

**Propuesta de exportación de energías renovables hacia mercados internacionales desde la
región Caribe**

**Danna Valentina Álvarez Beltrán
Tanía Valentina Rodríguez Guerrero
Juan Manuel González Ortega**

**Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC
Colegio Administrativo y de Ciencias Económicas CACE
Programa de Negocios Internacionales
Chía, Cundinamarca
2023**

Propuesta de exportación de energías renovables hacia mercados internacionales desde la
región Caribe

Danna Valentina Álvarez Beltrán
Tanía Valentina Rodríguez Guerrero
Juan Manuel González Ortega

Director
Jorge Alexander Cortes Cortés

Trabajo de grado para optar al título de profesional en Negocios Internacionales

Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC
Colegio Administrativo y de Ciencias Económicas CACE
Programa de Negocios Internacionales
Chía, Cundinamarca
2023

Principalmente a Dios por todas sus bendiciones
brindadas a lo largo del desarrollo de este proyecto
y por darnos la fortaleza, valentía y persistencia suficiente
para culminar de manera satisfactoria este gran proceso.

A nuestros padres por su amor y apoyo único, incondicional y verdadero.

A todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo
y fueron testigos del gran esfuerzo que conllevó nuestro trabajo.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este punto y formarme cada vez mejor tanto a nivel profesional como personal, gracias por ser mi guía en aquellos momentos de adversidades, por orientarme de manera sabia e inigualable hacia el mejor camino. Agradezco también a mis padres por enseñarme a dar siempre lo mejor de mí, sin importar las barreras que se presenten, gracias por acompañarme durante todo este proceso, por sus consejos y palabras de motivación que me permitieron superar este gran reto de manera victoriosa con muchas lecciones que me han llevado a ser lo que soy hoy en día. Así mismo le agradezco a mi director de proyecto Alexander Cortés por su valioso conocimiento, exigencia, opiniones, críticas y experiencias compartidas a lo largo de la elaboración de la investigación, estos aportes fueron fundamentales para obtener este gran resultado. Por último, le doy gracias a mis compañeros Tania y Juan Manuel por ser parte de este gran logro y por todo el aprendizaje brindado en estos últimos años.

Valentina Álvarez

Quiero agradecer a Dios en primer lugar por estar siempre conmigo en cada paso de mi vida, iluminarme con sabiduría, darme fortaleza y no dejarme sola, ya que sin él no hubiera sido posible culminar esta etapa tan importante para mí. Este proyecto ha requerido de esfuerzo y dedicación por lo que no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación de mis compañeros y tutor del proyecto. Adicionalmente quiero agradecer hoy y siempre a mi mamá por su apoyo incondicional, amor y el esfuerzo que hizo para ayudarme a cumplir mi sueño de ser una profesional. Por último, pero no menos importante quiero dar gracias a mi abuelita que me lleno de amor y hubiese querido verme graduada, por lo cual este triunfo se lo dedico a ella.

Tania Valentina Rodríguez

Primero que todo quiero agradecerle a Dios por permitirme ser la persona que soy hoy en día, por su guía y oportunidades que me ha brindado a lo largo de mi vida. Agradecerle a mi familia que me ha apoyado sin importar las circunstancias, que gracias a su amor y presencia he podido ser cada vez mejor. Agradezco a los profesores que me han acompañado a lo largo de la carrera, que, a través de su paciencia y enseñanzas, me proveyeron de herramientas para el campo laboral. También agradezco a mis compañeras, Tania y Valentina que sin ellas hubiese sido imposible

terminar el reto que emprendimos juntos al decidir tomar este tema, les agradezco por sus conocimientos, apoyo y perseverancia que me acompañó desde el inicio hasta el final. Por último, quiero agradecer a mis compañeros de carrera que hicieron el paso por la universidad mejor, agradecerles por cada uno de los momentos que compartí a su lado, me llevo amistades invaluable y amigos de toda la vida.

Juan Manuel González

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo analizar el potencial que tiene Colombia para el desarrollo de energías renovables como alternativa ante la creciente demanda energética de la sociedad en los diferentes sectores económicos, por lo cual, se hace necesario investigar a profundidad como se encuentran los desarrollos actuales en el sector energético colombiano, además de determinar si se han generado avances en las hojas de ruta propuestas por el Ministerio de Minas y Energía y ODS relacionados con la sostenibilidad energética, así mismo, poder analizar si realmente Colombia podría llegar a ser un potencial exportador debido a las características inherentes de su espacio geográfico. Por lo tanto, para llevar a cabo este trabajo, se deben investigar fuentes especializadas en el desarrollo de energías renovables a nivel nacional e internacional, así como también se debe realizar la selección de un país con alto potencial para la exportación de estas energías, esto a través de una matriz de selección. Con la finalidad, de adquirir conocimientos nuevos que sirvan en el análisis y posteriores resultados del trabajo de investigación.

El impacto que se busca generar con este trabajo es el acercamiento y mayor conocimiento acerca de los beneficios que traería para Colombia el uso y aplicación de energías renovables en todos los sectores económicos, ya que como se ha evidenciado en otros países esto ayudaría significativamente a obtener un crecimiento económico, social y medioambiental que harían que Colombia este encaminada a una economía verde eficiente, a través de la diversificación de la matriz energética, descarbonización de la economía y dinamismo en el portafolio de comercio internacional, para poder así en un futuro alcanzar la meta de los objetivos de desarrollo sostenible de la Asamblea General de las Naciones Unidas y así tener un futuro mejor y más sostenible para todos.

Palabras clave: Energía, solar, eólica, producción, ODS, desarrollo, descarbonización, contaminación.

Abstract

The objective of this research work is to analyze the potential Colombia has for the development of renewable energies as an alternative to the growing energy demand of society in different economic sectors, therefore, it is necessary to investigate in depth how are the current developments in the Colombian energy sector, in addition to determining whether progress has been generated in the roadmaps proposed by the Ministry of Mines and Energy and SDGs related to energy sustainability, as well as to analyze whether Colombia could really become a potential exporter due to the inherent characteristics of its geographic space.

Therefore, to carry out this work, sources specialized in developing renewable energies at national and international levels must be investigated, as well as the selection of a country with high potential for exporting these energies through a selection matrix. With the purpose of acquiring new knowledge that will be useful in the analysis and subsequent results of the research work.

The impact that this work seeks to generate is the approach and greater knowledge about the benefits that would bring to Colombia the use and application of renewable energies in all economic sectors, since as it has been evidenced in other countries this would significantly help to obtain economic, social and environmental growth that would make Colombia on its way to an efficient green economy, through the diversification of the energy matrix, decarbonization of the economy and dynamism in the international trade portfolio, in order to achieve in the future the goal of the Sustainable Development Goals of the United Nations General Assembly and thus have a better and more sustainable future for all

KeyWords: Energy, solar, wind, green hydrogen, production, SDGs, development, decarbonization, pollution

Tabla de contenido

Agradecimientos	4
Resumen	6
Abstract	7
Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Formulación del problema	17
▪ Pregunta problema	17
Justificación	18
Introducción.....	19
Capítulo 1: Caracterizar la energía renovable e identificar zonas geográficas con mayor potencial para su producción	20
▪ Antecedentes	22
▪ ¿Qué son las energías renovables?	23
▪ Fuentes de obtención de las FNCER.....	26
▪ Ventajas de las energías renovables	27
▪ Desventajas o puntos por fortalecer de las energías renovables	30
▪ Consecuencias del uso de energías no renovables	31
▪ Tipos de energía	32
▪ Energía eólica	33
➤ ¿Cómo se produce?	34
➤ Características y beneficios	34
➤ Marco regulatorio.....	35
➤ Tecnologías para la producción de energía eólica	36

▪ Energía Solar	37
➤ ¿Cómo se produce?	38
➤ Características y beneficios:.....	38
➤ Marco regulatorio.....	39
➤ Tecnología utilizada para la producción de energía solar:.....	40
▪ Hidrógeno verde	40
➤ ¿Cómo se produce?	42
➤ Características y beneficios del hidrogeno verde.....	44
➤ Margo regulatorio del hidrogeno verde en Colombia.....	45
➤ Tecnología utilizada para la producción de hidrógeno verde.....	46
▪ Zonas geográficas con mayor potencial para la producción de energías.....	47
 Capítulo 2: Determina Determinar la importancia del desarrollo de estas energías para cumplir con el ODS número siete: Energía Asequible y no contaminante.....	
50	
▪ Desarrollo y avances de los ODS en Colombia y el mundo	60
➤ Objetivo N°7: Energía asequible y no contaminante	61
➤ Objetivo N°8: Trabajo decente y crecimiento económico	64
➤ Objetivo N°11: Ciudades y comunidades sostenibles	67
➤ Objetivo N°12: Producción y consumo responsable.....	69
➤ Objetivo N°13: Acción por el clima	71
 Capítulo 3: Identificar mercados internacionales con alto potencial para exportar energías renovables.....	
76	
▪ Variables analizadas en matriz de preselección de mercados.....	78
▪ Matriz de preselección de mercados	82
▪ Información relevante sobre Estados Unidos	86
▪ Actualidad de las energías renovables en Estados Unidos	87

Capítulo 4: Realizar el proceso de costeo necesario para la adquisición de energías renovables en el mercado objetivo.....	90
▪ Panorama de costeo energía eólica	90
▪ Panorama de costeo de energía solar	93
▪ Panorama de costeo de hidrógeno verde.....	94
Metodología	102
Conclusiones	103
Bibliografía	106

