y preparando la nación con pasos agigantados a la escasez mundial y a la autonomía de la energía. Uno de los principales factores que llevó a pensar en una evolución de las fuentes de energía que consumimos, fue la alta contaminación de CO₂ en el mundo y con ello, las consecuencias ambientales que trae esto. Desde entonces, el uso del gas natural se ha convertido en el puente de transición energética al ser el combustible fósil de más bajas emisiones y que representa uno de los mayores activos del país (BDA, 2019).

La transición energética también ha planteado a los gobiernos la necesidad de generar cambios en los hábitos de consumo de las personas y la manera de producción de las empresas, generando un cambio en el modelo energético de manera integral y de esta manera, frenar la tendencia del cambio climático a raíz de las emisiones de carbono.

Entre tanto, en Colombia se ha creado una hoja de ruta que desde el 2018, que establece los objetivos de descarbonización en el país y mayor acceso a energías limpias, no sólo eléctrica, sino de gas natural; con ello se busca mejorar la calidad de vida de las miles de familias campesinas que aun utilizan leña para la cocinar, conformando cerca de 496 mil familias; además, esto permite

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

mejorar las condiciones salud y la esperanza de vida de dichas familias, marcando un cambio formidable frente a la reducción de emisión de CO₂ (BID, 2017). En consecuencia, es pertinente anotar los temas expuestos a continuación:

3.1. Cambio Climático

Los evidentes aumentos de temperatura permiten concluir que el cambio climático es innegable, de por sí, la década del 2011 al 2021 presentó el registro de temperaturas más altas y el 2020 fue el tercer año más caliente (ONU, 2020). Es de considerar que se espera un aumento hasta de cinco grados Celsius durante este siglo. Además, afirma el Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste, el planeta está entrando en un periodo donde el cambio climático será el más rápido en los últimos mil años.

También, se han registrado aumentos de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, los cuales han aumentado un 40% desde la época preindustrial, a causa de las emisiones provenientes de combustibles fósiles. Esta alta concentración de gases de efecto invernadero se ha depositado hasta un 30% en el suelo y en las aguas, provocando de esta manera su acidificación (Ballesteros, 2018).

Según estudios realizados en Colombia, se reporta un incremento del nivel del mar entre tres a cinco milímetros al año en zonas como Buenaventura y Tumaco durante los últimos 50 años, debido al calentamiento y derretimiento de los glaciares provocados por el calentamiento global. Del mismo modo, se evidencia que en tan solo 45 años, desaparecieron ocho glaciares y además, se estima que para el 2060 el nivel del mar en la costa caribe aumentará más de 40 centímetros y al menos unos 60 centímetros en la costa pacífica colombiana, generando complicaciones, entre ellas, la inundación de zonas deltas de grandes ríos en el país y la incursión de agua salada en

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

sistemas de agua dulce, problemática que afectaría la vida animal y vegetal de esta zona (Vides, 2019). Con el fin de crear adaptaciones a este fenómeno, se ha promulgado por parte de la comunidad internacional, diferentes acuerdos y tratados para minimizar los efectos irreversibles que dicho fenómeno ocasiona.

3.2. Acuerdo de Paris

Corresponde a un acuerdo firmado por 195 naciones en el año 2015 y ratificado por 189 naciones para el pasado 2021, en el que se establecieron múltiples objetivos con el propósito de disminuir la temperatura global en 2°C respecto a niveles de pre-industrialización, además de llegar a la descarbonización y neutralidad climática para el año 2050.

El acuerdo de París es, además, un acuerdo de inversión sostenible en el que grandes inversionistas están enfocados en dirigir flujo de capital hacia proyectos ecológicos, ambientales y sostenibles. Este tipo de proyectos reemplazarían a los comúnmente utilizados para la generación de energía, como el carbón y los hidrocarburos por sistemas de generación de energía renovable como proyectos solares, eólicos, biocombustibles, entre otros; esto con el propósito de contaminar en menor porcentaje el medio ambiente.

En este acuerdo, los países involucrados cuya participación es totalmente voluntaria y transparente, reconocen la importancia de reducir al mínimo los daños relacionados con los efectos del cambio climático, como los fenómenos de evolución lenta y los fenómenos meteorológicos de manera cooperativa y facilitadora como mecanismo de apoyo entre las naciones.

3.3. Emisiones de CO₂

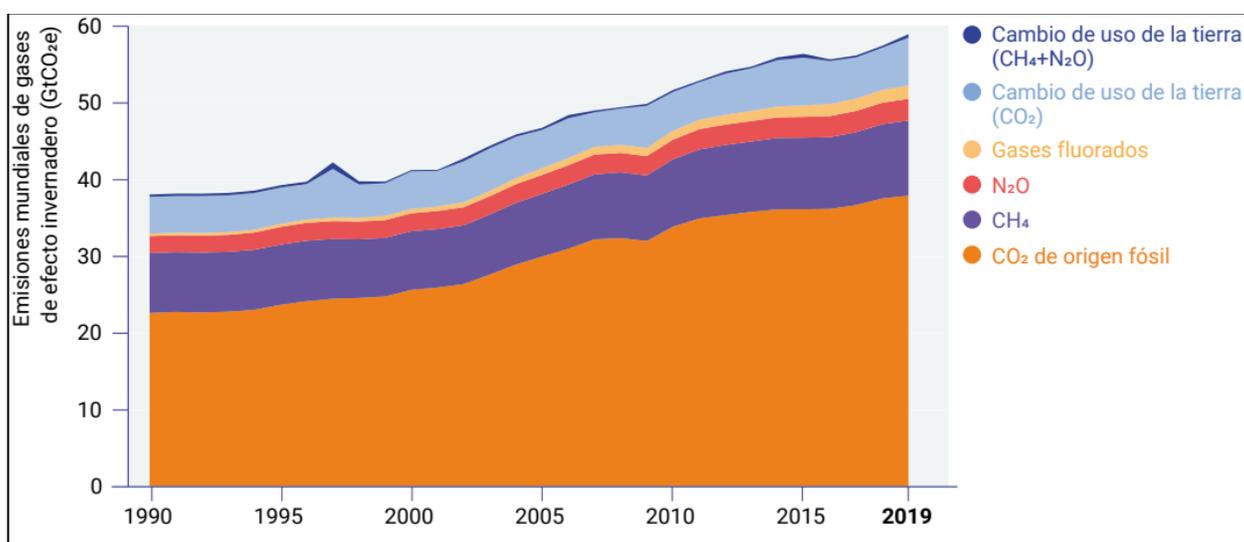
Las emisiones de gases invernadero son los principales impulsores del cambio climático. Según afirma la organización mundial de la salud, las emisiones de estos gases fue la más grande

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

para el año 2018. Como se observa en la gráfica X, la producción de CO₂ se ve reflejada en su mayoría por ser de origen fósil de hasta 38 giga toneladas de CO₂ emitidas (GtCO₂e) tal como lo afirma (Martinez, 2021). Si bien es representado por la combustión de combustibles fósiles, también se debe tener en cuenta los incendios forestales que ocurren durante cada año mostrado, los cuales fueron más comunes entre el 2018 y el 2019.

Figura 2

Emisión mundial de gases de efecto invernadero hasta el 2020



Nota. Recuperado de: ONU, (2020.). Informe sobre la brecha en las emisiones del 2020: recibido April 24, 2022, desde <https://news.un.org/es/story/2021/01/1486552>

3.4. Tipos de Fuentes de Energía

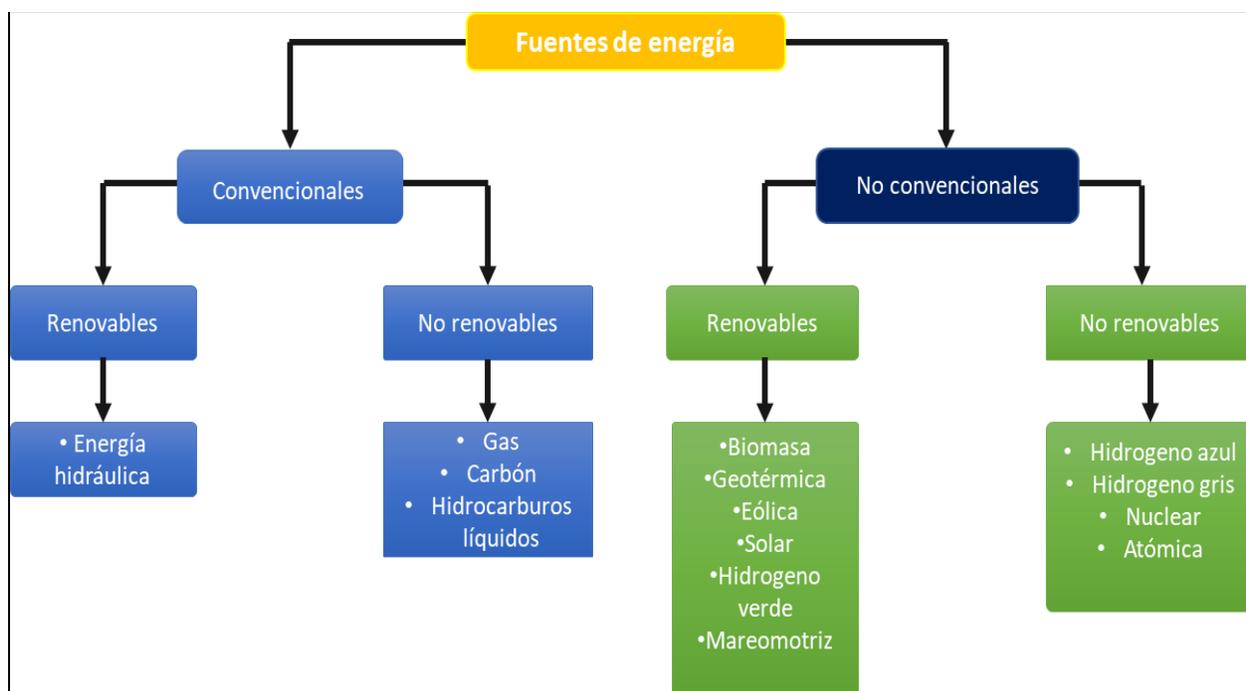
A fin de realizar una pertinente diferenciación de las fuentes de energía, estas son clasificadas como convencionales y no convencionales. Esta última cuyo interés es energético en el país por sus grandes capacidades de exportación, es a su vez clasificada como fuente de energía no convencional renovables (FNCR) y fuente de energía no convencional no renovables (FNCE).

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

A continuación, en la Figura 3 se presenta esta clasificación y la definición de las FNCER que son relevantes para esta investigación:

Figura 3

Clasificación actual de los tipos de fuentes de energía



Nota. Recuperado de: ONU, (2020). Informe sobre Fuentes de energía en torno a las medidas adoptadas contra el cambio climático.

3.4.1. Fuentes no Convencionales de Energía

Este tipo de recurso energético es ambientalmente sostenible, lo que quiere decir que pueden mantenerse productivo y equilibrado con el paso del tiempo y son no convencionales, puesto que en el país no son ampliamente usados, o aún no se comercializan. Estas fuentes no convencionales y renovables son consideradas como una alternativa limpia, con una huella de

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

carbono muy baja para el suministro de electricidad, o como combustible frente a generación eléctrica a base de combustibles fósiles y el uso de hidrocarburos gaseosos o líquidos y el carbón como fuente de combustible (UPME, 2018). Dentro de estas fuentes de energía se pueden apreciar las siguientes:

3.4.1.1. Energía de Biomasa: Es la energía no convencional renovable que se logra obtener a partir de cualquier tipo de materia orgánica, cuyo origen puede ser de consecuencia biológica y natural. La biomasa se caracteriza por tener un bajo contenido de carbono y por lograr ser cultivable, ya que en su mayoría puede ser conformada por materia vegetal y su mayor aplicación está en la obtención de calor mediante la combustión de la biomasa. Se considera que la biomasa también puede ser transformada bajo procesos químicos en combustibles como el metanol y el etanol, sin embargo, estas perspectivas no compensan los beneficios del aprovechamiento energético, ya que la combustión de la biomasa libera altos niveles de dióxido de carbono contaminante.

Se define igualmente como la energía que se puede obtener de los compuestos orgánicos formados en procesos naturales y conseguida fundamentalmente a través de determinados cultivos vegetales que puedan transformarse en energía, mediante el aprovechamiento de algunos residuos domésticos, agrícolas o forestales, o mediante la transformación biológica o química de ciertas especies vegetales para convertirlas también en combustible (metanol y etanol) (Foro Nuclear, 2020).

3.4.1.2. Energía Eólica: Esta energía es obtenida a partir del movimiento que genera el aire al pasar a través de unas aspas conectadas a un generador, haciendo que estas giren y generando electricidad. Para entender por qué es tan importante el viento, se debe hacer

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

énfasis en la radiación solar que calienta el aire y que genera corrientes de convección que hacen que el aire circule, generando así energía cinética que luego es aprovechada por el generador produciendo energía sostenible (Mora, 2019)

3.4.1.3. Energía Geotérmica: Es la energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el aprovechamiento del calor producido por el magma de la tierra. Bajo la corteza terrestre tenemos zonas de altas temperaturas, habiendo así zonas donde se puede alcanzar los 200 °C, la suficiente para hacer girar las turbinas de un generador eléctrico y de esta forma, ser eficientes, autosostenibles con cero emisiones de dióxido de carbono (Mora, 2019). Sin embargo, algunas teorías anotan que la energía geotérmica es un tipo de energía medianamente renovable y de origen eminentemente volcánico, por lo tanto, se trata de aprovechar el calor interno de la Tierra para extraer del subsuelo aguas a temperaturas elevadas, a partir de lo cual se puede generar energía calórica útil para aprovechar electricidad.

3.4.1.4. Energía Solar: Esta es una fuente de energía que puede ser obtenida a partir de la radiación electromagnética proveniente del sol y recibida en un panel fotovoltaico. En esta, los rayos solares inciden y estimulan las placas del panel produciendo una diferencia de voltaje entre las placas y generando energía eléctrica, que luego será conducida hacia una red eléctrica para su consumo, haciéndola una fuente inagotable y no convencional de energía renovable (Mora, 2019).

3.4.1.5. Energía Mareomotriz: Es la energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable, que aprovecha los fenómenos naturales marinos como lo son las mareas, el oleaje, las corrientes marinas, los gradientes térmicos oceánicos y los

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

gradientes de salinidad; para aprovechar la energía la energía cinética en este sistema por medio de generadores eléctricos (Mora, 2019).

3.4.1.6 Energía de Hidrogeno verde: El hidrógeno verde es producido a partir del aprovechamiento de Fuentes no convencionales de Energía Renovables mencionadas anteriormente y el agua. Esta combinación genera la descomposición del agua en oxígeno e hidrógeno mediante un proceso llamado hidrólisis. Hasta hace poco, la hidrólisis era realizada con el uso de energías convencionales y era poco amigable con el medio ambiente. La energía obtenida a partir del hidrógeno es hasta tres veces más densa que la gasolina y 120 veces más que la batería de litio, por lo que es altamente atractiva en los nuevos escenarios energéticos.

3.5. Fuentes Convencionales de Energía no Renovable y Panorama Energético en Colombia

La evolución de los recursos energéticos con dirección de procesos y productos libres de contaminantes y la adopción de mayor responsabilidad con el medio ambiente, están envolviendo a Colombia en una posición estratégica al ser uno de los primeros países en tomar estas medidas y en poseer mayor capacidad instalada para el desarrollo de energías no convencionales. Una de las razones por las que el país ha entrado en esta decisión, es la proyección a largo plazo de la alta circulación de vehículos eléctricos. Un acuerdo entre varios países ha sido incluir dentro de los planes energéticos del país, los objetivos de desarrollo sostenible, además de buscar autosuficiencia energética como estratégica económica de la nación. A continuación, se realiza un breve análisis de la situación actual del país entre la oferta y la demanda del sector energético, así como de las proyecciones y trabajos asociados para mantener al alza el sector económico de Colombia.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Con base a dichas fuentes, a continuación se esgrimen algunos datos sobre la producción de gas, petróleo y carbón en el territorio colombiano para su análisis en contexto, sobre el panorama energético a futuro.