Lista de tablas

✓ Tabla 1: Tabla refleja los países con más potencial en el desarrollo de FNCER. Información tomada de IRENA, reporte de 2022. Elaboración propia.	47
✓ Tabla 2: Matriz de selección de mercados internacionales con alto potencial para la exportación de energías renovables, elaboración propia. . ¡Error! Marcador no definido.	
✓ Tabla 3: Datos clave para almacenamiento eólico por medio de baterías, datos tomados de aggregko.....	90
✓ Tabla 4: Dimensiones de batería eólica, tomado de Aggreko	91
✓ Tabla 5: Pesos correspondientes a la batería en contenedor de 20 pies, tomado de aggregko	91
✓ Tabla 6: especificaciones de batería solar, tomado de Made in China.	93
✓ Tabla 7: Dimensiones de batería solar, tomado de Made in China	93
✓ Tabla 8: capacidad de batería, tomado de Made in China	94
✓ Tabla 9: Proceso de transformación de hidrógeno verde licuado, elaboración propia. ...	95
✓ Tabla 10: Especificaciones de contenedor ISO VAC 40 LNG, Wessington Cryogenics..	99
✓ Tabla 11: Proveedores de contenedores criogénicos, elaboración propia.	100

Lista de gráficas

- ✓ Gráfica 1:Diagrama que refleja los recursos naturales básicos para la obtención de energías renovables. Elaboración propia..... 27
- ✓ Gráfica 2: Top 10 de países con mayor inversión en transición energética, cifras tomadas de World Economic Forum, elaboración propia 52
- ✓ Gráfica 3:Presenta el flujo de corrientes financieras hacia países en desarrollo de FER, datos tomados de The Sustainable Development Goals Report 2022, elaboración propia. **¡Error! Marcador no definido.**
- ✓ Gráfica 4: Proporción de la energía renovable en el consumo total de energía final y por uso final 2010-2019 en el mundo, tomada de The Sustainable Development Goals Report 2022..... 62
- ✓ Gráfica 5: Avance del ODS N°7 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia..... 63
- ✓ Gráfica 6:Desempleo en el mundo de 2019-2021, datos tomados de Naciones Unidas, elaboración propia..... 64
- ✓ Gráfica 7: Evolución del empleo mundial en energías renovables por tecnología, 2012-2021, tomado de IRENA 2022..... **¡Error! Marcador no definido.**
- ✓ Gráfica 8: Empleo que generan las energías renovables en países seleccionados (Cifras en miles)..... 65
- ✓ Gráfica 9: Avance del ODS N°8 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia..... 66
- ✓ Gráfica 10:Exposición a PM2,5 en ciudades de 2017 a 2019, datos tomados de Informe anual de 2021 de la ONU, elaboración propia. 68
- ✓ Gráfica 11: Avance del ODS N° 11 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia..... 68
- ✓ Gráfica 12: Capacidad de generación de energía Renovable instalada en países de desarrollo, datos tomados del Banco de datos regional para el seguimiento de los ODS en América Latina y el Caribe, elaboración propia..... 70

- ✓ Gráfica 13: Avance del ODS N°12 en Colombia, datos tomados de Informe de avances de ODS en Colombia de DNP de 2021, elaboración propia. **Error! Marcador no definido.**
- ✓ Gráfica 14: Emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión para energía y de procesos industriales de 1900 a 2021 (Gigatoneladas de Co2), tomada de The Sustainable Development Goals Report 2022..... 72
- ✓ Gráfica 15: Avance del ODS N°13 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia..... 72
- ✓ Gráfica 16: Temperatura promedio observada de 1901 a 2021 Tomado de Climate Change Knowledge Portal..... 73
- ✓ Gráfica 17: Índice de desempeño del cambio climático, Ranking 2023, tomada de Climate Change Performance Index. 75
- ✓ Gráfica 18: U.S electricity generation, first six months of the year (Jan - Jun, 2010 - 2022), tomada de Electricity Power Monthly. 87

Lista de imágenes

- ✓ Imagen 1: Imagen refleja los países con más potencial en el desarrollo de FNCER. Información tomada de IRENA, reporte de 2022 47
- ✓ Imagen 2: Objetivos de desarrollo Sostenibles, tomados de la ONU 50
- ✓ Imagen 3:Contenedores Criogénicos, tomado de Wessington Cryogenics.**¡Error! Marcador no definido.**
- ✓ Imagen 4:Contenedor cisterna de GNL de 40 pies /45 pies T75, tomado de CSSC Chengxi (Taizhou)..... **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de ilustraciones

✓ Ilustración 1: Refleja el comportamiento de los rayos solares en la región Caribe. Tomada de IDEAM.....	49
✓ Ilustración 2:Refleja el comportamiento de los vientos en la región Caribe. Tomada de IDEAM, 2023.....	49
✓ Ilustración 3: Refleja el comercio neto de electricidad y los países con mayor valor de comercio. Tomada de OEC, 2020.	78
✓ Ilustración 4:Tarifa minorista media por KWH en Estados Unidos, Tomado de GTM Research.	88
✓ Ilustración 5: Forma de batería exterior para energía eólica, tomado de aggreko	91
✓ Ilustración 6: Visualización en 3D de batería eólica por dentro, tomado de Made in china	91
✓ Ilustración 7: Célula de batería de iones de litio, tomado de Made in China	94
✓ Ilustración 8: Lista de países productores de hidrógeno verde a costo nivelado en 2050, tomado de H2 Business News.....	101

Objetivos

Objetivo general

- Determinar los mercados los internacionales para la exportación de energías renovables como alternativa ante la creciente demanda energética de la sociedad con fines de implementación.

Objetivos específicos

- Caracterizar la energía renovable e identificar zonas geográficas con mayor potencial para su producción.
- Determinar la importancia del desarrollo de estas energías para cumplir con el ODS número siete: Energía Asequible y no contaminante.
- Identificar mercados internacionales con alto potencial para exportar energías renovables.
- Realizar el proceso de costeo necesario para la adquisición de energías renovables en el mercado objetivo.

Formulación del problema

En los últimos años las energías renovables han tomado gran relevancia debido al insostenible estado de los combustibles tradicionales, dejando secuelas que han afectado drásticamente el planeta y por consiguiente las condiciones de vida y desarrollo, consecuencias que hoy en día parecen casi irreparables, como lo es el calentamiento global, deforestación, fenómenos naturales, etc. En un contexto internacional se ha logrado identificar que los combustibles fósiles aún predominan en la ejecución de actividades de carácter industrial, domestico, hasta en el sector de transporte y movilidad, “los combustibles fósiles comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial y el sistema energético es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de CO₂” (Naciones Unidas, s.f.) lo que ha generado un sin fin de afectaciones ambientales y económicas de manera progresiva, ya que hoy en día es necesario contar con sistemas energéticos mucho más eficientes y de beneficio para el desarrollo de la humanidad en general.

A nivel nacional se logra evidenciar que el país tiene una alta dependencia de los combustibles fósiles, cómo el gas el carón y el petróleo, los cuales logran abarcar el 74% del portafolio energético actual, Colombia, un país que goza de un territorio privilegiado por su basta naturaleza y condiciones climáticas favorables, presenta una oportunidad estratégica para realizar la subsecuente transición de los combustibles tradicionales a energías renovables, esto no solo generará que las industrias puedan funcionar a base de energías limpias que aporten y cuiden el medio ambiente sino que además permitirá aprovechar la ventaja comparativa hablando de cuestiones territoriales con otros países que no tienen este tipo de ventajas o recursos naturales. A pesar de que la energía hidráulica ya ha sido implementada en diferentes áreas del país, el problema que se pretende solucionar es la poca diversificación de la matriz energética del país, a través del potencial del territorio para desarrollar estas energías y poder así abastecer la creciente demanda de industrias a nivel mundial, implementando una descarbonización masiva de la economía colombiana, para poder contribuir con uno de los desafíos más grandes del mundo en la actualidad.

Pregunta problema

¿Qué potencial tiene Colombia para la exportación de energías renovables como alternativa ante la creciente demanda energética de la sociedad?

Justificación

La transición energética actualmente ha sido uno de los temas más relevantes a nivel mundial por su gran impacto en el desarrollo de un país, más aún con las recientes crisis energéticas. La idea de realizar este proyecto surge por el escaso desarrollo y diversificación de la matriz energética a nivel nacional, esto debido a la poca investigación destinada a otros tipos de energías que tienen un gran potencial como la energía solar, eólica e hidrogeno verde.

Por lo tanto, se realizará un análisis sobre la viabilidad que tiene Colombia para la generación de FNCER y los efectos de estas a nivel económico, político y ambiental, reflejando así la necesidad de implementarlas, ya que aportan calidad de vida, una economía más estable y mayor desarrollo social y sostenible, factores principales por los cuales el gobierno debe apostar para poder disminuir la dependencia energética de combustibles tradicionales altamente contraproducentes para la sociedad.

Introducción

Las energías renovables se presentan como un socio estratégico en la resolución de problemas que se evidencian actualmente alrededor del mundo como: ser otra alternativa para ayudar a mitigar el cambio climático y frenar la degradación ambiental, estas pueden ser un elemento esencial en el sistema energético debido a que es un recurso inagotable, combaten la dependencia energética que tienen la mayoría de países a recursos no renovables como el petróleo y el carbón, adicionalmente debido a sus características presentan una oportunidad de ser competitivas en el mercado internacional. Es por esto, que el objetivo principal de este trabajo es determinar los mercados los internacionales para la exportación de energías renovables como alternativa ante la creciente demanda energética de la sociedad con fines de implementación, para ello a lo largo del trabajo de grado se trataran los siguientes capítulos:

En el capítulo uno se caracteriza las energías renovables donde se abarcaron temas como características, tipos de energía, ventajas, antecedentes, etc. Posteriormente se identificaron las zonas geográficas de Colombia que presentaron mayor potencial para la producción de energía eólica, solar e hidrogeno verde.

En el capítulo dos se determinó la importancia e impacto que tiene para Colombia la producción de energías renovables para cumplir con las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible numero 7: Energía asequible y no contaminante trazadas por las Naciones Unidas, adicionalmente se abarco otras metas de otros ODS que se ayudan a cumplir por medio de la implementación de energías renovables.

En el capítulo tres se realizó una matriz de selección de mercados internacionales, donde se tuvo en cuenta variables económicas, políticas, ambientales, logísticas, etc. Por lo tanto, esta matriz arrojó el resultado de que Estados Unidos era el país más viable para desde Colombia exportar energías renovables.

En el capítulo cuatro finalmente se analizó si por medio del proceso de costeo para la exportación de energías renovables desde Colombia era viable o no, teniendo en cuenta precios, logística, tecnología e innovación en la industria para poder concluir el presente proyecto de grado.

Capítulo 1: Caracterizar la energía renovable e identificar zonas geográficas con mayor potencial para su producción

Estado del arte

A lo largo de los años, se han utilizado las energías renovables para cubrir necesidades humanas como alumbrado, cocina, transporte, comunicación y procesos productivos, pero debido a la revolución industrial se empezaron a utilizar energías no renovables provenientes de combustibles fósiles (Schallenberg & al., 2008). Aproximadamente, desde 1850, los combustibles fósiles como el petróleo, gas y carbón han sido las fundamentales fuentes de energía las cuales han ido desencadenando un aumento de emisiones de CO₂ significativo, contribuyendo así a la propagación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmosfera (IPCC, 2011).

Como lo señala IPCC (2011), hay diversas alternativas para seguir cubriendo la actual demanda energética mundial y ayudar con el cambio climático:

Para cubrir la demanda energética, las energías renovables pueden ser una solución a esta problemática, ya que tienen un gran potencial y cuentan con una serie de beneficios. Al implementar este tipo de energías, estas pueden contribuir al desarrollo económico y social, de esta manera mejoran el bienestar, la calidad de vida y la salud de las personas, así como contribuye al medio ambiente no siendo nocivas ni contaminantes. (pág. 7)

Las energías renovables son “aquellas cuyo potencial es inagotable, ya que provienen de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la Luna” (Schallenberg & al., 2008). Por otro lado, la UPME (2015) menciona que, Colombia es un país que cuenta con importantes recursos de combustibles fósiles y renovables:

El país tiene diversas áreas con potencial para la generación de energías renovables como: proyectos eólicos en la Guajira, sistemas de autogeneración solar, aprovechamiento de la biomasa y proyectos geotérmicos en el macizo volcánico del Ruiz. Adicionalmente, el propósito de la ley 1715 de 2014 es mantener una baja huella de carbono, así como el desarrollar una industria energética sostenible a largo plazo, por lo que se hace necesario potenciar proyectos en materia de energías renovables con el desarrollo de tecnologías. (págs. 23-37)

A su vez, una de las primordiales fuentes de energía más desarrolladas a lo largo de los últimos años en el territorio es la energía eólica, esta nace desde que el sol calienta, desde ese momento el planeta provoca un desplazamiento de aire que da origen al viento, el cual produce energía en movimiento muy conocida hoy en día como energía eólica. En la actualidad, se consolida como una de las fuentes de mayor difusión alrededor del mundo. Para implementarla esta energía se debe tener en cuenta indicadores como la velocidad y dirección. El viento en el territorio sopla con mayor intensidad en el mar, por consiguiente, las mejores ubicaciones son la Guajira y el Caribe. (Schallenberg & al., 2008; UPME, 2015)

Asimismo, se puede presentar la energía solar, que es una fuente principal de vida de la cual dispone el planeta, el sol es el que permite que haya movimiento del viento, el agua y permite el crecimiento de las plantas siendo el punto de partida para las energías renovables (Arenas & Zapata, 2011). Ahora el medio con el cual se puede aprovechar la radiación solar presentada en zonas estratégicas del país es la denominada energía solar fotovoltaica, que es posible mediante la recolección de rayos electromagnéticos por medio de paneles solares, transformándolos en electricidad para luego disponer de ella en las actividades diarias. (Arencibia, 2016)

Adicionalmente se puede dar a conocer otra fuente de energía más novedosa y con gran potencial que se ha logrado desarrollar, este se “genera a través de un proceso electroquímico conocido como electrólisis, el cual consiste en utilizar electricidad proveniente de fuentes renovables para separar el hidrógeno del oxígeno que está presente en el agua” (Andrade & Cardona, 2021). La hoja de ruta señala que el hidrogeno verde es una herramienta fundamental para la descarbonización global, situación que fomenta la participación de importantes economías, principalmente Europa y Australia con construcción de proyectos y políticas públicas para su desarrollo futuro. (Minenergías, 2021)

Para concluir se pudo establecer por medio de las investigaciones analizadas, que Colombia requiere de una transición energética sólida, ya que se puede contribuir con el cuidado y desarrollo del medio ambiente minimizando la emisión de GEI y así mismo la administración correcta de los recursos naturales con la producción de energía eólica, solar e hidrógeno verde, el país contará con una matriz energética mucho más amplia con la cual podrá fortalecer su presencia a nivel internacional y así mismo mejorar la actividad económica del país en el sector minero-energético.

Este documento está fundamentado en investigaciones previas realizadas por autores y entidades globalmente reconocidas sobre las energías renovables como la Agencia Internacional

de Energías Renovables (IRENA), la Organización latinoamericana de energía (OLADE), Organización de Naciones Unidas (ONU), Expertos de paneles intergubernamental sobre el Cambio climático, Ministerios de minas y energías de Colombia y otros países de gran importancia los cuales por medio de sus hojas de ruta en proyectos sostenibles e innovadores que están en proceso de desarrollo proveen información única sobre la viabilidad de este tipo de energías en el país y su consecuente adaptación en la sociedad, resaltando así ventajas competitivas que tiene Colombia frente a otros países para la producción de nuevas fuentes de energía renovable, además se podrá evaluar el impacto que tendrá la aplicación de estos tipos de energía para un mayor dinamismo del sector económico, disminuyendo así notablemente la dependencia de combustibles tradicionales en su matriz energética.

Antecedentes

Tiempo atrás el ser humano no concebía la idea de realizar tareas por medio de factores externos que no desencadenaran en su esfuerzo físico, o como desde la época de las cavernas, el ser humano ha necesitado del sol para calentarse y del agua para vivir, cada una de estas manifestaciones que para su momento eran inexplicables para el humano, es así que se despertó la curiosidad de llegar a preguntarse cómo hacer las cosas más rápido, en menor tiempo, buscar soluciones a situaciones tan superficiales para nosotros como que se hará después de que se vaya la luz del día, la energía ha venido respondiendo a las necesidades en cada momento de la historia, si se retoma uno de los ejemplos sobre el fin del día y como poder seguir aprovechando el tiempo aunque fuera de noche, pues el fuego respondió a este desafío que para la época era algo impensable, pero que con las antorchas y el uso del fuego la gente podía extender las actividades para la noche. La idea de la misma energía nace desde cierto punto de vista del cansancio, el humano por más que duerma y coma, se cansa y es en esta premisa el termino energía toma relevancia. Como hacer la vida de las personas más fácil, muchos han pensado en esta idea y el ejemplo que se puede observar en la edad media con los primeros molinos de viento, una forma de crear energía a través de esta estructura que aprovecha la fuerza del viento o los molinos hidráulicos que aprovechaban la fuerza del agua que en dicha época era utilizado para moler los granos y de esta forma facilitar el trabajo de las personas, según Mauricio Schoijet (2002) las personas de estas épocas también lograron concebir la idea de aprovechar la fuerza del viento para poder darle movimiento a los barcos que funcionaban como medios de transporte, fueron estos los primeros acercamientos a los que tiempo

después sería conocido como energía eólica y energía hidráulica. De acuerdo con Mauricio Schoijet (2002) fue con la llegada de la revolución industrial que se empezó a buscar fuentes de energía que pudieran darle movimiento a las últimas invenciones de la humanidad como fue el caso de la máquina de vapor, la extracción de recursos naturales como el carbón que llevó a su explotación de manera brutal en Europa no solo con fines de transporte y demás sino como fuente de calor en los hogares. Al mencionar fuentes de calor la leña que como en el pasado con los primeros hombres con el fuego fue una fuente de calor. “Casi un siglo después de las primeras máquinas de vapor empieza a introducirse una nueva forma de energía: la electricidad. Este hecho abrió a la humanidad nuevos horizontes. Ya no era necesario que el lugar del consumo de la energía fuese el mismo en el que se generaba y, además, esta forma de energía se podía transformar fácilmente en luz, en calor, en frío, en movimiento, en energía mecánica, etc., pero no es hasta finales del siglo XIX cuando empieza a introducirse en la vida cotidiana. En la segunda mitad del siglo XIX aparecen los primeros motores de combustión interna y, con ellos, los automóviles, y en el último tercio de ese siglo se empiezan a emplear como combustible el petróleo y sus derivados. En la primera mitad del siglo XX empieza a utilizarse el gas natural, y a partir de los años 50 se ponen en funcionamiento las primeras centrales nucleares.” (Schallenberg & al., 2008)

¿Qué son las energías renovables?

Según (FonCT, 2015) “La energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización. Se obtiene de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el entorno natural y comprende tecnologías de baja emisión de carbono, como la energía solar, la hidroeléctrica, la eólica, la mareomotriz y del oleaje, y la energía térmica oceánica, así como combustibles renovables tales como la biomasa”.