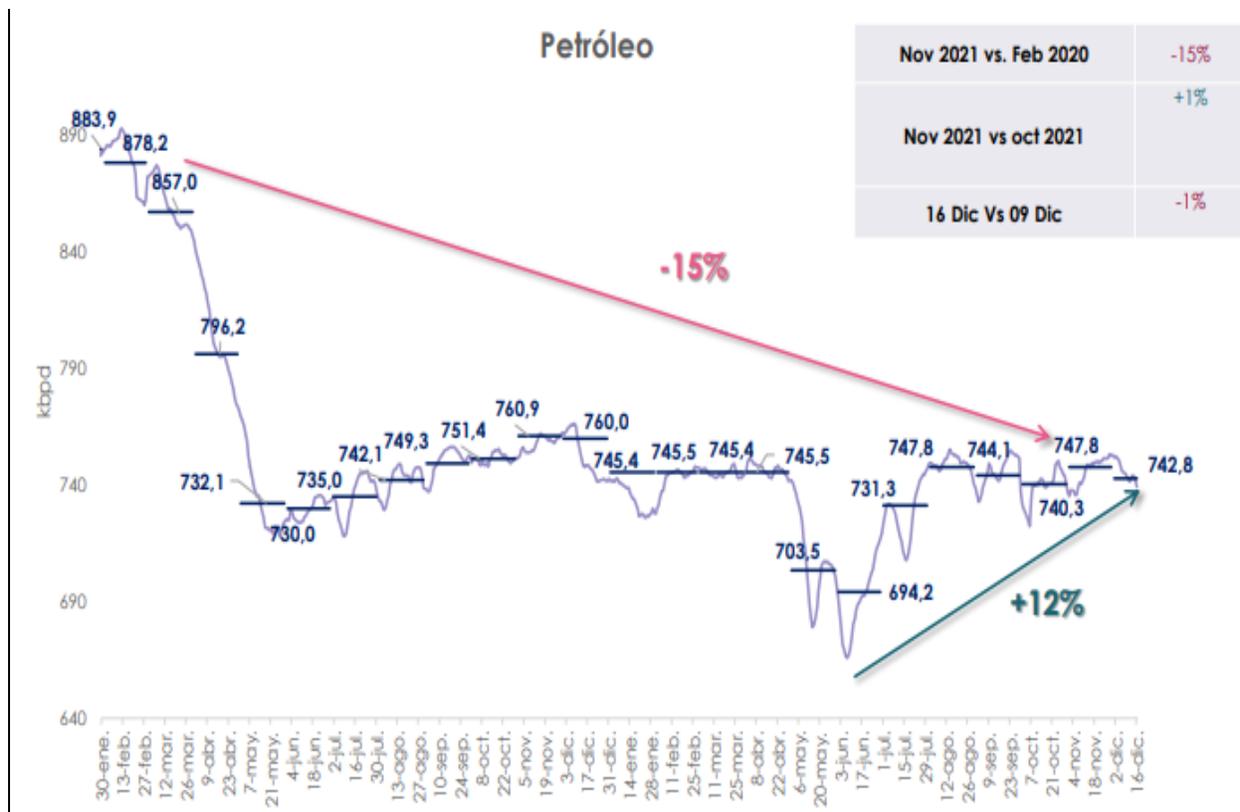
3.5.1. Producción de Petróleo

Los datos registrados hasta diciembre de 2021 muestran una producción de 739.000 barriles de petróleo por día, tal como se observa en la Figura 4, donde se realiza una proyección semanal a diciembre del 2021. presentando una disminución frente a semanas anteriores que fueron causadas por problemas operacionales en campos del Putumayo, Meta, Arauca y Santander. Estos datos son bastante alentadores, pues durante el 2020 se evidenció una fuerte caída debido a la reducción de la demanda como respuesta a la crisis de la pandemia por el COVID 19.

Figura 4

Producción de petróleo en Colombia 2021

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota. Recuperado de: Reporte Semanal Mina de datos de la reactivación sostenible de Colombia Ministerio de Minas y Energía, 2021.

Para comprender un poco más el estado actual en cuanto a producción de petróleo, se debe tener en cuenta la curva de producción de petróleo anual de años anteriores frente a la demanda establecida tanto por el crecimiento poblacional, el crecimiento industrial, y la reactivación económica, como causa post pandémica del COVID 19.

A continuación, en la figura 5, se observa la producción fiscalizada de petróleo en un periodo de cinco años, en la que se puede analizar que, el petróleo producido ha tenido una disminución cercana al 48% comparando la producción entre el año 2015 y el año 2020. La mayor participación, tal como se observa en la figura 6, la tiene el departamento del Meta, produciendo la mitad de todo el petróleo colombiano.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Figura 5

Producción mensual fiscalizada de petróleo por departamento 2015-2020

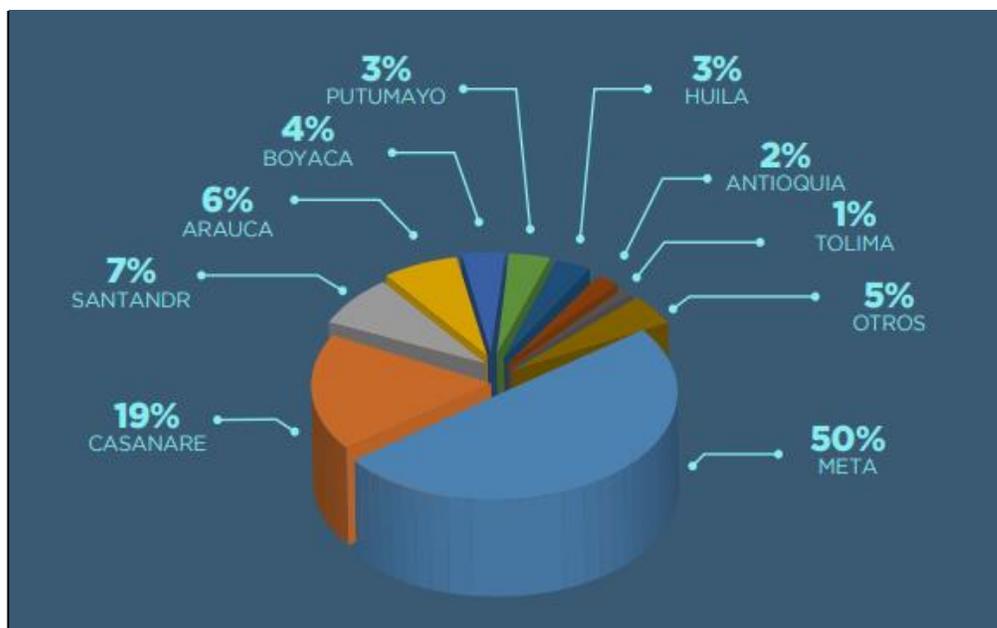
DEPARTAMENTO	2015	2016	2017	2018	2019	2020
META	187131	163.315	142.531	153.936	162.756	75.355
CASANARE	65.547	59.942	54.816	62.094	62.309	26.379
SANTANDER	23.667	21.020	18.669	23.358	21.844	10.086
ARAUCA	19.620	17.483	15.579	17.450	20.477	10.322
BOYACÁ	17.175	15.229	13.504	12.420	11.717	5.507
PUTUMAYO	15.816	13.450	11.439	12.125	10.556	3.724
HUILA	10.956	9.816	8.796	8.806	8.632	4.367
ANTIOQUIA	9.094	7.466	6.130	5.996	5.710	2.893
TOLIMA	7.400	5.690	4.375	5.417	4.625	2.331
OTROS	10.628	9.871	9.167	14.299	15.594	6.963
TOTAL ANUAL	367.034,67	323.283,87	285.005,44	315.900,56	324.220,52	188.451,80

Nota. Recuperado de: Boletín estadístico 2016-2020, sector minero energético, Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME.

Figura 6

Participación de producción por departamento

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota. Recuperado de: Boletín estadístico 2016-2020, sector minero energético, Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME

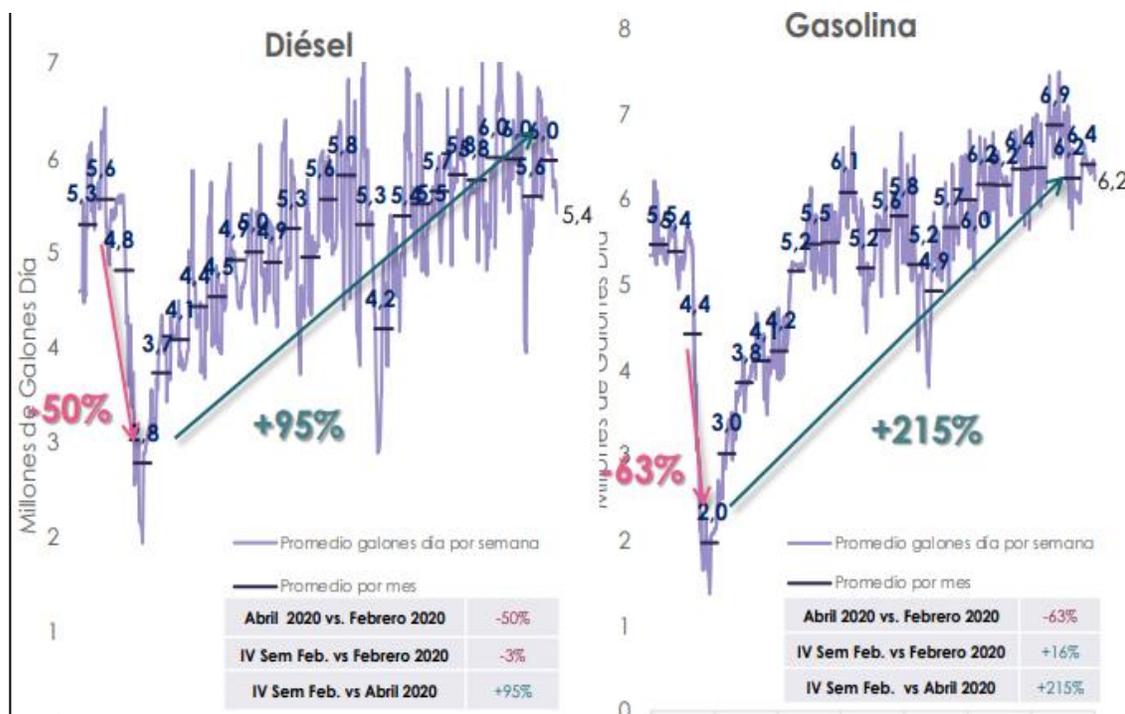
Asimismo, como se puede observar en la Figura 7 respecto a la demanda del combustible, esta también ha aumentado en el país, teniendo balances positivos en demanda de diésel de hasta un 95% del año 2021 frente al año anterior y hasta un 215% para aumento de la demanda de gasolina en el mismo periodo.

En consecuencia, los analistas coinciden que este aumento particular fue debido a la disminución de las restricciones ocasionadas por la pandemia del COVID 19. De igual forma, la demanda de combustible Jet A1, quien protagonizó un incremento del 600% debido al aumento de la frecuencia de rutas aéreas de las aerolíneas y a la posibilidad de desplazamiento de las personas vacunadas contra el virus causante de la pandemia.

Figura 7

Demanda de combustibles en el primer trimestre del 2021

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota. Recuperado de: Boletín estadístico 2016-2020, sector minero energético, Unidad de Planeación Minero-Energética, UPME

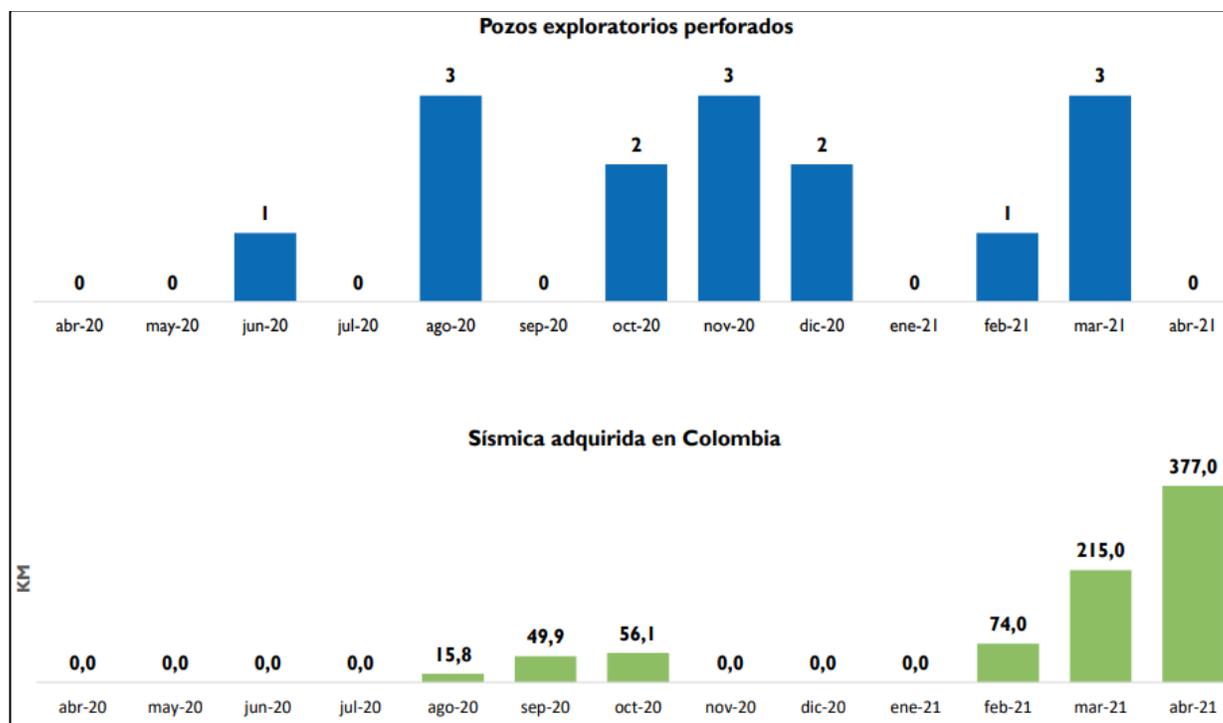
Luego de dicha situación y debido a la favorabilidad de la oferta frente a la demanda del petróleo en el país, la perforación de pozos exploratorios se vio disminuida en relación con el año anterior; así se puede evidenciar en la figura 8, no obstante, se logró recaudar un total de 377 km de exploración sísmica, lo cual evidencia el crecimiento de la actividad exploratoria en la nación.

A su vez, es favorable el interés que ha tenido la agencia nacional de hidrocarburos por aumentar el área de exploración de hidrocarburos para los próximos años. Tal como lo reveló (Camperol, 2020) en su informe, uno de los mayores cambios con respecto a la minuta actual de la agencia nacional de hidrocarburos, incluye la separación del Contrato E&P en un Contrato de Exploración y Evaluación y en un Contrato de Producción de Hidrocarburos, manteniendo la continuidad entre las actividades de exploración y producción.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Figura 8

Cantidad de pozos perforados y sísmica realizada entre el 2020-2021



Nota. La grafica permite visualizar un comparativo entre la cantidad de pozos perforados mes a mes y la sísmica adquirida en Colombia. Recuperado de Camperol, 2020.

3.5.1.1. Reservas de Petróleo:

La misión en Colombia para garantizar la autosuficiencia energética ha llevado al país a replantear su estrategia de producción petrolera a lo largo de la última década, pues a partir los datos observados en la figura 9 y lo que según expertos en yacimientos, aseguran que de no aumentar las reservas de crudo en el país, tendremos para abastecer el país de energía no más de 8 años.