Según (Gonzalez, 2009) “el uso de la energía ha acompañado a la actividad de los seres humanos desde la más remota antigüedad, problemas políticos y sociales importantes relacionados con la localización de las fuentes energéticas tradicionales, han despertado un interés cada vez más extendido por encontrar nuevas fuentes de energía, caracterizadas por reponerse a un ritmo igual o superior al que son consumidas y a las que se denomina energías renovables”.

El desarrollo sostenible según la Comisión Mundial para el Medioambiente y el Desarrollo de la ONU es “aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente sin poner en peligro la

capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. “Esta opción se basa en la idea de que es posible conservar el capital natural y cultural de un territorio sin comprometer su desarrollo presente y futuro. El mantenimiento del sistema energético actual durante un plazo de tiempo de una o dos generaciones es, simplemente, insostenible porque: se están agotando las reservas de combustible, contribuye al efecto invernadero, contribuye a la contaminación local y a la lluvia ácida, contribuye a la deforestación y origina riesgos para la paz mundial”. (Instituto tecnológico de canarias S.A., 2008)

De acuerdo con (IPCC, 2011) “La demanda de energía y de servicios conexos, con miras al desarrollo social y económico y a la mejora del bienestar y la salud de las personas, va en aumento. Todas las sociedades necesitan de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas (por ejemplo, de alumbrado, cocina, ambientación, movilidad y comunicación) y para los procesos productivos. Desde 1850, aproximadamente, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂). Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera la prestación de servicios energéticos han contribuido considerablemente al aumento histórico de las concentraciones de esos gases en la atmósfera”.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario disminuir los efectos de las emisiones GEI ya que estas causan diversos problemas que afectan el medio ambiente, provocando un cambio climático y obteniendo que las personas tengan diversos problemas provenientes de estas energías, por lo tanto, hay que disminuir el uso de este tipo de energías y buscar alternativas que no contaminen y ayuden a frenar el cambio climático, para esto surgen las energías renovables o limpias para hacer frente a este desafío, además estas también brindan más beneficios aparte de ayudar al medio ambiente, como lo son el desarrollo económico y social, prevención de enfermedades, y mejores tecnologías e infraestructura para los países.

“Entre las ventajas de generar energías con recursos renovables; no emiten gases de efecto invernadero (GEI); son inagotables y gratuitas (solar y eólicas); están siendo económicamente competitivas frente a las convencionales fósiles; permiten independencia energética; entre otras. Entre sus desventajas, los grandes embalses para generar hidroelectricidad (renovable convencional) inundan grandes extensiones, generando impacto en el ecosistema; son intermitentes (solar, eólica) es decir, no pueden controlar cuando operar, debido a que funcionan

según la disponibilidad del recurso. En general, necesitan otras fuentes de apoyo (pueden ser combustibles fósiles o centrales hidroeléctricas) para garantizar una producción continua”. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020).

“Las energías no renovables tienen por ventaja: generación ininterrumpida, a diferencia de la intermitencia de las energías renovables; son tecnologías conocidas y generan empleos; contribuyen a la seguridad energética; la energía nuclear no genera GEI; otros. Entre sus desventajas las principales son el uso de combustibles fósiles (carbón y petróleo, principalmente) genera contaminación atmosférica como principal externalidad negativa. El impacto del proceso puede ser local (Dióxido de azufre (SO₂), óxidos nitrosos (NOX), material particulado, mercurio (Hg), vanadio (V) y níquel (Ni) y global (GEI)”. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)

“En el contexto internacional, aproximadamente el 81% de la energía consumida a nivel mundial proviene de fuentes fósiles, mientras que el 19% restante proviene de fuentes renovables. Actualmente, estas últimas se encuentran asociadas principalmente con el uso tradicional de la biomasa. En tal contexto, China, Alemania, España, y Estados Unidos, se consolidan hoy en día como países pioneros en el desarrollo de las mayores capacidades instaladas en tecnologías para el aprovechamiento de la energía hidráulica, eólica, solar, geotérmica y de las biomasas, como fuentes de origen renovable que hacen su aporte en el proceso de transición planteado en lo que a la generación de energía eléctrica se refiere”. (UPME, s.f.).

En el contexto nacional, “Colombia es un país que goza de una matriz energética relativamente rica tanto en combustibles fósiles como en recursos renovables. Actualmente, la explotación y producción energética del país está constituida a grandes rasgos en un 93% de recursos primarios de origen fósil, aproximadamente un 4% de hidroenergía y un 3% de biomasa y residuos. Dada la baja participación del carbón en la canasta energética doméstica, y la alta participación de combustibles líquidos derivados del petróleo y del gas natural, aun contando con el descubrimiento de nuevas reservas de estos recursos, el desarrollo de fuentes alternativas locales de energía que puedan sustituir por lo menos parcialmente el uso de estas fuentes en el transcurso de las próximas décadas cobra relevancia para satisfacer la demanda energética doméstica futura, a fin de no tener que ceder a una alta dependencia en la importación de estos energéticos convencionales en el largo plazo”. (UPME, s.f.)

En Colombia, según (Prias, 2018) ya se está planteando una transición energética por lo que ya hay políticas, programas y planes los cuales son:

- “PEN 2050, Plan Energético Nacional 2050. Escenarios Energéticos. Idearios para una apuesta del futuro.
- PROURE, Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de Energía no Convencionales. Plan de Acción Indicativo 2017-2022.
- Ley 1715/2014. Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
- PGICC. Programa de Gestión Integral de Cambio Climático del sector minero energético (responde a la ley 1753 de 2015).
- Misión de Crecimiento Verde – Lineamientos para orientar el desarrollo económico del país hacia el crecimiento verde a 2030 en diferentes dimensiones, incluyendo la energética”.

Por lo cual se hace necesario consolidar una matriz energética donde hagan parte las energías renovables promoviendo el conocimiento y la innovación en el sector.

Fuentes de obtención de las FNCER

La energía limpia o también conocida como energía renovable ha presentado grandes avances gracias al desarrollo de tecnologías sostenibles que han logrado tecnificar dichos proceso de generación, a través de los cuales se han podido obtener energías de carácter renovable a partir de fuentes que tienen un largo ciclo de vida, capacidad de autogeneración y así mismo es muy pequeño el riesgo de que se agoten o desaparezcan del todo en el entorno natural. (Fadem, 2022), las principales fuentes de obtención son:



Gráfica 1: Diagrama que refleja los recursos naturales básicos para la obtención de energías renovables. Elaboración propia

Ventajas de las energías renovables

Teniendo en cuenta ya un panorama mucho más claro sobre la industria energética sostenible y su notable evolución e importancia a través del paso de los años es necesario conocer cuáles son sus principales beneficios a la hora de incorporarlos o aplicarlos en la ejecución de actividades diarias, desde funcionamiento de grandes industrias hasta uso doméstico, estos son:

- Este tipo de energía y cada uno de sus procesos para su respectiva generación están completamente libre de emisiones de GEI, lo que a su vez aporta en gran medida para la consecución de los objetivos de cambio climático. (Vivanco, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2020)
- Es considerado un recurso inagotable debido sus capacidades y condiciones para conservarse con el tiempo y así mismo autogenerarse, siendo este un recurso estratégico para el mejoramiento del medio ambiente. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)
- Reducen la dependencia energética, esto gracias a su naturaleza local de cada uno de los tipos de energía, ya sea solar, hidráulica o geotérmica, logrando reducir sustancialmente la importación de combustibles fósiles.

- Económicamente son muy competitivas para el mercado actual. Las tecnologías renovables como la eólica y la solar fotovoltaica han reducido fuertemente sus costos gracias a la implementación de estas en los diferentes sectores económicos, más que todo en el sector industrial, de forma que ya son altamente competitivas con las convencionales en la mayoría de los países. Por ejemplo, en países como Chile, uno de los pioneros en generación de energías renovables, posee grandes ventajas comparativas para el desarrollo de energía solar en específico, esto a través del fortalecimiento e incremento de la infraestructura adecuada para dicha producción en la cual se puedan multiplicar la cantidad de emplazamientos con paneles fotovoltaicos. Un ejemplo claro del potencial de las energías renovables es que, según estudios internacionales, “se estima que a 2030 se podría alcanzar un 75% de generación renovable pudiendo a esa fecha la energía solar por primera vez superar a la generación hidroeléctrica como primera fuente de generación”. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)
- Altas expectativas para la ejecución de proyectos sostenibles que requieran múltiples tecnologías de vanguardia para su desarrollo: La mayoría de los países están trabajando y uniendo esfuerzos para lograr una descarbonización de la economía a gran escala, tanto a nivel económico como a nivel social y de servicios, pues de esta forma se estaría aportando a los objetivos de desarrollo sostenible determinados por la ONU.
- La transición energética se ha visto favorecida gracias a la evolución que han presentado las herramientas digitales y demás instrumentos tecnológicos, es claro que con el paso del tiempo son mayores los avances en materia tecnológica siendo este uno de los sectores que ha logrado avanzar y ampliar su cobertura de servicios sostenibles a nivel mundial en sectores económicos desde la industria automotriz hasta con fines de uso doméstico.
- La generación del tipo de energía de biomasa es completamente descentralizada, lo que ocasionaría un gran impacto en la matriz energética, ya que no se dependería única y exclusivamente de combustibles fósiles. Para la obtención de esta energía se requiere un alto grado de inversión en desarrollo tecnológico

para poder así prolongar aún más su suministro por periodos largos, sin embargo, actualmente el manejo de esta es completamente confiable y a su vez permite que proyectos y procesos de mediana magnitud sean trasladados e implementados en diferentes territorios.

- Bajo el escenario de política actual, se estima que la producción y generación de energías como la eólica y solar fotovoltaica proporcionará más de la mitad de la nueva capacidad eléctrica para el 2040, según agencias internacionales especializadas en energías renovables.
- Actualmente se ha desarrollado energía eólica offshore la cual tiene amplias capacidades para poder suplir la demanda de servicios de electricidad tanto actual y futura. “La generación off-shore tiene ventajas, como el aprovechamiento de mayores velocidades de viento y con una menor variabilidad, permitiendo la captura de más energía por un mayor número de horas durante el día”. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)
- Crea un mejor posicionamiento económico lo que deriva a un mayor poder adquisitivo y a su vez genera un aumento significativo de los índices de empleo a nivel regional, nacional y en muchos casos hasta internacional, esto por medio de las diferentes infraestructuras que ya han estado en proceso de ejecución y así mismo las que van a entrar en marcha para la generación de los diferentes tipos de energía renovable.
- El desarrollo de proyectos sostenibles ha brindado la oportunidad para que desde los hogares a través de pequeños paneles solares incrustados en los techos de las casas hasta herramientas fotovoltaicas de grandes magnitudes se implementen en edificios, logrando acceder a estos servicios con costos un poco más asequibles y así mismo generar una mayor diversificación de los usos de estos tipos de energía cumpliendo cada vez más con el objetivo de preservar correctamente los recursos naturales y el hábitat del ser humano a lo largo de la ejecución de todas sus tareas del diario vivir sin llegar a afectar a generaciones futuras. (Vivanco, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2020)

Desventajas o puntos por fortalecer de las energías renovables

Claramente a lo largo del proceso de obtención y producción de estas energías se puede evidenciar ciertas falencias en su desarrollo, por lo tanto, es importante conocer las desventajas de este tipo de recurso energético para prever y trabajar en su mejoría, se categorizan de la siguiente forma:

- Se pueden presentar intervalos o intermitencia en la frecuencia de producción de energía solar o eólica dependiendo del clima con el que se cuente en determinado territorio. “Estas centrales generadoras que usan estos recursos no pueden controlar cuándo operar, debido a que funcionan cuando el recurso está disponible. En general, necesitan otras fuentes de apoyo (pueden ser combustibles fósiles o centrales hidroeléctricas) para garantizar una producción continua” (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020).
- Debido a que en diferentes ocasiones los proyectos no cuentan con una infraestructura robusta, es necesario fortalecer la inversión en este sector y generar construcciones óptimas con altos niveles de seguridad, que garanticen un control eficaz sobre cada uno de los procesos necesarios para la obtención de las FNCER. Es en este punto cuando es necesario evaluar cada una de las condiciones territoriales con las que cuenta el lugar sobre el cual se desea operar, desde su tamaño, magnitud de fauna, estado del suelo, etc., ya que muchas veces la implementación de por ejemplo parques eólicos puede generar movimientos telúricos, distorsión de paisajes o visibilidad para pequeñas estructuras o casas que se encuentren cerca, entre otras consecuencias. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)
- Al contar con construcciones de grandes magnitudes y que por ende implican una gran cantidad de espacio tanto terrestre como aéreo (Caso de rotores o generadores eólicos), se afecta considerablemente el hábitat natural de animales especialmente el de las aves, por lo que pueden presentarse accidentes al verse interrumpido su tránsito ya sea con las hélices o turbinas. (Vivanco, Energías renovables y no renovables, 2020)
- Una de las principales dificultades que presentan este tipo de proyectos de generación de energía eólica offshore o también denominadas energías marinas, es el diseño de diversos materiales e infraestructuras que tengan excelente calidad, reducidos niveles de mantenimiento y una gran capacidad de resistencia para adaptarse al medio y soportar los

fuertes vientos o posibles condiciones marinas que se puedan llegar a presentar en el lugar dónde se ha decidido ejecutar el proyecto.

- En países de América Latina no se cuenta con un desarrollo masivo de estos proyectos lo que hace que sus costos sean altamente elevados imposibilitando descarbonización de la economía. Adicionalmente se presentan múltiples dificultades técnicas en cuando a la resistencia de materiales y maquinas fundamentales a condiciones reales para la generación u transporte o circulación de estos tipos de FNCER.
- Cabe resaltar que algunos de los insumos necesarios “no están disponibles en todo el territorio ni es posible cambiar su ubicación. Cada zona dispone de mejores recursos naturales de una fuente u otra para la obtención de energía. Por lo tanto, la planificación de las líneas de transmisión puede afectar los ecosistemas”. (Vivanco, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2020)

Consecuencias del uso de energías no renovables

- Para poder generar electricidad de forma fácil rápida el proceso que se sigue en la mayoría de las industrias que se dedican a estas operaciones, es la quema de combustibles fósiles, esto es generado a un gran volumen en reconocidas centrales industriales, donde gracias a dicha excavación e incineración se genera una gran contaminación del aire, tierra y agua, lo que genera efectos altamente complejos en los humanos, como enfermedades respiratorias, alergias o afecciones cutáneas y/o efectos perjudiciales en la visión.
- Además, se liberan diversas sustancias de origen químico con un alto grado de toxicidad que contribuyen a la formación de cáncer y en casos severos llegan al punto de ocasionar defectos de nacimiento, estos efectos se generan principalmente por:
 - Aspirar vapores de forma permanente.
 - El consumo elevado de alimentos o bebidas contaminadas en un gran porcentaje con petróleo entre otros químicos.
 - Contacto regular.
- Según lo expuesto por (Fadem, 2022) en cuanto a la energía hidroeléctrica de gran volumen, la cual es utilizada directamente desde las represas para generar electricidad, causa a mediano y largo plazo la inundación de zonas habitables, sometiendo a las personas que se encuentran en estos lugares a que tengan que abandonar de manera obligatoria sus hogares, padecer de hambre durante mucho tiempo, perder familiares, perder sus

pertenencias y sus tierras o cultivos que son utilizadas en diversas ocasiones como único medio de sustento para las familias, otro factor importante es que debido a estas inundaciones se genera un esparcimiento significativo de virus y enfermedades como el paludismo, entre otros.

- Cuando se obtiene la energía eléctrica como resultado del tratamiento de las energías renovables es de vital importancia tener claro que los cables de alta tensión o conductores de energía de un lugar a otro son altamente peligrosos, ya sea porque pueden causar inconvenientes en la salud generando enfermedades como el cáncer, esto debido que estos dispositivos poseen un alto porcentaje de campos magnéticos que a largo plazo pueden derivar grandes afectaciones, por lo que se recomienda a las sociedad no construir cerca de este tipo de instalaciones. (Fadem, 2022)

Tipos de energía

Existen diferentes tipos de fuentes y tecnologías de energías renovables, entre las que se encuentran:

- **Bioenergía:** Es obtenida de la biomasa (almacenamiento en la materia orgánica de la energía útil del sol), se considera una de las fuentes de energía tradicional más utilizada dentro de la categoría renovables y su mayor protagonismo es en países subdesarrollados, que por medio de diversos procesos la biomasa es utilizada para generar electricidad, calor, combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. Entre sus características se encuentra que es constante y por ende controlable. La incursión para la producción de energía por medio de la biomasa depende de la zona geográfica donde se encuentre y del nivel de tecnología utilizado.
- **Energía geotérmica:** Es aquella explotada de la energía térmica que se encuentra al interior de la tierra. Al momento de extraer el calor se utiliza a diversas temperaturas para generar electricidad. Se utilizan tecnologías que están en constante evolución para mantener una producción constante y que esta pueda ser usada por ejemplo como calefacción en residencias. En general, los mayores países con capacidad instalada de este tipo de energías son Estados Unidos, Filipinas e Indonesia. Para el desarrollo de este tipo de energía se necesita tener presente los altos costos que conllevan las etapas de exploración y los marcos regulatorios.

- **Energía hidroeléctrica:** Proveniente del agua para la generación de electricidad principalmente, su proceso consiste en que el movimiento de agua producido río abajo hace que se genere la energía cinética, esta posteriormente es transformada en energía hidroeléctrica y finalmente es generada la energía eléctrica. Este tipo de energía es capaz de responder a diversas necesidades de menor a gran escala. Cuenta con riesgos inherentes como son las sequías y las restricciones medioambientales impuestas a este recurso por considerarse vital para los seres vivos.
- **Energía oceánica:** Esta es obtenida por medio de la energía cinética, química, potencial o térmica del agua de mar. En esta se pueden implementar diversos procesos dependiendo del tipo de tecnologías que se tengan y dependiendo del proceso utilizado se podrá hacer uso de estos resultados para el aprovechamiento de la electricidad o se puede transformar en agua potable.

Para efectos de la presente investigación, se conceptualizará más a fondo las fuentes de energía renovables: Eólica, solar e hidrógeno verde.

Energía eólica

Según (Perdomo, Jaimes, & Almeida, 2014) “La energía eólica es aquella proveniente del movimiento de masa de aire que se presenta en forma de viento y al igual que la mayoría de las fuentes de energía renovables, proviene del sol, ya que son las diferencias de temperatura entre las distintas zonas geográficas de la tierra las que producen la circulación de aire”.

“El Sol calienta de forma desigual las diferentes zonas del planeta, provocando el movimiento del aire que rodea la Tierra y dando lugar al viento. El viento es, por tanto, energía en movimiento” (Instituto tecnológico de canarias S.A., 2008)

“La energía eólica explota la energía cinética del aire en movimiento. La aplicación de mayor interés para la mitigación del cambio climático consiste en producir electricidad a partir de grandes turbinas eólicas instaladas en tierra firme (en tierra) o en el mar o agua dulce (aguas adentro)”. (IPCC, 2011)

La historia de la energía eólica se remonta a que el uso más antiguo en el que se utilizó fue en la locomoción, en el siglo XIX cuando se introdujo la máquina de vapor, la navegación dependió de este tipo de energía. Las primeras turbinas eólicas se utilizaron para bombear agua y moler granos. En el siglo XI d. C., los molinos de viento se usaban ampliamente en el Medio Oriente. No se introdujeron en Europa hasta el siglo XIII, gracias a las Cruzadas. Luego a final del siglo

XV se construyó los primeros molinos de viento para poder producir papel, madera y aceites. Al igual que en otras partes del mundo, la llegada de alternativas más baratas al suministro de energía significa que están siendo reemplazadas gradualmente por motores térmicos o motores eléctricos alimentados por redes. (Moragues & Rapallini, 2003)

¿Cómo se produce?