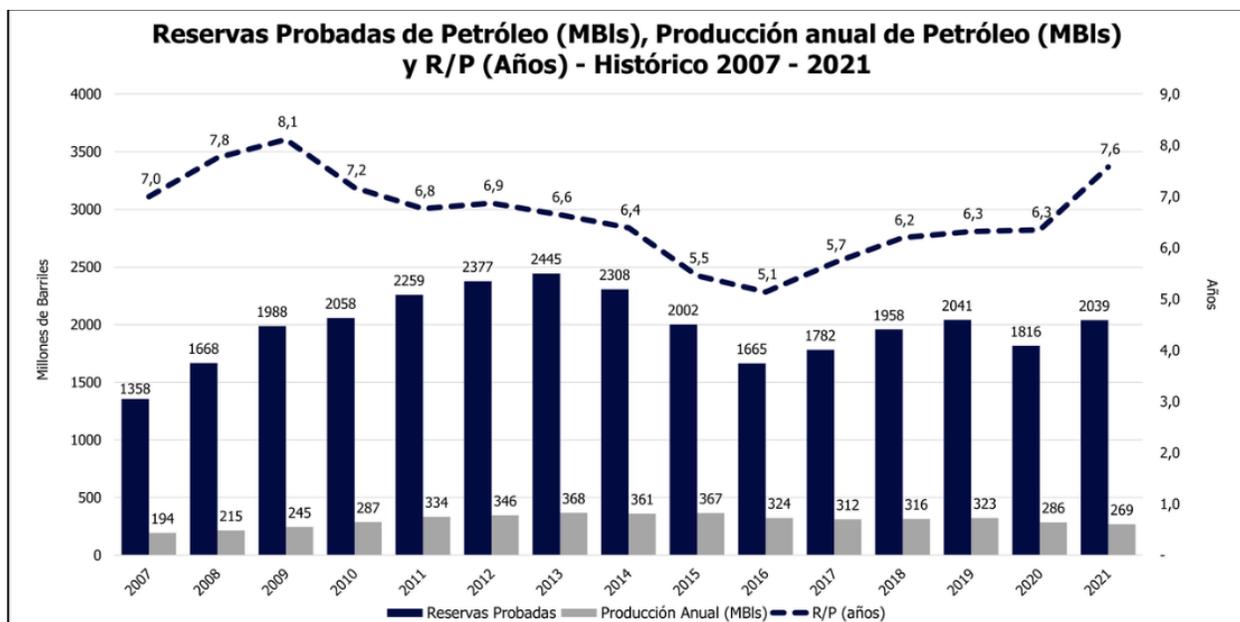
Del mismo modo, en esta figura se puede ver que a partir del 2017 se cambió la tendencia baja y la cantidad de petróleo de la que se puede abastecer el país en los próximos años ha aumentado. Este panorama presenta, además, un atractivo para los inversionistas extranjeros,

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

quienes tienen sus proyectos con altas expectativas, pues este año se firmaron 66 contratos de exploración y producción, más del doble de los contratos firmados el año anterior.

Figura 9

Histórico de reservas probadas vs producción anual de petróleo



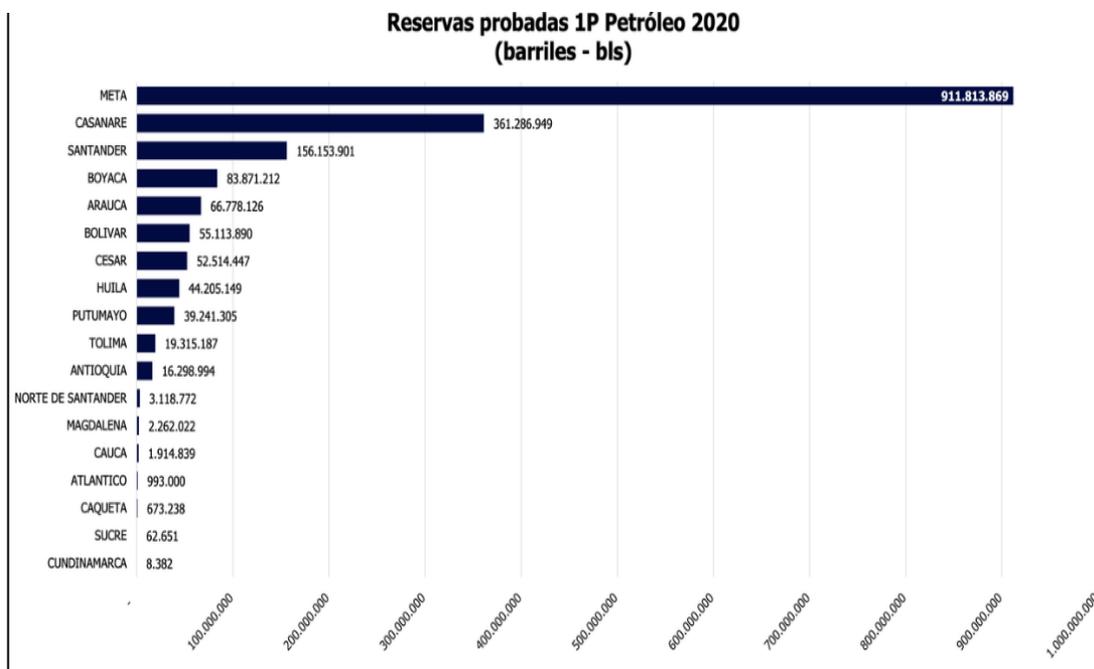
Nota: Recuperado de Datos y estadísticas - Agencia Nacional de Hidrocarburos. Retrieved July 7, 2022, from <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regalías/datos-y-estadísticas>.

Sin duda, el departamento del Meta y como se ha revelado anteriormente, cuenta con el mayor índice de producción de petróleo, así mismo, en la figura 10 se aprecia que esta región cuenta con el mayor número de reservas probadas del país, lo que deja resaltar la riqueza energética de la que se puede proveer el país aportando y contribuyendo al fortalecimiento energético de Colombia.

Figura 10

Reservas probadas de petróleo por departamento

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota: Recuperado de Datos y estadísticas - Agencia Nacional de Hidrocarburos. Retrieved July 7, 2022, from <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regalías/datos-y-estadísticas/>

3.5.2. Producción de Gas

Para el primer trimestre del 2021, según cifras del ministerio de minas y energía, se logró una producción promedio de 1,01 MMPCD, que en comparación con el año 2020 tal como lo evidencia la Figura 11, presentó una disminución del 11%. Aunque el escenario no es tan alentador, existe un creciente interés por el gas natural en nuestro país, pues según lo afirma la asociación colombiana del petróleo y gas, ACP, el porcentaje de participación pasó de un 44% a un 52% del presupuesto de exploración para el año 2021; actividades que se realizarán tanto en tierra firme como en costa fuera, siendo uno de los objetivos primordiales de la diversificación energética del país.

Figura 11

Gas comercializado en febrero 2021

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota. Recuperado de: Reporte Semanal Mina de datos de la reactivación sostenible de Colombia Ministerio de Minas y Energía, 2021

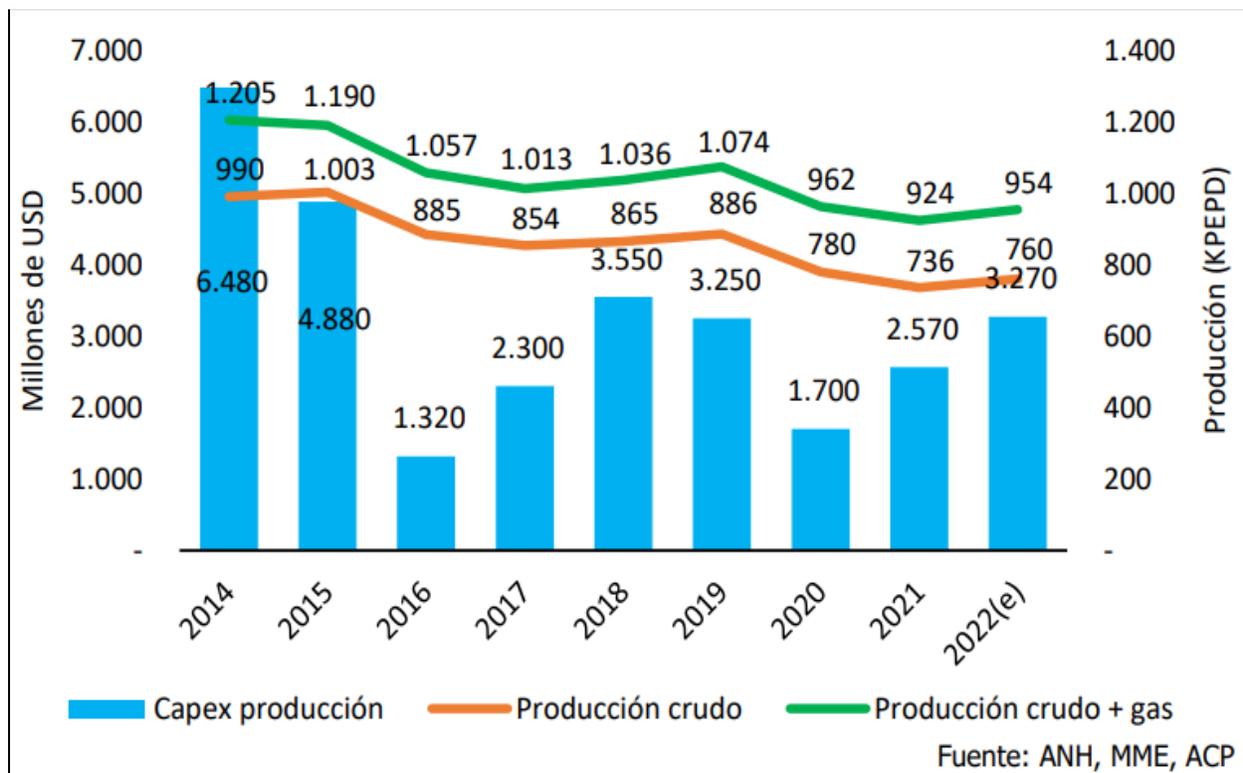
Así mismo, la ACP, informa que la región con mayor interés exploratorio es el Caribe colombiano, con un presupuesto de hasta 470 millones de dólares con el propósito de buscar nuevos yacimientos de gas seco. En la figura 12, se puede relacionar cómo ha estado evolucionando la producción de crudo y gas, en contraste con el capital de inversión para las operaciones de exploración y producción desde el año 2014 hasta el año 2021.

Frente a la demanda esperada para el año 2022, la ACP declara que el volumen de gas producido es mayor que la demanda, por consiguiente, esta se puede atender sin ningún inconveniente, manteniendo estabilidad en los precios tanto de tratamiento y producción como de venta. Asimismo, la variación entre la producción de combustibles líquidos y el gas es bastante positiva, además de ser relativamente rentable, pues los costos de producción no son tan altos para generar un desequilibrio a nivel económico con los precios de gas.

Figura 12

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Inversión vs producción de crudo y gas



Nota: Recuperado de:

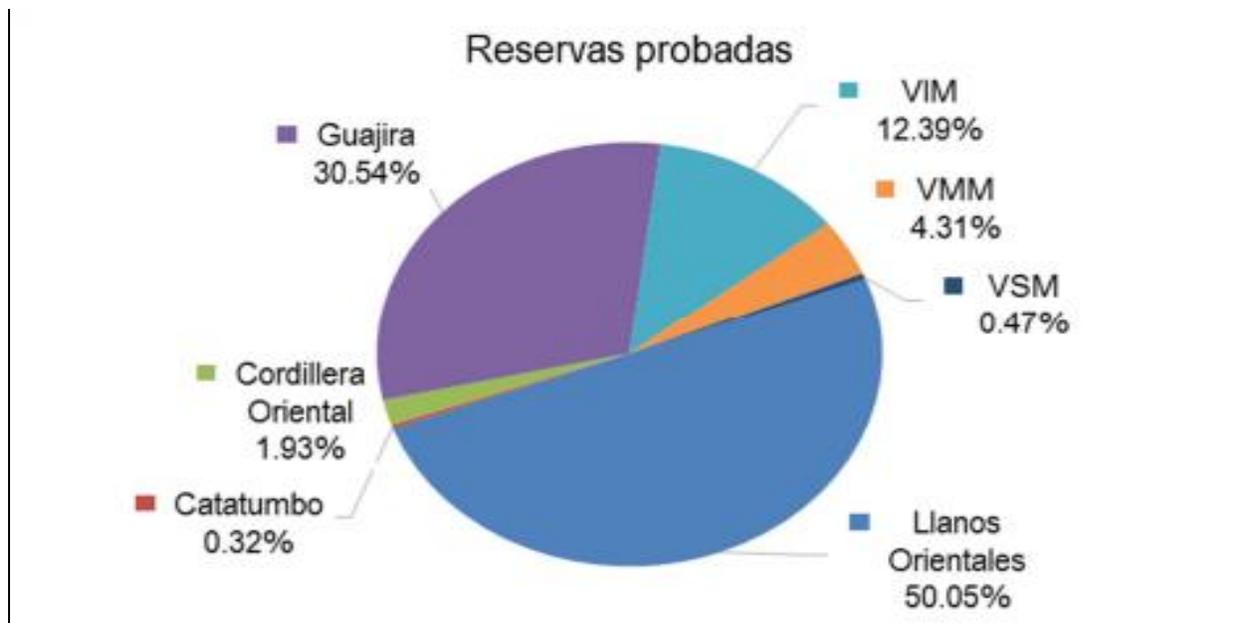
https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/BALANCE_GAS_NATURAL_FINAL.pdf.

3.5.2.1. Reservas de Gas: las reservas de gas natural hace 10 años, según cifras de la unidad de planeación minero-energética UPME, eran de 6,41 Tera pies cúbicos de gas provenientes de los llanos orientales entre las regiones del Meta y Casanare, así lo evidencia el informe de la UPME en el año 2014 en la Figura 13:

Figura 13

Reservas probadas de gas en Colombia

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

**Nota: Recuperado de:**

https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/BALANCE_GAS_NATURAL_FINAL.pdf.

Con relación a la cantidad de reservas mencionadas anteriormente, en Colombia para el 2020 disminuyó casi el 50% y al presente año contamos con apenas 2,9 tera pies cúbicos que apenas representan 7,7 años de autosuficiencia para la nación; así lo manifestó el Ministerio de Minas y Energía. Aunque las cifras podrían ser alarmantes, solo se han tenido en cuenta las reservas probadas Onshore; sin embargo, en cuanto a reservas probables costa fuera y en yacimientos no convencionales son bastante alentadoras ya que estas podrían alcanzar los 54 Tera pies cúbicos, sin embargo, para que esto ocurra es necesario continuar con exploración y explotación de recursos naturales sobre todo en costa fuera.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

3.5.3. Producción de Carbón

En Colombia el carbón extraído es de relativa buena calidad, sin embargo, la explotación para el consumo es menor y esta se encuentra por el orden de tres millones de toneladas anuales, mientras que para el año 2018 en EE. UU, el consumo de carbón llegó a ser aproximadamente de 560 millones de toneladas (Mora, 2019). Igualmente, su uso doméstico se destina en la mayoría a la generación de energía eléctrica, y en una menor proporción para cocción de alimentos y calefacción (Otero, 2018). Por otra parte, tal como lo indica (UPME, 2012):

“Las reservas medidas son de 6.508 Mt, distribuidas en las tres cordilleras: Oriental, Central y Occidental. Se ubican principalmente en la costa atlántica, donde se encuentra el 89.80% del total del carbón nacional, que a su vez corresponde al 98% del carbón térmico” (p.36).

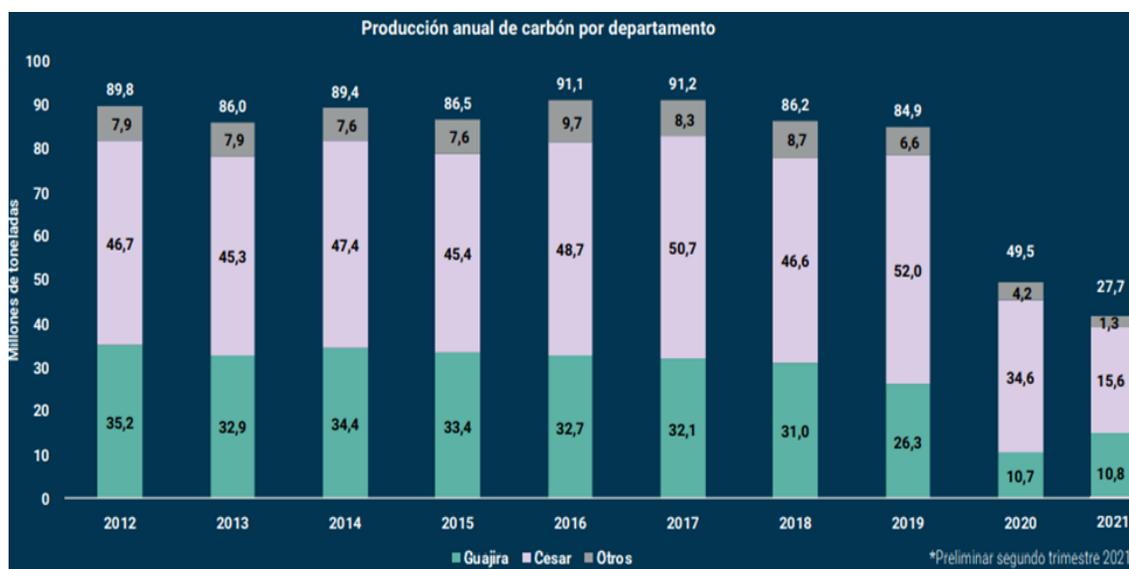
3.5.3.1 Reservas de Carbón: Según el Ministerio de Minas y Energía, Colombia está posicionada como el quinto país con mayor producción anual de carbón en el mundo y es el principal exportador de carbón en América Latina con un promedio de 84 millones de toneladas producidas a partir del 2012, tal como se puede observar en la figura X. Así mismo, se evidencia una reducción de la producción de carbón a causa de los problemas económicos generados por la pandemia del Covid-19.

En la figura 14, también se logra evidenciar que el reporte de producción expone mayoritariamente al departamento de la Guajira y del César como las zonas del país con mayor reserva y capacidad de producción de carbón del país. Sin embargo, Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Córdoba y Norte de Santander hacen parte de los departamentos que explotan este recurso actualmente.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Figura 14

Reservas de carbón en Colombia



Nota: Recuperado de:

https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/BALANCE_CARBON_FINAL.pdf

3.6. Crecimiento Económico Mundial y Demanda Energética

Ante las actuales circunstancias de desarrollo global, el mundo debe prepararse para que la demanda de energía se dispare de aquí a 2040, según estudios de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), se estima que esta se elevará en un 30%, lo cual equivale a añadir otra India y otra China a la demanda global; seguido de esto, y con base al crecimiento de la economía mundial de un 3,4% anual, la población en el mundo se expandirá de los 7.400 a los 9.000 millones de personas al año 2040 con un acelerado proceso de urbanización, lo cual es un equivalente de agregar cada año una ciudad como Shanghái a la población urbana del mundo cada cuatro meses (Agencia Internacional de Energía, 2022).

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

En consecuencia, el sector energético enfrentará cambios profundos debido a la aparición de nuevas y consolidadas potencias en el vuelco y la producción de las fuentes de energía que darán luz y calor a la humanidad, lo cual implica un reto y es, el de evitar que las emisiones de gases también crezcan, porque según la AIE, el mundo no está en la senda para cumplir el Acuerdo de París.

3.7. Energía y Desarrollo Económico

Sin lugar a duda, la energía es clave para el desarrollo económico, por lo cual la electricidad, el gas y el petróleo son insumos claves para los procesos industriales y el sector de transporte; la electricidad como fuente esencial para las actividades comerciales y el bienestar de los hogares, relacionado igualmente con la calidad de la mayoría de los servicios públicos y otras como la salud y la educación que de ellos depende (BID, 2019).

El crecimiento de la demanda energética, históricamente se relaciona directa y proporcionalmente con el desarrollo económico, aún, a pesar de sustanciales mejoras en la eficiencia energética, el crecimiento económico requiere de mayores inversiones para el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura que asegure a futuro el suministro de energía, tanto en términos de calidad, como de cantidad.

Tomando un caso como el de Brasil, para las próximas décadas incluyendo el petróleo, gas y electricidad, para el año 2030 se calculan por la Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) en un valor aproximado de R\$ 2.000 billones. Considerando la dimensión continental del Gigante Brasileiro y sus recursos naturales, Brasil posee un enorme potencial energético, no sólo en energía renovable (hidráulica, eólica, solar), sino también en términos de energía fósil (gas, petróleo y carbón), llevando a que pueda desarrollar una matriz energética limpia y diversificada.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Descubrimientos recientes, como la capa pre-sal, podrían permitir al país, cambiar su rol de importador neto a exportador de energía.

3.8. Logros del Ministerio de Minas y Energía en Colombia

Según informe del Ministerio de Minas y Energía de Colombia a junio de 2022, los principales logros de esta Unidad Administrativa fueron:

- La Transición energética como política pública de Estado.
- Subastas de renovables 2019 y 2021, subasta de almacenamiento 2021 y nuevas tecnologías.
- Masificación de las energías renovables en Colombia: Con corte al 31 de mayo de 2022, el país cuenta con más de 20 parques solares, 2 parques eólicos, 10 proyectos de generación distribuida de gran escala y cerca de 3.000 proyectos solares fotovoltaicos de pequeña escala. (Lea aquí: Gobierno presentó la cifra histórica de mineros formalizados).
- Hojas de Ruta para el Hidrógeno y la Energía Eólica Costa Afuera.
- Movilidad Eléctrica y Sostenible: Con la Ley 1964 del 2019 de movilidad eléctrica y la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, se introdujeron incentivos tributarios, así como descuentos en el SOAT y la revisión técnico-mecánica.
- Electrificación y gasificación: Se llevó por primera vez el servicio de energía eléctrica a 80.371 familias en todo el país.
- Reactivación sector hidrocarburos: A partir de 2019 y después de cerca de 5 años sin firmar nuevos contratos, se logró firmar de 69 nuevos contratos de exploración, producción y

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

evaluación técnica. Adicionalmente, se adjudicaron dos contratos especiales para desarrollar Proyectos Piloto de Investigación Integral en yacimientos no convencionales: Kalé y Platero.

- Diversificación de la producción de minerales: Con la adopción de los lineamientos de exploración minera; se dinamizó la titulación minera otorgando 322 títulos en 2021 y 94 a abril de 2022.

3.8.1. Misión de la Transformación Energética

El Objetivo de la Misión de transformación energética para Colombia en el año 2020, se basa en la necesidad de promover el bienestar de los ciudadanos garantizando en consecuencia, la total efectividad de principios contemplados en la Constitución Política y comprende entre otros, la implementación eficiente de los servicios públicos los cuales deben ser prestados con total integridad según lo estipula Ley (Acosta, 2020).

Por otra parte, se sabe que las instituciones nacionales al observar la satisfactoria evolución del sector eléctrico con criterios de calidad y cobertura, aunque estos no muestren indicadores al 100%, se hace necesario evaluar los cambios posibles y necesarios del sector en materia de un mejor funcionamiento, con la intervención de una misión de expertos para hacer un análisis sucinto del sector eléctrico colombiano, evaluando sus fortalezas y debilidades para generar propuestas de cambios regulatorios que propendan mayores beneficios para el sector.

De esta forma, la razón de ser de la misión de transformación energética está incluida en el Plan Nacional de Desarrollo para el periodo 2018 – 2022 la cual refiere de hecho en su contenido al “Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

competitividad y el bienestar de todos”, esto a través de la modernización de los mercados y priorizando los focos expuestos en la Figura 15.

Figura 15

Focos de la misión de Transformación Energética



Nota. La misión de transformación energética se centra en cinco focos específicos, el primero de ellos que le permita al sector eléctrico colombiano ser competitivo en América Latina y fomente en consecuencia, la participación en este mercado de nuevos actores. Recuperado de: Transformación Energética, por Minenergía (p. 16), 2019. <https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24090708/Mision+transformacion.pdf>.

3.9. Distribución de los proyectos de generación de fuentes no convencionales en Colombia

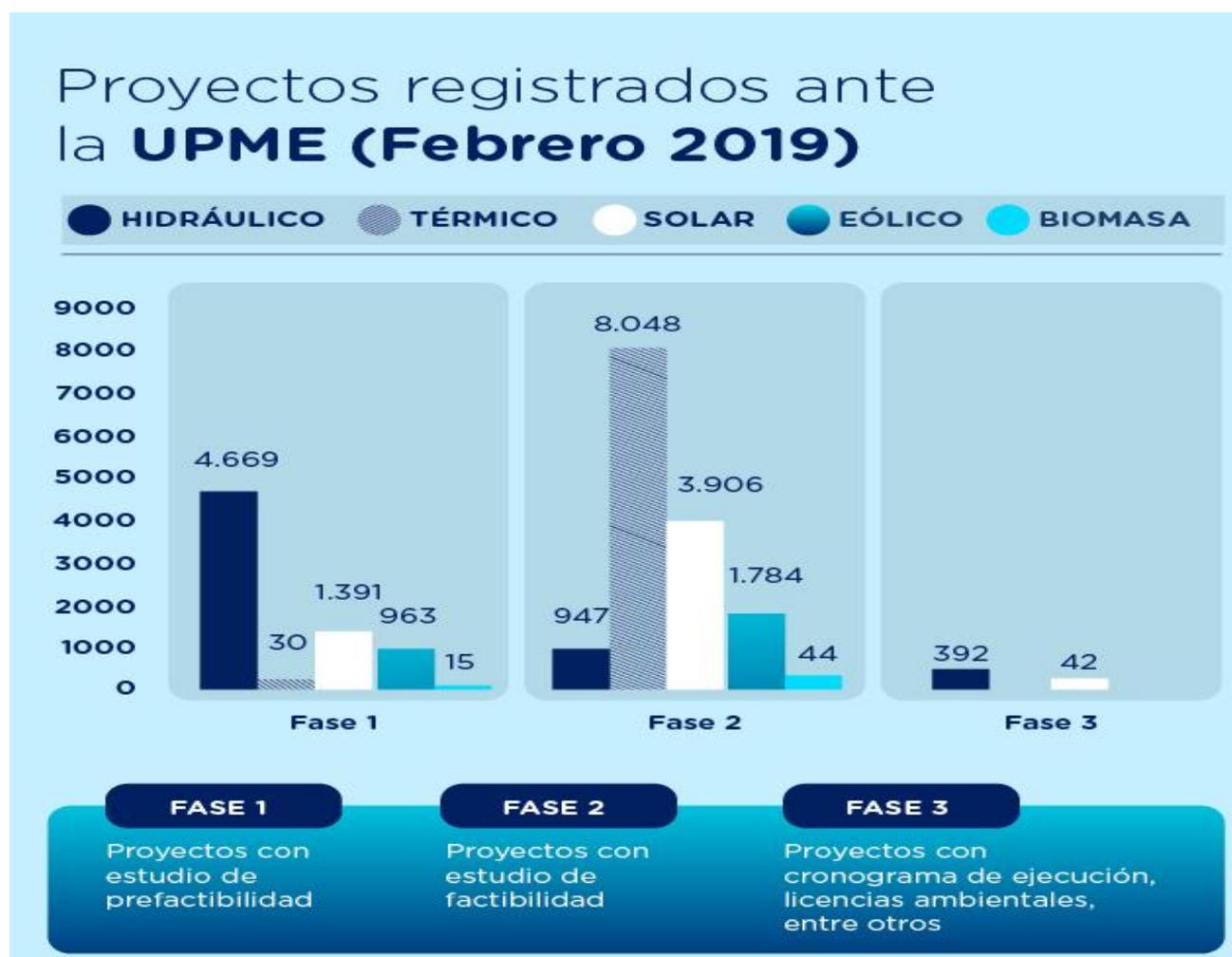
Mediante la Ley 2036 de 2020, del 27 de julio, el gobierno colombiano expidió la reglamentación en la cual podrá financiar con aportes del Presupuesto General de la Nación y del Sistema General de Regalías, la participación de las entidades territoriales en los proyectos de generación, distribución, comercialización y autogeneración a pequeña escala y generación distribuida con Fuentes No

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Convencionales de Energía Renovable (FNCER), las cuales se enumeran a continuación: la biomasa, los aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar, los mares y el aprovechamiento energético de residuos. Además de otras fuentes que considere la UPME. Estos se pueden apreciar en la Figura 16.

Figura 16

Distribución de los proyectos de generación de fuentes no convencionales en Colombia



Nota. La Figura dimensiona los proyectos registrados ante el UPME a corte de febrero de 2019 en los cinco grandes Fuentes No Convencionales de Energía

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

4. Caracterizar los alcances de la normatividad legal vigente en Colombia sobre la transición energética

El 19 de junio de 2021, la Cámara de Representantes de Colombia aprobó el Proyecto de Ley "Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones", dicho Proyecto apuesta la consolidación de la transición energética, proponiendo un liderazgo para la lucha contra el cambio climático, acelerando las brechas existentes y propendiendo por mayores incentivos tributarios, para generar energía renovable no convencional, movilidad sostenible y eficiencia energética (Zapata & Camacho, 2021).

4.1. Alcances de la normatividad colombiana

En Colombia se han desarrollado una serie de normas, cuyo propósito es reformar el sector energético nacional. A fin de cumplir con esta meta, se retoman las diferentes experiencias vividas en el contexto nacional durante los últimos cuarenta años, como son: auge petrolero, las crisis energéticas por cuenta del fenómeno del niño en los años 90, los impactos del cambio climático y los diferentes aspectos aportados por el estado frente a los compromisos internacionales dentro de los que se encuentra, el Acuerdo de París; es así como se pretende trazar derroteros en el alcance de las regulaciones existentes formuladas para generar un impulso energético en términos de la transición energética.

La normatividad colombiana en materia energética pretende modernizar la regulación actual en materia de energía para lograr una transición energética efectiva que además, garantice la dinamización de un mercado energético actual de Colombia. A partir de los anterior, una de las principales medidas adoptadas comprende la reforma integral a la Ley 1715 de 2014, como norma

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

relevante para el territorio nacional en materia de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER), la cual además contempla incentivos y beneficios fiscales las deducciones en la declaración de renta para quienes están obligados a declarar. Igualmente, para quienes realicen inversiones cuyo destino conduzca a la producción y desarrollo de energía eléctrica con fuentes no convencionales de energía, contemplando además la exclusión del IVA para los servicios, maquinarias y equipos importados o nacionales que se destinen a la pre-inversión o inversión, producción y utilización de energía, a partir de las fuentes de energía no convencionales.

De esta forma, es destacable que el Proyecto en mención pretende modificar los requisitos exigidos para la obtención del beneficio de deducción en la declaración de renta estipulado en la Ley 1715 de 2014, otorgando la posibilidad de que las inversiones certificadas y calificadas como proyectos de generación de energía a partir de fuentes no convencionales de energía, o como medida de gestión eficiente de la energía por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), serán las que podrán obtener dicho beneficio.

Asimismo, dicho Proyecto pretende establecer y definir conceptos como “hidrógeno azul”, “hidrogeno verde”, señalando que dichos compuestos serán considerados FNCER, y por tanto, los incentivos y beneficios tributarios resultarán también aplicables a las inversiones directas destinadas en consecuencia a la producción de energía eléctrica, mediante el uso de dichos compuestos. Por último, el Proyecto dejará en manos del Gobierno Colombiano, la misión de definir incentivos, condiciones y mecanismos para el almacenamiento, producción, distribución, e innovación del hidrogeno, destinado a la prestación del servicio público de energía eléctrica, al almacenamiento de energía, y la descarbonización de sectores como transporte, industria e hidrocarburos.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

4.2. Caracterización de la legislación colombiana

A continuación, se cita en la Tabla 1, algunas leyes formuladas con el fin de dar un impulso energético en términos de la transición energética.