“La transformación de la energía cinética del viento se realiza a través de aerogeneradores. En estos, la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento. Si el suministro eléctrico va a ser puntual (una vivienda aislada, granjas, etc.), se utilizan equipos de baja potencia, por lo común, de varias decenas de KW. Cuando la electricidad generada se va a volcar a la red de distribución se utilizan varios aerogeneradores, de potencia comúnmente inferior a un MW. Estos grupos de máquinas se denominan parques eólicos y pueden situarse tanto en tierra (onshore) como en el mar (offshore)”. (EPEC, s.f.)

Características y beneficios

La energía eólica tiene varias características positivas, ya que entre sus beneficios se encuentra que es limpia, renovable y un medio de generación sustentable. Entre sus características más relevantes es que esta es capaz debido al calentamiento global que por cada unidad de electricidad producida con turbinas eólicas puede desplazar en la misma cantidad electricidad generada por centrales que queman hidrocarburos, también es considerada una energía económica para reducir la emisión de CO₂, no genera residuos peligrosos como si lo hace la energía nuclear, esta ayuda a promover un ahorro en el uso de reservas de combustibles fósiles al implementarla. La energía eólica entre sus aspectos más positivos es que ayuda a la economía de los sitios donde se sitúa los parques eólicos ya que gracias a estos es posible crear nuevos puestos de trabajo, la población puede obtener mayores ingresos y ayuda a promover el desarrollo de la región. (Moragues & Rapallini, 2003)

De acuerdo con (Instituto tecnologico de canarias S.A., 2008) “El impacto medioambiental que puede producir un parque eólico va a depender fundamentalmente del emplazamiento elegido para su instalación, del tamaño del parque y de la distancia a los núcleos poblacionales”. Los principales impactos son:

1. Impacto visual: Ya que se produce un impacto paisajístico, para algunos puede ser positivo cuando los parques eólicos son pequeños y un efecto negativo en aquellas zonas donde sus instalaciones sean de un mayor tamaño.
2. Impacto sobre las aves: Estudios realizados evidencian que algunas aves y sus rutas de vuelo se han visto entorpecidas por los aerogeneradores, sin embargo, el impacto que tienen es muy pequeño comparado con causas naturales y las aves a través de los años se han ido acostumbrando a estas instalaciones y las desvían para no tropezarse con ellas.
3. Impacto acústico: Antiguamente los aerogeneradores de los años 80 originaban un ruido molesto debido a fallas mecánicas, pero en la actualidad debido a la evolución que estos han tenido el ruido se ha reducido más del 50%, sin embargo, lo recomendado es no ubicar este tipo de parques eólicos cerca de zonas residenciales que se pueden ver entorpecidas por el ruido.

Entre sus aspectos favorables se destaca que no produce emisiones contaminantes y no contribuye al efecto invernadero, proporciona muchos más puestos de trabajo que cualquier otra fuente de energía, aunque su inversión es grande los costos asociados al mantenimiento son bajos y tienen una vida útil prolongada y su impacto sobre la salud pública de las personas de la región donde se sitúa la energía es menor que el de fuentes de energía de origen fósil. Y su principal aspecto desfavorable es que el viento por lo general puede ser intermitente y aleatorio, por lo que en varias zonas el uso de este tipo de energía no resulta la ideal como fuente energética, por lo que hay que ubicar las instalaciones en puntos estratégicos. (EPEC, s.f.)

“Los vientos en Colombia están entre los mejores de Sudamérica. Regiones en donde se han investigado, como en el departamento de la Guajira, han sido clasificados vientos clase 7 (cerca de los 10 metros por segundo (m/s)). La única otra región con esta clasificación en Latinoamérica es la Patagonia, ubicada en Chile y Argentina. Colombia tiene un potencial estimado de energía eólica de 21GW solamente en el departamento de la Guajira (lo suficiente para satisfacer casi dos veces la demanda nacional de energía)”. (Molina, 2016)

Marco regulatorio

La normatividad para la implementación de energías renovables en el territorio colombiano de la que se tiene vigencia en la última década comienza con una ley que se implementó en el 2014

(ley 1715 del 13 de mayo del 2014) que es la ley de las energías renovables que se creó con el fin de impulsar e incentivar el uso en Colombia y así dar respuesta a la demanda energética nacional y lograr una relación amigable con el medio ambiente. Menciona el autor “igualmente los conocedores sobre el tema de energías no convencionales coinciden en que, aunque en la normatividad actual no se definen restricciones para llevar a cabo proyectos con fuentes alternas, existen vacíos que limitan su desarrollo y reconocen que estas nuevas tecnologías aun presentan dificultades para alcanzar precios más competitivos respecto a las alternativas convencionales”. (Giraldo, 2017)

Según (UPME, s.f.) a pesar de que la ley que favorece e impulsa el uso de energías renovables como lo es la energía eólica, se han encontrado algunas barreras que impiden la implementación de esta energía como lo son:

1. Licenciamiento: el punto crítico se encuentra en la zona de la Guajira que por su localización estratégica se han tenido procesos de consulta con los indígenas de la región que protegen sus territorios.
2. No existen requerimientos técnicos definidos para la implementación de parques eólicos.
3. Infraestructura: el problema radica en que las zonas con potencial para la implementación de este tipo de energía se encuentran en zonas alejadas donde la infraestructura no está bien desarrollada, ya que no hay vías de acceso y comunicación, etc.
4. Naturaleza del recurso: ya que no puede ajustarse al modelo de regulación colombiano de fuentes “despachables”:
5. Política energética: a pesar de promover el uso de energías renovables carece de verdaderos incentivos para el desarrollo e inversión de estas.
6. No existe el conocimiento suficiente sobre la implementación de energía eólica en Colombia.
7. Existe falta de acceso a entidades de financiación para la realización de proyectos o iniciativas de esta índole.
8. Costos de implementación elevados a comparación de los costos de las fuentes de energía tradicionales.

Tecnologías para la producción de energía eólica

La energía eólica al ser una de las más antiguas en la historia del ser humano ha permitido que a lo largo de los años se haya tenido una evolución constante en materia de sus instalaciones para

aprovechar los vientos y generar electricidad. Entre las tecnologías más revolucionarias de los últimos años encontramos:

- Vortex Bladeless originaria de España ha creado unos aerogeneradores sin palas ni engranajes que impactan en menor medida al medio ambiente, tiene menores costes de instalación, ocupan menos espacio y son más silenciosos, este obtiene la energía por medio de la oscilación y vibración del viento. (Galan, 2021).
- Energía eólica marina es una de las más investigadas últimamente, ya que a pesar de que para la implementación de esta se necesitan cableados dinámicos, costos de amarre y tiene una tendencia a tener unas condiciones climáticas extremas, si se implementan turbinas eólicas marinas se reducirían costos asociados a la instalación, ensamble y transporte en comparación con las turbinas tradicionales por lo que se esperan nuevos desarrollos futuros con este tipo de obtención de energía. (Revista RD energia, 2021)
- Los TLP son otro tipo de innovación que se ha venido dando y haciendo pruebas piloto, este es comúnmente utilizado para desarrollo de petróleo y gas en aguas profundas, pero al ser implementado para la obtención de energía eólica este puede ser capaz de reducir los costos de la electricidad mediante la maximización de la eficiencia en el proceso de conversión de energía y al mismo tiempo reducir costos operativos. (Revista RD energia, 2021)

Energía Solar

“Es la energía radiante producida en el sol, como resultado de reacciones nucleares de fusión que llegan a la tierra a través del espacio en paquetes de energía llamados fotones (luz), que interactúan con la atmosfera y la superficie terrestres.

Sin la presencia del sol no existiría vida en la tierra. El planeta sería demasiado frío, no crecerían las plantas ni habría vida alguna, excepto algunas bacterias. Todos nuestros recursos energéticos provienen indirectamente del sol. Los combustibles fósiles son plantas y árboles muy antiguos, que crecieron gracias a la luz solar y han sido comprimidos durante millones de años. La energía eólica e hidráulica son generadas mediante procesos conducidos por el sol. La madera para combustible es obtenida de los árboles, los cuales no podrían crecer sin luz solar” (Orbegozo & Arivilca, 2010, pág. 11)

“Es la energía radiante del sol recibida en la tierra, se transforma en la naturaleza en otras formas de energía, como biomasa y energía eólica, pero también se puede transformar a otras formas de

energía como calor y electricidad. Las aplicaciones más difundidas en Colombia son el calentamiento de agua para uso doméstico, industrial y recreacional (calentamiento de agua para piscinas) y la generación de electricidad a pequeña escala. Otras aplicaciones menos difundidas son el secado solar de productos agrícolas y la destilación solar del agua de mar u otras aguas no potables” (Rodriguez, 2008, pág. 84)

¿Cómo se produce?