Tabla No. 1

Normatividad colombiana en materia de transición energética

Normatividad	Definición
Ley 142 de 1994 (ley del sector eléctrico)	Hace referencia a los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible y telefonía, cuyo objetivo del estado es garantizar la calidad del servicio, ampliación de la cobertura y la atención prioritaria de las necesidades básicas de los usuarios.
Ley 143 de 1994 (ley del sector eléctrico).	Establece las políticas para el sistema de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Impulsa el desarrollo de las fuentes de energías 26 convencionales, no convencionales y el uso eficiente de los recursos energéticos.
Ley 629 de 2000 (ley de energía renovable)	Cuyo objetivo es aprobar el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático" (El Congreso de Colombia, 2000) y por lo cual por lo cual, las energías renovables se convirtieron en una opción estratégica para Colombia.
Ley 697 de 2001 (ley de energía renovable)	“Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones” (El Congreso de Colombia, 2001). Además, creó el Programa Nacional de URE (PROURE), con el que se promueve la eficiencia energética y otras formas de energías no convencionales; está reglamentada por el Decreto Nacional 3683 de 2003.
Ley 1665 de 2013 (ley de energía renovable)	“Por medio de la cual se aprueba el “Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)”, hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009”.
Ley 1715 de 2014 (ley de energía renovable).	El objeto de esta ley es fomentar la inversión, la investigación y el desarrollo para la utilización e integración de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER). Esta 27a iniciativa presente beneficios tributarios y ofrece garantías para el desarrollo de nuevos proyectos contemplando las zonas no interconectadas.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Nota: La anterior sinopsis se realiza tomando como base la Información disponible del Congreso Colombiano y sus canales en referencia al sector energético

Ahora bien, en consideración particular a la Ley 2099 de 2021, denominada Ley de Transición Energética donde se modificaron y adicionaron algunos artículos de las leyes 56 de 1981, 142 de 1994, 143 de 1994 y 1715 de 2014; dictándose además otras disposiciones con el propósito de fortalecer la transición energética hacia fuentes no convencionales de energía renovable (“**FNCER**”). Además, dinamizar y reactivar el mercado energético y fortalecer los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible, por esto, se enuncian las principales características en la Tabla 2:

Tabla No. 2

Características de la Ley de Transición Energética (2099 de 2021).

Características	Descripción
Novedades normativas	<ul style="list-style-type: none"> -Fortalecimiento de la transición energética, ratificando los beneficios tributarios establecidos en la Ley 1715 de 2014. - Se robustece la regulación de la generación de energía geotérmica, extendiendo su regulación y creándose el registro geotérmico - Se incluyen nuevas medidas para dinamizar el mercado, agilizando los trámites y las licencias necesarias para el desarrollo de nuevos proyectos - Incorporación de nuevas disposiciones para incentivar el transporte de cero y bajas emisiones y garantizar la continuidad en la prestación del servicio de energía eléctrica.
Beneficios Tributarios	<ul style="list-style-type: none"> - Deducción de las inversiones quienes realicen inversiones en el sector tendrán derecho a deducir el 50% del total de la inversión realizada, en un período no mayor de 15 años, contados a partir del año gravable siguiente en el que haya entrado en operación la inversión. -Exclusión del IVA extendido a los equipos, elementos, maquinaria y servicios nacionales o importados que se destinen a la pre - inversión e inversión, para adelantar las acciones y medidas de gestión eficiente de la energía, incluyendo los equipos de medición inteligente, que se encuentren en el Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía, y Fuentes No Convencionales (“PROURE”). - Incentivo arancelario extendido a la importación de equipos, materiales e insumos para la implementación de medidas de eficiencia energética, incluyendo los equipos de medición inteligente. - Depreciación acelerada de activos, para estos efectos, la norma da la libertad al contribuyente de definir la tasa de depreciación, la cual no podrá

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

	ser mayor del 33.33 % como tasa global anual, excepto en los casos en que la ley autorice porcentajes globales mayores.
Energía Geotérmica	<p>Se establecieron las conductas que se consideran infracción a las actividades exploración y explotación de recursos geotérmicos para la generación de energía eléctrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desarrollar actividades de exploración y/o de explotación del recurso geotérmico sin el registro del proyecto por parte del Ministerio de, Minas y Energía. -No cumplir con los requerimientos de información y de datos conforme lo fije el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que éste delegue. -Desarrollar actividades de exploración y/o de explotación del recurso geotérmico excediendo el objeto o la extensión geográfica del área geotérmica a que se refiere el registro. -Provocar un daño al yacimiento geotérmico objeto de registro. -Incumplir las normas técnicas establecidas para este tipo de proyectos
Agilización de trámites para proyectos eléctricos	<p>-Prioriza el licenciamiento ambiental y sus modificaciones incluidas las autorizaciones ambientales necesarias para aquellos proyectos del sector de energía y gas que tengan una fecha de entrada menor a dos años sin que los trámites mencionados hayan sido culminados, y cuya operación garantice seguridad, confiabilidad y eficiencia para atender las necesidades del sistema. En estos casos, el proceso de evaluación del Estudio de Impacto Ambiental iniciará cuando el inversionista lo haya elaborado y radicado ante la respectiva autoridad ambiental, sin perjuicio de los trámites que el solicitante deba adelantar ante otras autoridades;</p> <p>-Faculta para que el juez autorice el ingreso al predio y la ejecución de las respectivas obras en los procesos de servidumbre pública de transmisión de energía eléctrica sin realizar previamente la inspección judicial. Para este propósito se faculta a las autoridades policivas a garantizar la efectividad de la orden judicial.;</p>

Nota: La anterior sinopsis se realiza tomando como base la Información disponible del Congreso Colombiano y sus canales en referencia a la promulgación de la Ley 2099 de 2021.

4.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Dentro de las proyecciones de la Política del Estado para el desarrollo sostenible, es de especial significancia el criterio de sostenibilidad ambiental, el cual se consolida como un requisito indispensable para la aprobación de operaciones por parte de los grandes fondos de inversión,

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

frente a lo cual se evidencian algunos progresos, siendo así hace unos años el costo de generación de un kilovatio proveniente de fuentes alternativas, el cual era superior al de los combustibles fósiles. Actualmente, no es esa la tendencia, dadas las mejoras en eficiencia y las economías de escala por la masificación de energías renovables, las cuales han llevado a que la nueva opción sea competitiva en precios, e incluso más económica en ciertos casos.

Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas en su Asamblea General de 2015, realizó la aprobación de la Agenda 2030 acerca del desarrollo sostenible, la cual comprende 17 objetivos centrales que se desglosan desde la eliminación de la pobreza extrema, hasta los derechos de igualdad de la mujer y contemplando acciones para combatir el cambio climático. En particular referencia para este tema, el séptimo objetivo es “energía asequible y no contaminante”, el cual comprende entre otros garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos”; al igual que aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas. Dichos objetivos pueden ser visualizados en la Figura 17.

Figura 17

Objetivos de desarrollo sostenible

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota: Recuperado del Informe de la ONU con Proyección al 2030

4.4. Política Pública

Como se ha referido en este capítulo, las necesidades de adaptación a las nuevas fuentes de energía renovables pueden calificarse como una transformación que favorece e impacta la vida económica y social de Colombia. Sin embargo, conformar una matriz de generación de energía sustentada en fuentes no convencionales es una realidad que tiene múltiples implicaciones ambientales o de acceso, por ejemplo, a la electricidad en regiones muy apartadas del territorio y ante esto, el conjunto de políticas adoptadas por el estado colombiano debe acompañarse de cambios tangibles expresados en proyectos en construcción e instalados y una consecuente acción encaminada a mejorar la calidad del servicio para millones de establecimientos comerciales y hogares y negocios (Presidencia de la República de Colombia, 2022).

Todo lo que se pone en marcha debe contribuir a apoyar la reactivación sostenible necesaria en tiempos de post-pandemia. No obstante, este proceso apenas se inicia y en el transcurso de los años será necesario llevar a cabo esfuerzos adicionales, no solo para cumplir compromisos

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

internacionales, sino para que futuras generaciones de colombianos construyan una sociedad que proteja sus recursos y progresen sin afectar la naturaleza. Lo anterior, considerando los siguientes elementos de reflexión y que deben ser consensuados entre la población y el estado, lo cual es el espíritu de construcción de políticas públicas:

- Garantizar el universo de las energías renovables no convencionales en expansión continua
- Propender por sistemas de almacenamiento: la “navaja suiza” para la transición energética
- Establecer el plan de Energía para todos: la democratización de la transición energética
- Fortalecer un Transporte sostenible: infraestructura de carga eléctrica y calidad del aire
- Desarrollar las bases para introducir nuevas tecnologías

4.5. Subastas Públicas

Con el fin de contrarrestar la vulnerabilidad generada, dada la existencia de una matriz poco diversa en materia energética y como herramienta de mitigación de los efectos del cambio climático, los organismos públicos encargados del sector de minas y energía, el medio ambiente y algunos entes privados, aunaron esfuerzos con el fin de desarrollar mecanismos eficientes para la instalación de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, concediéndoles un propio espacio para que pudieran vender su energía mediante contratos de largo plazo, que de hecho, dio origen a la subasta pública de contratos de largo plazo que valoraran los beneficios de las fuentes renovables para el sistema y les permitiera alcanzar la viabilidad financiera (Presidencia de la República, 2022).

Para tal fin se plantearon los siguientes objetivos:

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

- Diversificar la matriz de generación, fomentando la incorporación de nuevas fuentes de energía y tecnologías limpias.
- Aprovechar el potencial de recursos renovables con los que cuenta el país como biomasa, radiación solar y viento.
- Aumentar la resiliencia del sistema eléctrico aprovechando la complementariedad de las fuentes renovables solar y eólica con la hidrología nacional.
- Incentivar la inversión en proyectos de generación renovable, facultando la generación de empleos.
- Lograr todo lo anterior con precios de energía competitivos e inferiores a los de los contratos bilaterales tradicionales.

4.5.1. Proyectos adjudicados

La Tabla 3 resume las características de proyectos adjudicados en la subasta pública de energía.

Tabla No. 3

Característica de las subastas Públicas

Subasta de Contratos de Largo Plazo de febrero 2019	Subasta Contratos de Largo Plazo de octubre 2019
Podía participar cualquier tecnología que cumpliera con el puntaje mínimo en los requisitos de calificación.	La Subasta que se plantea es exclusiva para FNCER, no se definieron criterios de calificación
Proyectos con capacidad mayor o igual a 10 megavatios.	Proyectos con capacidad mayor o igual a 5 megavatios
Energía media anual	Energía por bloques horarios
Contrato físico – Pague lo generado	Contrato financiero – Pague lo contratado

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

El vendedor no podía cubrir su obligación con otros mecanismos de mercado.	El vendedor puede cubrir su obligación con otros mecanismos de mercado.
Precio en pesos colombianos actualizado con IPP.	Precio en pesos colombianos actualizado con IPP.
Obligación exigible a partir del 1 de diciembre de 2021.	Obligación exigible a partir del 1 de enero de 2022 .
Plazo del contrato: 12 años	Plazo del Contrato 15 años

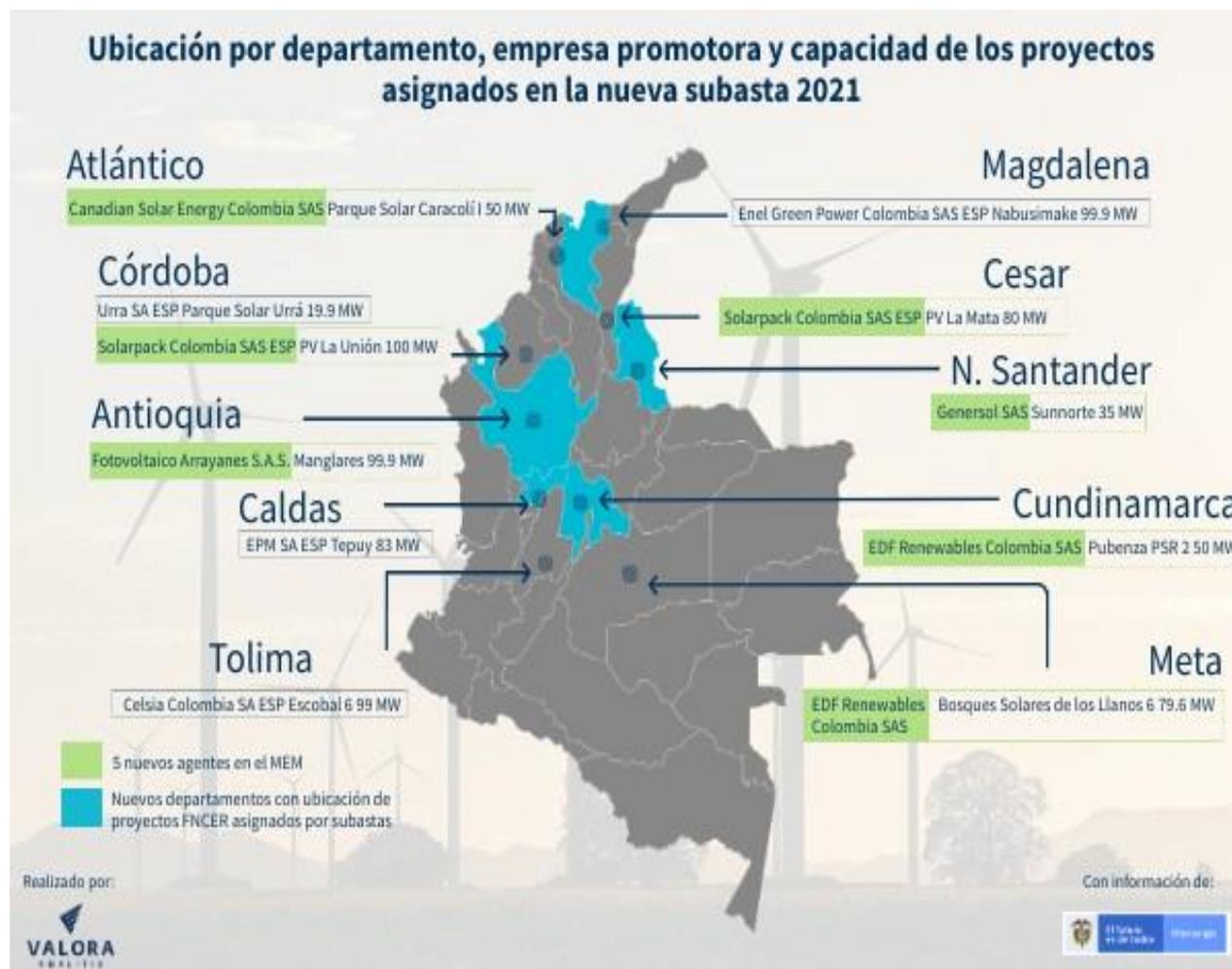
Nota: El anterior comparativo se realiza tomando como base la Información disponible del Documento Transición Energética, Republica de Colombia (2022).

En la tercera subasta de energías renovables no convencionales de Colombia se asignaron contratos de largo plazo de suministro de energía a nueve empresas generadoras con 11 proyectos de generación, derivando una capacidad adicional de 796.3 megavatios (MW) que corresponden a proyectos solares, los cuales firmarán contratos con siete comercializadores de la subasta y 46 comercializadores del mecanismo complementario. La distribución por departamento se puede apreciar en la Figura 18.

Figura 18

Ubicación proyectos adjudicados por subasta publica

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota: La Figura se obtiene de Valora Analitik en su Informe sobre transición Energética, República de Colombia (2022).

Igualmente, se puede apreciar en la Figura 19 el Detalle de Compradores y Vendedores por planta y tipo, con el fin de ampliar la perspectiva del mecanismo de subasta pública acorde a los Objetivos planteados.

Figura 19

Detalle de compradores y vendedores por subasta pública

Detalle de compradores y vendedores

Resultado de vendedores por planta y por tipo

Empresa	Planta	MW
SOLARPACK COLOMBIA SAS ESP	PV La Unión	100.0
ENEL GREEN POWER COLOMBIA SAS ESP	NABUSIMAKE	99.9
CELSIA COLOMBIA SA ESP	SOLAR ESCOBAL 6	99.0
Fotovoltaico Arrayanes S.A.S.	Parque Solar Fotovoltaico Manglares	99.9
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN E.S.P	TEPUY	83.0
SOLARPACK COLOMBIA SAS ESP	PV La Mata	80.0
EDF RENEWABLES COLOMBIA S.A.S	BOSQUES SOLARES DE LOS LLANOS 6	79.6
EDF RENEWABLES COLOMBIA S.A.S	PLANTA DE GENERACIÓN SOLAR PUBENZA PSR2	50.0
Canadian Solar Energy Colombia S.A.S.	Parque Solar Caracolí I	50.0
Genersol S.A.S	PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO SUNNORTE 35 MW	35.0
EMPRESA URRÁ S.A. E.S.P. - URRÁ S.A. E.S.P.	PARQUE SOLAR URRÁ	19.9

Elaborado por:  Un servicio **Valora Analitik** Con información de: 

Contáctenos:  info@valoraanalitik.com  www.valoraanalitik.com  [@ValoraAnalitik](https://twitter.com/ValoraAnalitik)

Nota: La Figura se obtiene de Valora Analitik en su Informe sobre Transición Energética, Republica de Colombia (2022).