- “Transformación de la radiación solar en calor: Se denomina energía solar térmica. Consiste en transformar la radiación solar en calor, que puede aprovecharse para producir agua caliente destinada al consumo doméstico (calentamiento de piscinas, agua caliente sanitaria, calefacción, refrigeración por absorción). El calor también puede utilizarse para producir energía mecánica mediante un ciclo termodinámico y, a través de un alternador, generar energía eléctrica: es la denominada energía solar termoelectrica.
- Transformación de la radiación solar en electricidad: se denomina energía solar fotovoltaica. Esta transformación se lleva a cabo en los elementos semiconductores que integran los paneles solares fotovoltaicos. La electricidad puede ser utilizada de forma directa, almacenada en baterías, e incluso se puede inyectar en la red de distribución eléctrica” (Martinez, 2010, pág. 17)

Características y beneficios:

- “Traería consigo una reducción del uso de las otras fuentes de energía, una menor demanda de la red y, por consiguiente, una reducción de los precios nacionales en las fuentes tradicionales.
- La fuente de energía (radiación solar) es gratuita, esto puede ser muy significativo a la hora de invertir en un sistema solar.
- Contribuye al bienestar social en la medida que reduce las externalidades negativas sobre el medio ambiente.
- La energía fotovoltaica genera menores emisiones de dióxido de carbono (CO₂), efecto invernadero lluvia acida y óxidos de azufre.
- Cualquier persona o empresa puede generar energía eléctrica con sistemas fotovoltaicos (FV) aumentando la independencia energética.

- Es menos peligroso debido a que no usa líneas de alta tensión, las cuales pueden generar catástrofes en cuanto a infraestructura y líneas de transporte” (Gómez & et al, 2017)

Marco regulatorio

- El gobierno nacional creó la ley 29 de 1990 y el decreto 393 de 1991, para impulsar la investigación en el URE (uso racional de la energía) a través de Colciencias.
- En 1992, se presentó un documento llamado “políticas en fuentes alternas de energía, presente y futuro”. Haciendo referencia a política de orden de energías alternativas no convencionales para la población urbana y rural. En dicho documento se mencionan las referencias dadas por el artículo 63 de la ley 1 de 1984, correspondiente a:
 - “Promover la aplicación de fuentes alternas de energía mediante la utilización de recursos energéticos localmente disponibles, especialmente en áreas donde los servicios públicos son deficientes.
 - Evaluar y supervisar la ejecución de proyectos en zonas aisladas
 - Evaluar el potencial de FNCE
 - Efectuar estudios para el desarrollo de las FNCE con el fin de formular políticas a nivel nacional” (Función pública, 1984)
- De acuerdo con la resolución 18-0919 de junio del 2010, hace mención del uso de energías renovables, “Que el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME y las entidades directamente relacionadas, por la responsabilidad que les otorga la ley o por su naturaleza o interés, han difundido y adelantado acciones, como también estudios pertinentes, buscando la mayor eficiencia energética en procura del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana y la protección al consumidor, así como la promoción de fuentes no convencionales, de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales” (UPME, 2010)
- La ley 1715 de 2014 se creó: “con el fin de reglamentar la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, dentro de sus funciones delega a la CREG establecer tarifas para la energía solar FV, también regula la venta de créditos o excedentes de energía entregados a la red de distribución y transporte para auto generadores que produzcan menos de (5 MW), apoya la utilización de fuentes locales para

producción de energía a través del Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía” (Función Pública, 2014)

- Los lineamientos de la política energética general vigente se encuentran en el PEN 2050, el cual presentar ideas, perspectivas, retos, requerimientos, competencias y panorama del sector energético (Gómez & et al, 2017)

Tecnología utilizada para la producción de energía solar:

“Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios. Los paneles se colocan en serie para conseguir un voltaje adecuado a la aplicación eléctrica en cuestión o demandada; entonces los paneles capturan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados. Sus posibles usos son muchos ya que conectados a una red y generando electricidad pueden dar servicios notables en energía a casas o empresas.” (Arencibia, 2016)

Hidrógeno verde

Actualmente el mundo entero enfrenta una lucha compleja contra el calentamiento global, el cual en la mayoría de las ocasiones es generado por la frecuente emisión de múltiples GEI, tema que se ha transformado en un factor de alta prioridad a nivel nacional e internacional. Una muestra de ellos se ve reflejado en el acuerdo de “Paris de 2015” donde se logra identificar una necesidad constante de preservar el entorno y así mismo los recursos naturales disponibles para que a su vez se pueda generar un desarrollo sostenible que no afecte en ninguna circunstancia el bienestar del ser humano, por lo que se invita a la mayoría de los países del mundo a que trabajen y unan esfuerzos para poder mantener este índice de calentamiento global menor al 2 °C, para obtener buenas condiciones de vida y así mismo óptimas practicas industriales. (Minenergías, 2021).

“El hidrógeno renovable se posiciona como uno de los principales vectores energéticos en el largo plazo debido a que su producción y consumo es neutral climáticamente y no genera emisiones contaminantes. A diferencia de otros vectores energéticos renovables, el

hidrógeno tiene la capacidad de ser almacenado, como gas a presión o en estado líquido, lo que permite un mayor grado de gestionabilidad. Así mismo, el hidrógeno obtenido mediante el reformado del biogás o la conversión bioquímica de la biomasa, siempre que se cumplan los requisitos de sostenibilidad establecidos, tendrá carácter renovable”. (Gobierno de España , 2021)

De esta forma, es posible determinar que el hidrogeno verde juega un papel fundamental en el cumplimiento y ejecución de los ODS, este tipo de energía no solamente será de gran aporte por un periodo corto de tiempo, sino que por el contrario si se llevan a cabo proyectos a largo plazo se podrá generar una completa renovación de la matriz energética y así mismo de sectores que hoy en día mueven el mercado, como también gracias al desarrollo que puede derivar este tipo de energías, se podrá llegar a diversos territorios en los cuales es casi imposible implementar otra alternativa de combustible diferente a los derivados de los recurso fósiles. Problemáticas como estas se presentan también en economías internacionales, dónde por factores como baja disponibilidad de recursos naturales para la generación de estas energías, recursos económicos por parte del gobierno muy limitados o un sistema nulo de incentivos y retribuciones para este tipo de proyectos imposibilitan la transición que se tiene como objetivo, y es aquí precisamente donde Colombia tiene una amplia ventaja y oportunidad estratégica para destacarse en la generación de dichos combustibles limpios o energías. El mundo vive en un constante desarrollo más aún en materia sostenible, es por esto por lo que el hidrógeno no se queda atrás, este compuesto químico posee una gran versatilidad, es decir una amplia capacidad de adaptación a cualquier escenario de la sociedad, desde industrias automotrices hasta pequeñas empresas y hogares. Este compuesto es uno de los elementos que tiene mayor simplicidad en la tabla periódica, también es altamente reactivo y esta es la razón del porque no se puede encontrar fácilmente en el entorno, sino que por el contrario es necesario realizar una serie de procedimientos de manera rigurosa para poder obtenerlo en un estado óptimo y seguro para su utilización, convirtiéndolo así en un vector energético que requiere de otras fuentes de energía generalmente de procedencia eléctrica. Probablemente con el avance de los proyectos se generen nuevos mecanismos, materiales o herramientas para su generación en los cuales el uso de la tecnología se convertirá en un aspecto clave para que el flujo de producción sea productivo y eficiente. Sin embargo, hay que resaltar que el hidrogeno se debe clasificar según el grado de emisiones que genere en el entorno, esto

dependerá de los procedimientos e insumos que sean necesarios para su proceso de generación, puede clasificarse en hidrógeno verde, gris, azul, etc. (Minenergías, 2021)

Dado esto, según el Ministerio de minas y energía de Colombia y la información reflejada en su hoja de ruta de hidrogeno verde, (Minenergías, 2021) el hidrogeno verde o también llamado hidrogeno limpio, es producido a partir de un proceso denominado electrolisis, por medio del cual se procede a recolectar grandes magnitudes de electricidad procedente de diversas fuentes que en su mayoría son renovables como la eólica, biomasa, solar, mareomotriz y en algunas situaciones reducidos volúmenes recursos hidroeléctricos para luego ejercer una serie de procesos que darán lugar al hidrogeno verde, cabe resaltar que este tipo de hidrogeno genera emisiones prácticamente nulas, siendo este un factor significativamente positivo para los objetivos de desarrollo sostenible que actualmente todos los países desean lograr para su óptimo progreso.

Gracias a que este compuesto cuenta con un gran potencial en el mercado, diferentes países han desarrollado sus correspondientes hojas de Ruta dentro los cuales está Colombia, actualmente cuanta con aproximadamente 11 proyectos (Celsia Group, ISAGEN, AES Corporation) en estudio de los cuales 3 están en etapas de prueba destacando Ecopetrol y Promigas, es así como según las proyecciones se espera un acelerado flujo crecimiento de la demanda de este compuesto tanto a nivel nacional como internacional. (Minenergías, 2021)

¿Cómo se produce?