5. Propuestas de transición energética en la Industria Colombiana de Hidrocarburos

Las últimas décadas han presentado importantes y trascendentales cambios en los sistemas energéticos mundiales, lo cual conlleva a generar canastas energéticas mucho más diversificadas con una clara orientación a incorporar tecnologías más limpias, propiciando de hecho mejores usos de la energía y construyendo nuevos modelos de negocios. Es así, como subyacen las preocupaciones por las diversas formas de suministrar energía, reduciendo los efectos negativos al medio ambiente y, en consecuencia, mejorando las condiciones de adaptabilidad a los cambios climáticos, incorporando elementos competitivos para la entrega de los servicios energéticos hacia una mayor eficiencia. Dicha perspectiva relaciona de manera directa, el desarrollo de tecnologías

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

de comunicación e información, y mejores metodologías de monitoreo y control que han producido resultados interesantes (UPME, 2018).

Por otra parte, en relación directa con el panorama mundial, desde hace algunos años ha tomado fuerza la denominada “transición energética”, la cual algunos definen como “un conjunto significativo de cambios en los patrones de uso de la energía en una sociedad, afectando los recursos, los portadores, los equipos y los servicios energéticos” (O'Connor, 2016); dicha transición se caracteriza por un cambio radical hacia energías renovables como principal medio de producción energética, lo cual implica reducir notoriamente y de manera progresiva, el uso de combustibles fósiles y carbón. En otros casos, se propone el desmonte del parque nuclear como en el caso de Alemania, orientados por una causa común como es, la preocupación de los países desarrollados por la producción de dióxido de carbono (CO₂) como generador de gases de efecto invernadero y todos los efectos percibidos del cambio climático.

Un segundo motivador es sin lugar a duda, la seguridad de la oferta energética y la diversificación de la canasta, basado en sólidas argumentaciones que hablan de la posibilidad de llegar al pico de la producción petrolera y la proximidad de una fase declinante. En el contexto de esta investigación, se refieren a continuación, las oportunidades, dificultades, propuestas, pilotos, proyecciones, alcances de nuevas formas de energía en el país, descarbonización y la hoja de ruta de la transición energética para el caso colombiano.

5.1. Oportunidades, dificultades y propuestas colombianas para la transición energética

Como en todo proceso transicional y frente al actual panorama de las energías convencionales, se vislumbran cambios importantes que conducen a las energías renovables como medio principal para la producción energética, lo cual conlleva a reducir planificada y

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

progresivamente, el uso de energías fósiles en los contextos donde sea conveniente; es así como Colombia ha dado importantes pasos y a niveles diferentes, integrando el trabajo del gobierno para mitigar los efectos del cambio climático y las acciones coordinadas de parte de entes territoriales privados y públicos (UPME, 2018). A continuación, se describen algunas oportunidades que generan impactos positivos para una acertada transición energética:

El primero de ellos, es el compromiso que se realizó en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC en el año 2015, que derivó a la firma del Acuerdo de Paris, el cual pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, frente a lo cual, Colombia presenta el 0.4% de emisiones a nivel global.

Con relación a la diversificación de las fuentes energéticas representadas en la matriz de generación del país, para el año 2015 los hidrocarburos representaban un 78%, disminuyendo a niveles del 30% para el año 2018, lo cual abre paso a las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCR) (eólica, solar, y biomasa); de paso, permitiendo fortalecer en un 68.4% la generación hídrica. En concordancia con la necesidad de transportes de pasajeros y carga, se han presentado impactos positivos dado que es un modelo que favorece vehículos individuales no sostenible, reflejado por tanto en un alto consumo de energía per cápita. En particular, en este punto se muestra una clara tendencia hacia el uso de vehículos eléctricos e híbridos, denotando con ello variaciones positivas en toda la cadena.

Por otra parte, en referencia al marco regulatorio, se ha realizado la aprobación de varias leyes tendientes a generar un mayor impulso a la transición (las cuales se mencionaron ya en la Tabla 1 del numeral 4.2), propiciando incentivos tributarios y estrategias en concordancia con los objetivos y planes energéticos a 2050. Al respecto, vale la pena referir que Colombia actualmente

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

pasa del 0,1% de capacidad instalada, dentro de nuestra matriz energética, al 10% de cara al 2022, y al 20% de cara al 2030.

Tal como se mencionó en el apartado referente a las subastas de nuevos proyectos de generación, estas se mantendrán dentro del marco de oportunidades como alternativa para la demanda de energía 2022-2023, confiriendo un apoyo importante para las nuevas tecnologías que convergen en el uso y generación óptima de las energías limpias y el aprovechamiento de las existentes. Sumado a lo anterior, los proyectos nuevos y las tecnologías emergentes traen consigo, nuevos campos de aprendizaje y frentes de trabajo que jalonan consecuentemente el aprendizaje y desarrollo del factor humano (Mora, 2019).

Pero no todo es positivo, de hecho, se generan algunas dificultades desde diferentes frentes para el avance de la transición energética. Entre dichas dificultades, se pueden citar las siguientes:

- Los proveedores de energía solar y eólica están monopolizados por compañías europeas que traen sus insumos y materias primas del exterior, lo cual propone duras barreras arancelarias.
- Pese a las oportunidades planeadas, no se cuenta a corto plazo con un sustituto para el carbón, el gas natural y el petróleo; a pesar de sus demostrados efectos negativos, al igual que reemplazantes para los combustibles, ni para el transporte, insumos para la industria petroquímica, por lo cual, tardarán décadas para una transición consolidada y mientras tanto, el petróleo seguirá siendo la principal fuente energética.
- Con respecto a las características regionales en Colombia, es claro que la diversidad del desarrollo de energías renovables dependerá de la disponibilidad de sus recursos naturales

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

propicios para su debido y oportuno aprovechamiento, para lo cual, debe considerarse también, el manejo de las restricciones de carácter político y económico. Se hace necesario comprender entonces, que las energías alternativas se han visto como un complemento a la canasta de generación de energía, pero en realidad se ha logrado demostrar lo contrario dado que: “pues lo que ha resultado es que las limitaciones estaban dadas por la carencia de políticas consecuentes, y de legislaciones y acciones pertinentes” (Ahumada, 2016, pág. 132)

- Existen barreras institucionales dado que, ante la participación de diferentes entidades intervinientes para un proyecto, estas llegan a entorpecer los procesos de trámite de permisos y la misma ejecución de proyectos relacionados con la infraestructura, presentándose un caso particular, por ejemplo, en el caso del trámite de licencias ambientales, conexiones con operadores de la red de transmisión eléctrica, aprobación del proyecto por parte de la UPME.
- Otra barrera de tipo institucional es la falta de liderazgo de las instituciones gubernamentales como es el caso referido del Ministerio de Minas y Energía, criticado sistemáticamente al no proponer adecuadamente políticas para el ingreso de las FNCER; en consecuencia, con esto en materia de política energética, Colombia presenta una matriz energética limpia sustentada en su potencial en recursos hídricos, dando lugar a que no se requiere con urgencia de nuevas fuentes de energía renovables. Otro caso es ante la existencia de pequeñas plantas fotovoltaicas no se contempla una política clara para su conexión.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Con relación a diferentes propuestas para la transición energética en virtud de las metas del Gobierno Nacional Colombiano, es importante mencionar en este apartado el CONPES de Transición Energética cuyo objetivo es consolidar el proceso hacia un desarrollo y crecimiento económico sostenible y que plantea las siguientes metas:

- El documento de política pública en mención aportará al país el cumplimiento de la reducción del 51% de emisiones de gases de efecto invernadero a 2030 y una neutralidad total en 2050.
- Otra meta ambiciosa, pero posible, es lograr que entre el periodo 2022 y 2023 se ha de multiplicar por 100 la capacidad instalada de FNCER respecto al 2018.
- Las inversiones públicas y privadas superan la proyección de 280 billones de pesos al año 2030.
- En los próximos seis años a partir de 2022, con más de 90 acciones de política pública con el compromiso y liderazgo de 18 entidades del gobierno nacional, se traza la ruta para habilitar al país en el desarrollo de nuevas tecnologías como la geotermia, la energía eólica y la producción de hidrogeno de emisiones bajas (DNP, 2022).

5.2. Pilotos, proyecciones y alcances de nuevas formas de energía

Para el desarrollo de este punto, se refiere el Plan Energético Nacional o Ideario Energético 2050, plantea una serie de lineamientos y proyecciones para alcanzar el objetivo propuesto de una transición energética a mediano y largo plazo, siendo necesario esgrimir los cinco objetivos específicos focalizados a la oferta energética, la universalización, la demanda, la generación de valor alrededor del sector energético y la posibilidad de realizar una interconexión internacional.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

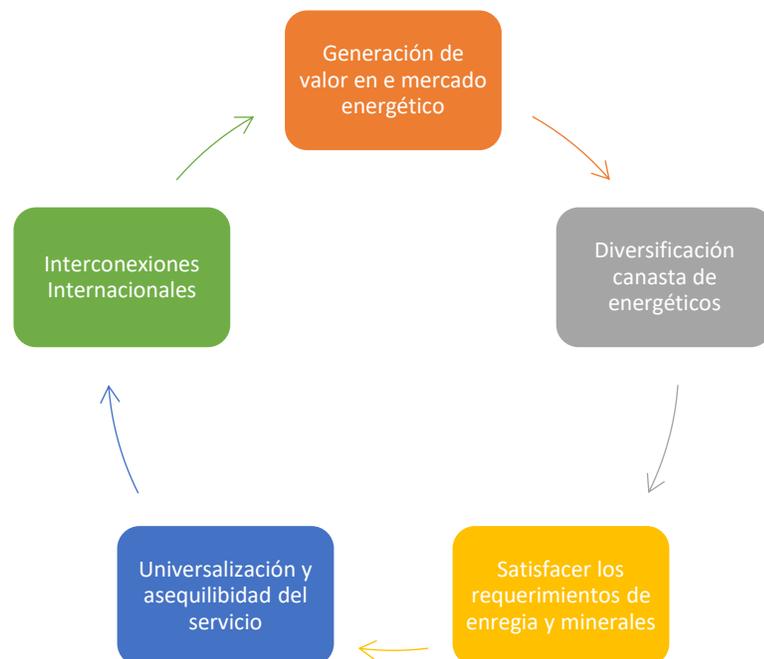
Esto amerita por otra parte, formular dos objetivos transversales necesarios para contar con factores como el conocimiento, la información y recursos humanos, armonizando y desarrollando el marco institucional para así, poder facilitar la implementación de la política energética nacional. Dichos objetivos se exponen en la Figura 20, aplicable a los sectores minero y energético (UPME, 2018).

Un primer objetivo específico se orienta a la oferta energética, con el fin de diversificar la canasta de energéticos y propender por alcanzar un suministro confiable, lo cual grosso modo, está encaminado a incorporar otras fuentes energéticas y sus tecnologías asociadas a la producción de energía eléctrica y al uso de combustibles para el transporte, el sector industrial y residencial que permita garantizar un suministro de energía seguro y confiable. Un factor necesario y fundamental para este objetivo, es buscar que la infraestructura de transporte asociada se encuentre plenamente disponible y se integre armónicamente con las sociedades y ecosistemas, considerando las oportunidades del cambio técnico.

Figura 20

Objetivos sectoriales

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA



Nota: La Figura se obtiene de UPME (2018) y resume los objetivos sectoriales; Informe sobre Transición Energética, Republica de Colombia (2022).

El segundo objetivo hace referencia a la gestión eficiente de la demanda en todos los sectores con el fin de incorporar tecnologías de transporte limpio, buscando reducir sistemáticamente la intensidad energética del país, propiciando un desarrollo bajo en carbono al lograr una disminución de la demanda y eficiencias en el consumo y propendiendo por mejores hábitos, o por la adopción de nuevas y mejores tecnologías.

El tercer objetivo se orienta en mejorar la equidad energética del país, que es donde debe haber mayores avances. Con la apropiación de este objetivo, se busca avanzar a la asequibilidad y universalización del servicio de energía, dado que aun en el país existen regiones con grandes deficiencias en el suministro de energía de manera continua.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Un cuarto objetivo busca generar estímulos para aumentar la inversión en el espectro de las interconexiones internacionales y en infraestructura, favoreciendo la comercialización de energéticos estratégicos. Esta interconexión con otros países busca robustecer el suministro energético interno y mejorar la competitividad del país. Por último, el quinto objetivo pretende viabilizar la generación de valor en el sector energético, para facultar el desarrollo regional, maximizando la contribución del sector energético colombiano a las exportaciones, a la estabilidad macroeconómica, a la competitividad y al desarrollo del país.

5.3. Descarbonización y hoja de ruta de la transición energética

Como parte de la misión para la Transición energética en Colombia, se ha venido avanzando en los últimos cinco años en la descarbonización gradual de las ciudades mediante la implementación de diversas estrategias que avanzan desde la utilización de energías limpias, movilidad eléctrica y modelos de economía sostenible, entre otros. Es así como en el panorama energético colombiano, se presentó el estudio Hoja de Ruta para la Transición Energética en Colombia, con el liderazgo del Centro Regional de Estudios de Energía (CREE) (ENEL, 2022).

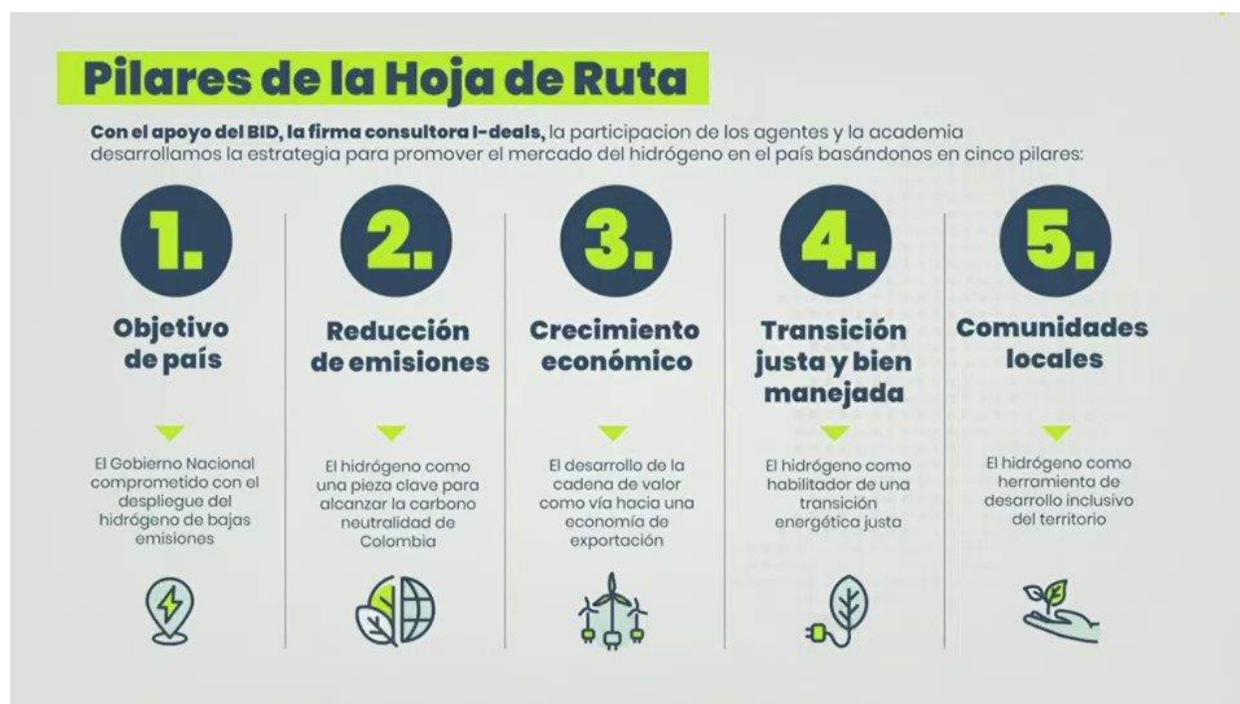
También, la Hoja de Ruta para la transición energética pretende generar compromisos para que diferentes actores del sector energético aporten desde diferentes ópticas sus recomendaciones que cumplan con las metas fijadas para 2030 y que, finalmente, alcancemos la carbono neutralidad al 2050. El estudio se realiza paralelamente en otros siete países de la región, con el fin de determinar los posibles escenarios en los cuales, se podrían reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para lograr la descarbonización, alineados con el cumplimiento de los objetivos trazados en el Acuerdo de París.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

De tal forma se establecen los pilares de la Hoja de Ruta en cinco núcleos importantes que buscan de manera ordenada, planificada y sistemática, el desarrollo medioambiental, social y económico de Colombia como producto de un articulado trabajo colaborativo de múltiples actores privados y públicos. De esta manera, la Figura 21 lo describe a continuación:

Figura 21

Hoja de Ruta



Nota: La Figura condensa los objetivos de la Ruta de Hidrogeno fundamental para la Transición energética en Colombia. Recuperado de (BID, 2020).

Desde este contexto, el Hidrógeno se convierte en una pieza clave para alcanzar la carbono neutralidad de Colombia para el año 2050, partiendo del año 2030 se prevé que el hidrógeno de bajas emisiones y sus derivados, se conviertan en una útil herramienta para una profunda y efectiva descarbonización de la economía con una adecuada relación costo-beneficio para su despegue. El

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Hidrógeno ocupará aplicaciones donde la electrificación no sea posible, o no existan otros energéticos adecuados desde un punto de vista de costo, ambiental o técnico. Se aplicará también al transporte aéreo y marítimo, transporte pesado y algunos sectores industriales en particular.

El desarrollo de la cadena de valor del hidrógeno como vía hacia una economía de exportación de bajas emisiones, es posible dado que, Colombia cuenta con una variedad rica en zonas disimiles y áreas geográficas con recursos naturales que permiten la generación de energía renovable, equiparables a las mejores del mundo; su posicionamiento geoestratégico al estar ubicado entre dos océanos le faculta tener rutas disponibles a todos los continentes y ser competitivo en mercados globales.

El hidrógeno como habilitador de una transición energética justa, es sin lugar a dudas, una gran oportunidad para la transición en concordancia con los objetivos para mantener el empleo de los sectores impactados por la descarbonización que garanticen por tanto, tener en cuenta e involucrar en su desarrollo a comunidades, unidades territoriales, academia, ciudades y empresas; abriendo nuevas puertas para la creación de un nuevo tejido industrial que aproveche la competitividad del hidrógeno producido en Colombia.

El Gobierno Nacional comprometido con el despliegue del hidrógeno de bajas emisiones tiene un objetivo transversal como motor para un desarrollo social, medioambiental y económico. En este momento, Colombia se ubica en las primeras fases de creación de esta industria a nivel global y debe establecerse un marco regulatorio y de incentivos que favorezca la implantación de los primeros pilotos.

El ultimo objetivo pretende que el hidrógeno sea una vía de integración del territorio y herramienta de desarrollo inclusivo, poniendo en el centro a las comunidades desde el inicio,

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

teniendo en cuenta sus capacidades, aspiraciones y su actual situación, poniendo en marcha planes de socialización para trasladar el potencial del hidrógeno y que sirva para transformar económicamente las comunidades. Esto, a través de mecanismos que generen equilibradamente empleo y riqueza, capacitando a las empresas para proteger los recursos naturales, las personas y el medio ambiente.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

6. Impacto socioambiental de la transición energética en empresas de Hidrocarburos

Para el desarrollo de este apartado, es necesario revisar en primera instancia la Contribución social del sector de Hidrocarburos en la economía colombiana, tomando un estudio que evalúa los años 2012 a 2016 (Campetrol 2017), descrito a continuación:

6.1. Generación de empleo

En este sentido, es importante anotar que mediante la expedición del Decreto 1668 de 2016, se obliga a los proyectos de Hidrocarburos en Colombia hacer exigible la cláusula que enuncia la contratación de 100% de la mano de obra no calificada y un 30% de la mano de obra calificada, los cuales deben provenir del área de influencia de las actividades; esto con el propósito que dichas operaciones de explotación y exploración sean generadoras de empleo para las regiones. Igualmente, en enero de 2020 se firmó un pacto por el crecimiento y para la generación de empleo del sector de hidrocarburos, mediante la identificación de los elementos necesarios para impulsar el crecimiento del sector de hidrocarburos en Colombia, estableciendo responsabilidades entre los actores de los sectores privados y públicos para reactivar el sector y generar la inversión social que jalone el desarrollo de las regiones. La Figura 22, muestra la distribución de empleo al año 2016 (López, Niño, & Rodríguez, 2020).

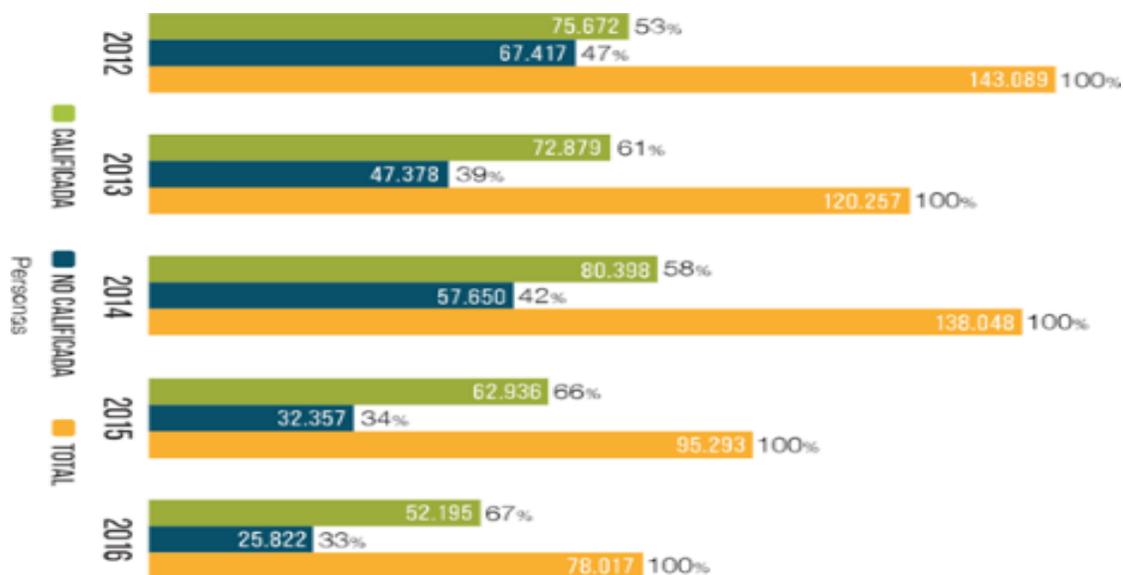
6.2. Inversión Social

La industria de hidrocarburos genera dentro de la economía colombiana, un compromiso por el progreso de las comunidades y el desarrollo integral en el área de influencia donde se realizan operaciones y dichas inversiones pueden ser de diferente forma, por obligación voluntaria, contractual o apalancada con terceros, tal como puede apreciarse en la Figura 23 para el periodo 2012 – 2016.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Figura 22

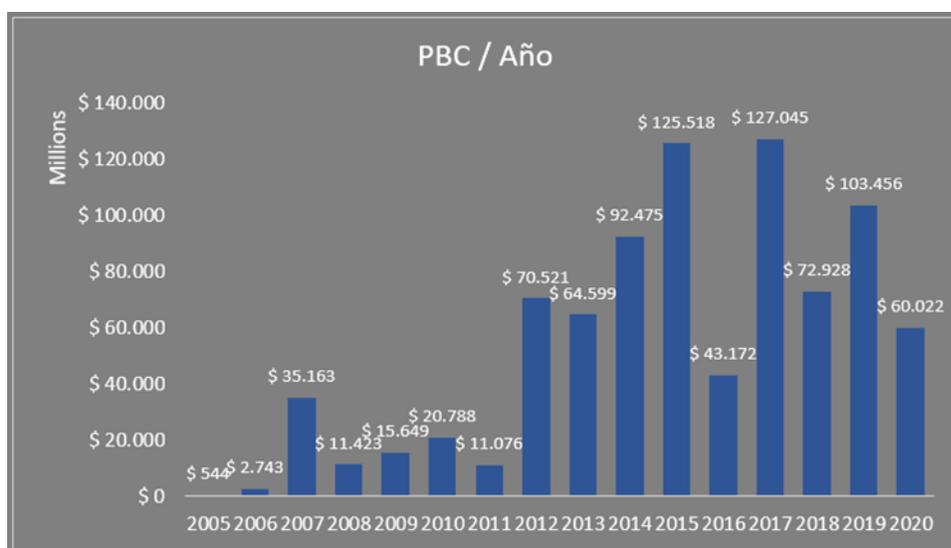
Generación de empleo



Nota: La Figura muestra la generación de empleo en Colombia en el Periodo 2012 – 2016, Uni Andes (2020).

Figura 23

Inversión Social



IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

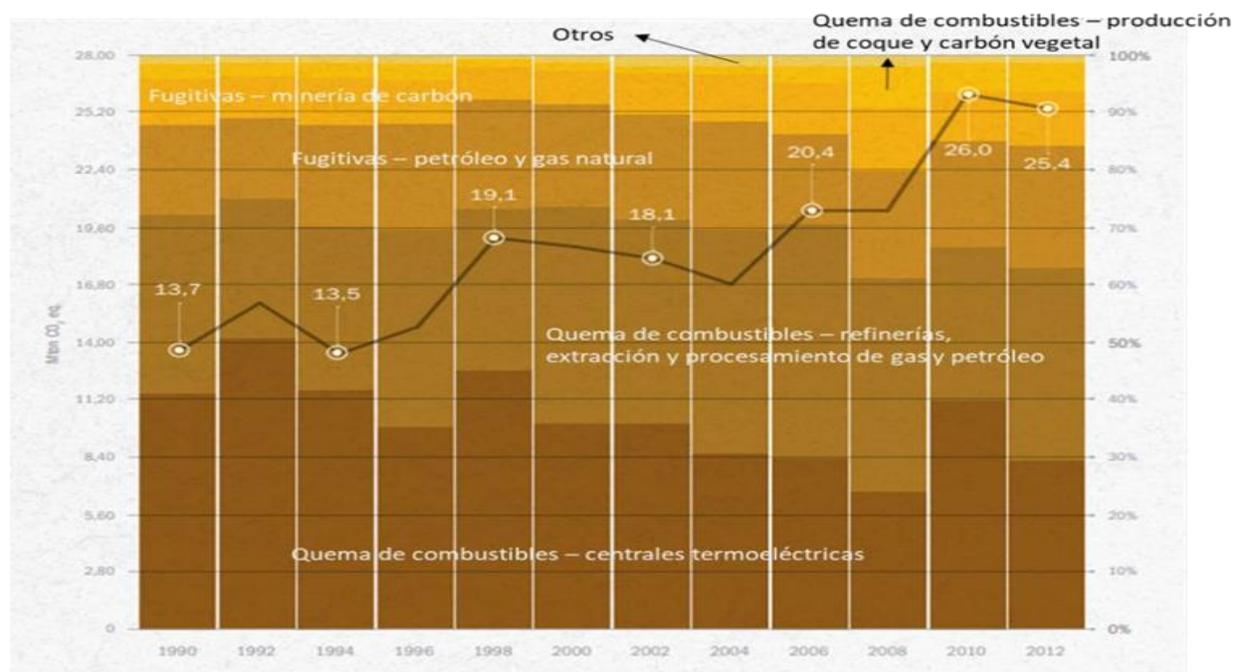
Nota: La Figura muestra la Inversión Social en Colombia derivada de la Industria de Hidrocarburos para el Periodo 2012 – 2016 Fuente ANH (2020).

6.3. Emisiones

En la actualidad, en la posición 105 se ubica Colombia respecto a la lista mundial de emisores de gases de efecto invernadero, y un lugar No. 5 en América Latina, de tal manera que las emisiones no corresponden ni al 1% de las emisiones totales que se generan en el mundo; por esto, Colombia no es un gran generador de emisiones. En el sector de minas y energía, el IDEAM según la Figura 24, se estiman las emisiones para el periodo 1990 – 2012.

Figura 24

Emisiones



Nota: La Figura muestra las emisiones de gases efecto invernadero para el Periodo 1990-2012 según proyecciones del IDEAM (2015). 2012 – 2016 Fuente ANH (2020).

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Al respecto, se destaca que las emisiones generadas son en gran parte, (> 60%) por la quema de combustibles; mientras que las emisiones fugitivas de petróleo y gas alcanzan un aproximado del 20% para el año 2012.

6.4. Otros aportes

La industria de hidrocarburos permite mediante la denominada renta petrolera que se genera para los municipios donde se realizan sus operaciones, aportar interesantes focos de desarrollo, lo cual se ve reflejado en la calidad de vida de los municipios y de acuerdo a esto, según cifras del DNP el 70% de las variables para medir el índice de pobreza multidimensional, presenta mejores resultados en los municipios petroleros. Por otra parte, si se consideran los aspectos de sinergia de las diferentes inversiones realizadas por la industria en adquisición de bienes y servicios locales, estos conllevan a un efecto multiplicador, lo cual no implica solamente generación de empleos indirectos, sino crecimiento económico de las regiones (López, Niño, & Rodríguez, 2020).

Igualmente, los proyectos en mención propician una generación de conocimiento en subsuelo y superficie tanto para la elaboración de los estudios de monitoreo frecuente, impacto ambiental e igualmente, respecto al desarrollo de las actividades propias de exploración y explotación. Esta información genera conocimiento sobre acuíferos superficiales, acuíferos subterráneos, ecosistemas presentes en el área, entre otros; esta información es articulada por las autoridades ambientales nacionales y regionales, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y Corporaciones Autónomas, generando conocimiento para el beneficio todos los colombianos.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

6.5 Revisión de precios actuales de carbón, gas y petróleo

En este aspecto, se realiza una comparación de los precios de Hidrocarburos actualmente en el mercado colombiano, lo cual se condensa a continuación, tomando como referencia el documento: “Proyección de precios de los energéticos en fuente de producción y en plantas de generación enero 2021 – diciembre 2036” de UPME, en su versión de diciembre 2021.

Crudo Brent. La EIA espera que surjan presiones a la baja en los precios del crudo en los meses siguientes a marzo, a medida que el mercado del petróleo se vuelva más equilibrado. Los precios del crudo Brent en el pronóstico promedian los 58 USD/bbl en la segunda mitad del 2021. Los pronósticos dependen en gran medida, de las decisiones de producción futuras de la OPEP+, la capacidad de respuesta de la producción del “tight oil” a precios altos y el ritmo de crecimiento de la demanda de petróleo. Se espera que los precios del Brent serán en promedio 59 USD/bbl en 2022.

Gas Henry Hub: La EIA espera que los precios spot del Henry Hub sean en promedio de 3.14 USD/MBTU en 2021, se espera que el crecimiento continuo de las exportaciones de gas natural licuado GNL, junto con la producción relativamente plana, contribuirá a un aumento de los precios hasta alcanzar 3.16 USD/MBTU en promedio en 2022.

Carbón Natural: Durante los tres últimos años el precio del carbón ha venido registrando valores récord durante las últimas semanas. Al respecto, al analizar la referencia de precio del *International Rotterdam Coal (ATWMc1)*, se evidencia un crecimiento del 11,7% entre enero y septiembre del 2021, registrando una cotización de USD 171,7 y una tendencia al alza.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

6.5.1. Impacto de la exploración de gas y petróleo

En este sentido y teniendo en cuenta los impactos medioambientales negativos que han suscitado la exploración tradicional de gas y petróleo, es necesario desde un análisis tradicional DOFA evaluar los siguientes aspectos, enunciados a continuación.

Fortalezas. Posición actual de mercado y características propias

Debilidades: Aspectos internos de la exploración

Amenazas: Impacto al medioambiente

Oportunidades: Relacionadas con oportunidades posibles para la transición.

Fortalezas	Debilidades
<p>Colombia se presenta como atractivo para la inversión de empresas internacionales.</p> <p>Existe capitales estatales interesados en su hegemonía.</p> <p>El mercado de bienes sustitutos no es muy amplio.</p> <p>La exploración sin lugar a duda genera bastantes empleos así sea de forma temporal.</p> <p>La inversión en estos rubros genera una gran dependencia económica sobre el PIB nacional.</p> <p>La ley de regalías incentiva a las regiones para continuar la exploración de HC.</p>	<p>Competencia extranjera.</p> <p>Métodos tradicionales que afectan los ecosistemas.</p> <p>Es necesario definir los términos regulatorios en materia ambiental y desarrollar una estructura de costos competitiva para los servicios al sector.</p> <p>Se da mayor importancia a las utilidades de la exploración más que a los impactos sobre el medio ambiente, por tanto, las políticas se dirigen a aumentar la productividad.</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>Existe un ambiente político adecuado para mantener la exploración.</p> <p>Se ha reducido el tiempo de expedición de las licencias medioambientales.</p> <p>El mercado de servicios y equipamiento para la actividad costa afuera en Colombia está en una</p>	<p>Situaciones de orden público que atentan contra la infraestructura.</p> <p>Regulaciones energéticas en materia de medidas para protección a los entornos medioambientales.</p> <p>Se podrían presentar graves efectos secundarios o colaterales, que se producen sobre la salud, el</p>

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

<p>etapa naciente y tiene muy pocas firmas internacionales establecidas.</p> <p>Con respecto al precio del petróleo, la gasolina, la energía y el gas, al incrementarse la producción de barriles por la fractura hidráulica, se reduciría el valor del petróleo, el gas y los derivados.</p>	<p>cambio climático y el medio ambiente que podría tener la explotación de petróleo y gas en yacimientos no convencionales.</p> <p>Durante el proceso mencionado, se podrían presentar escapes de gas metano, productos químicos radiactivos, hidrocarburos cancerígenos como el benceno, que se utilizan para que se pueda realizar la Fracturación, contaminando las aguas subterráneas que son las utilizadas para el consumo de las comunidades cercanas al lugar de la exploración, con graves complicaciones para la salud de los habitantes.</p>
---	---

6.6. Análisis DOFA casos de empresas sector de Hidrocarburos

Para el desarrollo de este punto se consideran inicialmente dos escenarios de política energética para la industria del gas y el petróleo en Colombia, donde se pueden analizar las consecuencias e impactos construidos con base en las posibles decisiones en materia de política energética, en el panorama colombiano durante los próximos cuatro años y que, de hacerse efectivas, podrían afectar inclusive las proyecciones para la década 2022 a 2032. Por esta razón se analiza en la Tabla 4, dos posibles escenarios con cálculos realizados por la ACP, identificando disponibilidad de recursos hidrocarburíferos, impacto social, económico y ambiental para el país y las regiones (ACP, 2022).

Tabla No. 4

Escenarios posibles para el desarrollo energético

	Futuro A - Sostenimiento	Futuro B - Debilitamiento
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> -Política que permite el desarrollo de la industria del petróleo y gas. -Firma de nuevos contratos E&P. -Exportación de excedentes de petróleo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Política centrada exclusivamente en energéticos diferentes a hidrocarburos (renovables no convencionales). -Sin adjudicación de nuevas áreas para E&P.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

	- Acciones para resolver desafíos regulatorios y de entorno. -Por definir, el desarrollo comercial de los YNC.	-Ambiente adverso para inversiones del sector (mayor conflictividad social, trámites adicionales, etc.). -Mayor carga tributaria para el sector.
Consecuencias	-Sostenimiento de la producción actual de petróleo y gas y abastecimiento del transporte e industria local con producción nacional. . Inversión en desarrollo de recursos descubiertos, lo que se refleja en dinamismo económico para las regiones. -Exploración similar a los últimos años. - Ejecución de los proyectos piloto de YNC ya suscritos. - Contribución al equilibrio fiscal y macroeconómico del país. - Respaldo a la diversificación energética y productiva a través de inversiones en proyectos y aportes fiscales. -Avance en metas de descarbonización y gestión del cambio climático.	-Desplome en la producción de petróleo que implica menores exportaciones e importación anticipada. -Ausencia de nuevas inversiones en desarrollo de recursos descubiertos. -Pérdida de oportunidad de desarrollar reservas y aprovechar el potencial del país. -Exploración limitada a obligaciones contractuales ya adquiridas. - Declive del sector y sus cadenas productivas asociadas. -Riesgo de desequilibrio fiscal y macroeconómico. -Reducción del aporte socioeconómico del sector a las regiones. -Menos recursos públicos para apalancar la diversificación energética y productiva.

Nota: Los escenarios planteados se construyen a partir de proyecciones de producción de petróleo y gas y de inversión E&P, recuperado de ACP (2022).

Los escenarios tenidos en cuenta para el análisis son:

- Futuro A: Sostenimiento de la exploración y producción de petróleo y gas (E&P)
- Futuro B: Debilitamiento de la exploración y producción de petróleo y gas (E&P)

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Ahora bien, se puede realizar el análisis de casos mediante una matriz DOFA de algunos casos de empresas que asumieron la transición energética, variando de los modelos tradicionales de recursos no renovables a los Recursos Renovables.

6.6.1. Complejo eólico Jemeiwaa Kai

Tabla No. 5

DOFA Complejo eólico Jemeiwaa Kai

Fortalezas	Debilidades
-Capacidad instalada de 648 MW	-Presento cambio de dueño y se tiene la incertidumbre de continuar a Fase 2.
- Interconectado al Sistema Nacional	-Débil Apalancamiento Financiero en deuda.
- Cuatro de los Cinco Parques se encuentran en Etapa 2.	
Oportunidades	Amenazas
-Excelente capacidad de mantener el flujo eólico.	-Tarifas arancelarias para las importaciones de equipos.
-Está priorizado en el contexto nacional	-Problemas de Seguridad en la zona
-Cuenta con el respaldo de la Agencia Nacional.	-Producción discontinua

Nota: Recuperado de Transición energética en Colombia, Mora (2018).

6.6.2. Parque Solar El Paso

Tabla No. 6

DOFA Parque Solar El Paso

Fortalezas	Debilidades
-Pionero en Colombia de conversión energía solar a eléctrica.	-No presenta posibles ampliaciones.
- Interconectado al Sistema Nacional.	-Débil Apalancamiento Financiero en deuda.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

- 86,2 MW o el 80% de la capacidad total solar del país.

Oportunidades	Amenazas
-Excelente capacidad de mantener la capacidad de Producción.	-Tarifas arancelarias para las importaciones de equipos.
-Esta priorizado en el contexto nacional.	-Problemas de Seguridad en la zona.
-Cuenta con el respaldo de la Agencia Nacional.	

Nota: Tomado de Transición energética en Colombia. Mora (2018).

6.6.3. Proyecto Hidroeléctrico Ituango

Tabla No. 7
DOFA Hidroituango

Fortalezas	Debilidades
-Capacidad de Generación de 2.400 MW.	- Problemas con el Consorcio y EPM.
-17% De la Demanda Energética del país.	- Recursos Financieros en litigio por actos de corrupción.

Oportunidades	Amenazas
- La energía que generará esta central permitirá atender la creciente demanda de energía eléctrica de Colombia y, por lo tanto, contribuirá a una mayor competitividad y productividad, a un mejor futuro para los colombianos.	- Corrupción y contratos en litigio.
	- Se ha perdido el apoyo de las comunidades.

Nota: Tomado de Transición energética en Colombia. Mora (2018).

7. Conclusiones

Con base a la información recabada en la investigación acerca de la Transición energética en Colombia, a la par de las intenciones y desarrollo en otras partes del mundo, se puede concluir

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

los siguientes aspectos referidos en particular, a los Objetivos trazados desde la pesquisa en fuentes bibliográficas actualizadas y confiables:

Relacionado con el tema de la transición Energética, se deja entrever que a pesar de los planes, proyectos y programas en esta materia, nuestro sistema energético en la actualidad presenta una alta vulnerabilidad a factores relacionados con la volatilidad climática y nuestra matriz energética depende aun en gran medida del recurso hídrico. Aun así, en los últimos diez años se ha avanzado significativamente en la inclusión de nuevos proyectos de energías alternativas, luchando por superar las barreras de orden tecnológico, político y económico, tendientes a incrementar el uso de fuentes renovables.

De tal forma, las Fuentes Convencionales de Energía no Renovable y Panorama Energético en Colombia, muestran una relativa evolución de los recursos energéticos con dirección de procesos y productos libres de contaminantes, las cuales permiten adoptar mayores niveles de responsabilidad con el medio ambiente y consolidan a Colombia por su posición estratégica al asumir medidas y poseedor de una de las mayores capacidades instaladas para el desarrollo de energías no convencionales. Una de las principales razones, es la proyección a largo plazo de la alta circulación de vehículos eléctricos y un acuerdo entre varios países de incluir dentro de los planes energéticos del país, los objetivos de desarrollo sostenible, además de buscar autosuficiencia energética como estrategia económica de la nación.

Por otra parte y con relación a los alcances de la normatividad colombiana, el país ha implementado una normativa con el fin de producir sustanciales reformas al sector energético nacional, retomando diversas experiencias vividas en el contexto nacional durante los últimos cuarenta años, entre las cuales, cabe destacar el auge petrolero, las crisis energéticas por cuenta

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

del fenómeno del niño en los años 90, los impactos del cambio climático y los diferentes aspectos aportados por el estado frente a los compromisos internacionales. Dentro de estos, se encuentra el Acuerdo de París, de tal forma que el gobierno y las partes interesadas, han trazado derroteros con el fin de dar fuerza a las regulaciones existentes formuladas para generar un impulso energético, en términos de la transición energética.

La normatividad colombiana en materia energética pretende modernizar la regulación actual en materia de energía, y para tal fin, propuso la reforma integral a la Ley 1715 de 2014, como norma relevante para el territorio nacional en materia de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER), la cual contempla incentivos y beneficios fiscales como las deducciones en la declaración de renta, para quienes están obligados a declarar. Igualmente, para quienes realicen inversiones cuyo destino conduzca a la producción y desarrollo de energía eléctrica con fuentes no convencionales de energía, contemplando, además, la exclusión del IVA para los servicios, maquinarias y equipos importados o nacionales que se destinen a la pre-inversión o inversión, producción y utilización de energía, a partir de las fuentes de energía no convencionales.

Frente a las propuestas para la Transición energética, como en todo proceso transicional, se vislumbran cambios importantes que conducen a las energías renovables como medio principal para la producción energética, lo cual conlleva a reducir paulatinamente y progresivamente, el uso de energías fósiles en los contextos donde sea conveniente. Así, Colombia ha dado importantes pasos, a niveles diferentes e integrando el trabajo del gobierno para mitigar los efectos del cambio climático y las acciones coordinadas de parte de entes territoriales privados y públicos.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

Sin embargo, con respecto a las características regionales en Colombia, es claro que ante su diversidad, el desarrollo de las energías renovables dependerá de la disponibilidad de los recursos naturales propicios para su debido y oportuno aprovechamiento, para lo cual debe considerarse también, el manejo de las restricciones de carácter político y económico.

Igualmente, respecto al impacto socioambiental de la transición energética en empresas de Hidrocarburos, los proyectos en mención propician una generación de conocimiento en subsuelo y superficie tanto para la elaboración de los estudios de monitoreo frecuente, impacto ambiental e igualmente, respecto al desarrollo de las actividades propias de exploración y explotación.

Esta información genera conocimiento sobre acuíferos superficiales, acuíferos subterráneos, ecosistemas presentes en el área, entre otros; para el desarrollo de este punto se consideran inicialmente dos escenarios de política energética para la industria del gas y el petróleo en Colombia, donde se pueden analizar las consecuencias e impactos construidas con base en las posibles decisiones en materia de política energética, en el panorama colombiano durante los próximos cuatro años. De hacerse efectivas, podrían afectar inclusive, las proyecciones para la década 2022 a 2032, analizando los casos de Complejo eólico Jemeiwaa Kai Parque Solar El Paso y el Proyecto Hidroeléctrico Ituango que si bien, presentan un panorama alentador para la Transición energética, también es cierto que arrastran el legado de un Sistema de energía tradicional basado en el monopolio del petróleo, del cual desligarse como principal fuente de energía tardará largos años en dejar de ser el protagonista principal.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, B. (2020). *De las políticas públicas en materia de prestación de servicios públicos*. Bogotá D.C.: Universidad Católica.
- ACP. (2022). *Escenarios de política energética y su impacto para los colombianos*. Bogotá D.C.: Ediciones de la Asociación Colombiana de Petróleo y Gas.
- Agencia Internacional de Energía. (2022). *Expectativas de crecimiento y energía*. New York: AIE.
- Ahumada, M. (2016). Desarrollo de las energías renovables en el mundo. *Medioambiente y sociedad, Vol. 2 No. 3*, 125-145.
- Arboleda, J. (2020). Colombia y la transición energética. *Revista EAFIT, Energías Renovables Vol. 3 No. 5*, 12-27.
- Ballesteros, H. (2018). Gases Efecto Invernadero. *Investigación en Ciencias Ambientales Vol 3 No. 2*, 15-32.
- BDA. (2019). Las 3 D de Energía. *Banco de Desarrollo de América Latina Vol 2 No. 5*, 12-17.
- BID. (2017). *Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia*. Bogotá D.C.: Publicaciones del Banco Industrial de desarrollo.
- BID. (2019). *Energía y Desarrollo Económico*. Buenos Aires: Publicaciones Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (2020). *Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia*. Bogotá D.C.: Ed. BID.
- Camperol, M. (2020). *Producción de petróleo y contingencia*. Bogotá D.C.: Lucena.
- Codina, L. (2017). Ecuaciones de búsqueda. *Academia Vol 3 No. 2*, 15.
- DNP. (2022). *CONPES de Transición energética*. Bogotá D.C.: Publicaciones DNP.
- ENEL. (2022). *Hoja de Ruta de la Transición Energética*. Bogotá D.C.: Publicación electrónica de ENEL.
- Foro Nuclear. (2020). *Rev. de Investigación Española Vol. 3 No. 15*, 15-25.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación, 6a ed.* México D.F.: Mc Graw Hill.
- López, A., Niño, J., & Rodríguez, A. (2020). *Rol del sector de Hidrocarburos en la Transición Energética en Colombia*. Bogotá D.C.: Publicaciones UniAndes.

IMPORTANCIA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA

- Martinez, P. (2021). Efectos Irreversibles del Cambio Climatico. *Scopus, Cambio Climatico Vol. 2 No. 3*, 15-24.
- Mora, O. (2019). *Transición energética en Colombia*. Bogotá D.C.: UNAD.
- O'Connor, P. (2016). Energy Transitions. *THE PARDEE PAPERS / No. 12*, 15-24.
- ONU. (2020). *El cambio climático global*. Washington D.C.: Publicaciones ONU.
- Ordoñez, R. (2017). Esquema para la transición energética en el sector eléctrico de Colombia. *Revista Universidad Nacional de Medellin, Vol. 10 No. 2*, 45-82.
- Otero, D. (2018). *El papel del petróleo en la economía Colombiana*. Bogotá D.C.: Uniciencia.
- Presidencia de la República de Colombia. (2022). *Transición energética: Un legado para el presente y futuro de Colombia*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional.
- UPME. (2018). Formulación de un Plan de Desarrollo para las Fuentes de energía renovables en Colombia. *Publicaciones del Ministerio del Medio Ambiente*, 25-45.
- UPME. (2018). *Plan Energetico Nacional Colombia: Ideario Energetico 2050*. Bogotá D.C.: Publicaciones Min de Minas y Energía.
- Vides, M. (2019). *Adaptacion costera al ascenso del nivel del mar*. Santa Marta: INVEMAR.
- Zapata, J., & Camacho, A. (2021). *Transición Energética en Colombia*. Bogotá D.C.: Holland&Knight.