En la producción del hidrógeno verde se “utiliza la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno que hay en el agua, por lo que, si esa electricidad se obtiene de fuentes renovables, se producirá energía sin emitir dióxido de carbono a la atmósfera. Esta manera de obtener hidrógeno verde, como apunta la AIE, ahorraría los 830 millones de toneladas anuales de CO₂ que se originan cuando este gas se produce mediante combustibles fósiles. Así mismo, reemplazar todo el hidrógeno gris mundial significaría 3.000 TWH renovables adicionales al año similar a la demanda eléctrica actual en Europa. No obstante, existen algunos interrogantes sobre la viabilidad del hidrógeno verde por su alto coste de producción; unas dudas razonables que se disiparán conforme avancen la descarbonización del planeta y, en consecuencia, se abarate la generación de energía renovable” (IBERDROLA, 2021)

Para la ejecución de estos procesos altamente tecnológicos y sistematizados, actualmente en el mercado se encuentran diversos tipos de electrolizadores que se adaptan a los requerimientos y

necesidades de cada industria etc., estos presentan metodologías altamente estructuradas, mecanismos variados de funcionamiento y aspectos importantes a tener en cuenta, entre los electrolizadores que presentan una mayor circulación en el mercado se destacan los siguientes: (Gobierno de España , 2021)

- **Electrolizadores alcalinos:** Representa una “tecnología de mayor madurez y de menor coste de inversión. Sin embargo, debido a las características del electrolito utilizado, responde lentamente a la entrada de energía, lo que limita la eficiencia de la reacción electroquímica” (Morante et al, 2020, pág. 60)
- **Electrolizadores de electrolito de membrana polimérica (PEM):** Este tipo de dispositivos ha sido uno de los más importantes gracias al avance de múltiples proyectos a nivel científico en la industria de energías sostenibles, ya que sus procesos son más tradicionales y/o clásicos a diferencia de los mecanismos revolucionarios y sistematizados de la actualidad, el hidrógeno que surge como resultado de este procedimiento tiene una composición elevadamente pura, factor clave a la hora de aplicar este tipo de energías en sectores industriales, también cuenta capacidades de adaptación y almacenamiento óptimas, sin embargo en algunos casos sus costos tienden a ser elevados.. “En general, está menos desarrollado en comparación con los sistemas AEC. La conexión de células individuales, formando una pila, se realiza exclusivamente en serie (electrolizador bipolar) mediante el método de construcción de filtro de prensa” (Morante et al, 2020, pág. 63)

Por otro lado, estos electrolizadores utilizan una especie de celdas de “intercambio de protones y un electrolito polimérico sólido, cuando se aplica corriente a la pila, el agua se divide en hidrógeno y oxígeno y los protones del hidrógeno pasan a través de la membrana para formar gas de hidrógeno”. (Corporativa I, 2021).

- **Electrolizadores de electrolito de óxido sólido (SOEC):** Este tipo de electrolizadores tienen como objetivo desarrollar un proceso de electrólisis de las partículas de agua, estas por lo general no presentan una madurez óptima, por lo que sus procesos de obtención son aún más complejos y extensos. Para ejercer su funcionamiento esta máquina parte del uso de un electrolito, elemento conformado por múltiples insumos en estado sólido y con una leve estructura cerámica, convirtiéndose así en un conductor altamente controlado por el cual se seleccionan de forma rigurosa las partículas de oxígeno que cuenten con un

porcentaje de carga negativo bajo elevadas temperaturas. Adicionalmente según (Morante et al, 2020)

Características y beneficios del hidrogeno verde

- **Seguridad:** Los sistemas y proyectos de hidrógeno manejan altos estándares de seguridad. Además, tiene la alta capacidad de disiparse rápidamente en la atmósfera en caso de que se llegue a presentar alguna fuga, en contraste con los otros combustibles este tipo de hidrogeno no genera ningún tipo de intoxicación o efecto adverso, claramente siempre y cuando se cuente con una adecuada manipulación. (Frers, 2011)
- **Altos niveles de eficiencia:** “Las celdas de combustible convierten la energía química directamente a electricidad con mayor eficiencia que ningún otro sistema de energía” (Frers, 2011).
- **Funcionamiento silencioso:** No presenta ningún sonido fuerte a la hora de su proceso de producción por medio del electrolizador o maquina correspondiente.
- **Largo ciclo de funcionamiento y escasos sesiones de mantenimiento:** “Aunque las celdas de combustible todavía no han comprobado la extensión de su vida útil, probablemente tendrán una vida significativamente más larga que las máquinas que reemplacen”. (Frers, 2011)
- **Modularidad:** Las celdas o baterías de combustible se pueden elaborar en diferentes tamaños o magnitudes, pueden ser de una dimensión tan pequeña como para ejercer fuerza de movimiento o impulso a un carro pequeño golf o tan grandes como para brindar suficiente energía para que un determinado grupo de personas pueda solventar sus necesidades básicas por un buen periodo de tiempo. Lo que a su vez permite aumentar los niveles de energía almacenada o disponible de los sistemas de acuerdo con los márgenes de demanda que se presenten en el mercado energético y es así como se va a lograr reducir de forma considerable los costos con los cuales se incurrió en primera instancia. (Zabaloy, 2021)

Potencial de Colombia frente a la producción de hidrogeno

Actualmente Colombia cuenta una gran ventaja gracias a la disponibilidad de los recursos naturales, casi infinitos en todos los departamentos del país, ofreciendo una gran variedad de insumos, los cuales en un gran porcentaje logran cubrir necesidades energéticas actuales y que

además ratifican el potencial que presenta el país para la producción de hidrogeno en un futuro, dentro de las cuales se pueden destacar los siguientes puntos clave:

- Colombia tiene excelentes recursos para la generación de este insumo de manera renovable, suceso que ha permitido establecer al país como un punto estratégico, con una posición geográfica altamente competitiva en comparación con otros países, aspecto fundamental para ejercer dicha producción, uno de los factores que contribuyen a este sector es la disponibilidad hídrica que es aproximadamente “seis veces el promedio mundial y tres veces el de Latinoamérica” (Memoria S, 2021)
- Una de las zonas que mayormente muestra capacidad óptima de producción es la región Caribe esto gracias a las corrientes de viento que posee el territorio y así mismo el impacto de los rayos del sol o radiación solar se encuentran dentro de los índices apropiados para este tipo de proyectos. (Gasca, 2022)
- Gracias al auge que ha presentado este tipo de energía el Gobierno y el ministerio de Minas y Energía de Colombia ha brindado grandes oportunidades a través de un sistema de incentivos para aquellas empresas que implementen y fortalezcan el uso de estas FNCER en las operaciones productivas.

Margos regulatorios del hidrogeno verde en Colombia

El país ha venido trabajando en los últimos de manera constante sobre proyectos que promuevan aún más la transición energética y así mismo la implementación de nuevas energías sostenibles, es por eso que según la hoja de ruta brindada por el Ministerio de Minas y Energía actualmente existe la “Ley 2099 de 2021 incentiva la inversión en toda la cadena de valor del hidrógeno verde y azul, pues extiende las disposiciones del capítulo III de la Ley 1715 de 2014 a estos tipos de hidrógeno y, además, mejora los incentivos aplicables a las FNCER. Por tanto, las inversiones, los bienes, equipos y maquinaria destinados a la producción, almacenamiento, acondicionamiento y distribución gozarán de los beneficios de deducción en el impuesto de renta, exclusión de IVA, exención de aranceles y depreciación acelerada”. (Minenergías, 2021)

Es así como el “Gobierno Nacional evaluará, a medida que avance el desarrollo del mercado, si los incentivos establecidos son suficientes o se requiere un impulso mayor. En caso de considerarse necesario, la Ley 2099, específicamente los artículos 21 y 23, permiten la definición de otros mecanismos o incentivos de apoyo para promover la innovación y el desarrollo de la

industria del hidrógeno. Las medidas irán destinadas a incentivar el hidrógeno verde o azul frente al de origen fósil, o sobre aquel cuyo origen no se pueda trazar.” (Minenergías, 2021)

Tecnología utilizada para la producción de hidrógeno verde

Gracias a que este tipo de energía o combustible ha surgido en los últimos años como resultado de la fusión de diversos tipos de energías renovables principalmente la energía eólica y solar, es considerado como una tecnología altamente innovadora, más aún con un proceso de generación tan complejo química y científicamente como lo es la electrólisis, como se ha venido explicando para su producción se requiere de un electrolizador, el cual a su vez se encuentra clasificado en diversos tipos que se acoplan eficazmente a los requerimientos de la industria, estos dispositivos con el paso tiempo y del desarrollo tecnológico irán presentando más avances en materia de costos e infraestructura, facilitando aún más la adquisición de estas herramientas para implementar dicha energía en los sectores económicos. “Contar con electrolizadores eficientes será clave para la penetración del hidrógeno en las industrias y la adopción de las pilas de combustible de hidrógeno”. (IBERDROLA, 2022)

Actualmente “uno de los electrolizadores más grandes del mundo se encuentra en Fukushima (Japón), en el mismo lugar donde se produjo el conocido desastre nuclear, simbolizando un cambio de paradigma en la producción de energía ya que se alimenta con paneles solares. Recientemente, en enero de 2021, el electrolizador japonés fue superado con creces por el de Bécancour (Canadá), un dispositivo de membrana polimérica con una producción de 8,2 toneladas diarias”. (IBERDROLA, 2022)

Grandes empresas energéticas internacionales han estado impulsando estos proyectos tal como lo refleja Siemens Energy actualmente está “preparando una planta en Berlín para comenzar con la fabricación a escala industrial de módulos de electrólisis. Allí, las celdas individuales de electrolizadores se fabricarán y combinarán para formar módulos funcionales o «pilas». Dependiendo de la capacidad de electrólisis requerida por el cliente, estos se ensamblarán en unidades más grandes. La producción de las celdas y el ensamble de módulos comenzarán en 2023”. (HA2LAC, 2022)

Finalmente, otro de los avances en materia tecnológica y ambiental del hidrogeno verde, es la transformación de este tipo de energía en diferentes estados para su funcionamiento, ya que es un compuesto es muy versátil lo que permite dirigirlo al mercado en estado

gaseoso líquido o comprimido, o también por medio de baterías sofisticadas para el almacenamiento de esta energía.

Zonas geográficas con mayor potencial para la producción de energías

Desde una perspectiva amplia América Latina y el Caribe presenta un gran potencial para la exploración y producción de energías renovables, factor que permite establecer una gran brecha diferencial con el resto de países del mundo y por ende una gran oportunidad estratégica para los países que cuentan con mayor cantidad de recurso naturales disponibles para la ejecución de proyectos que tengan como fin descarbonizar significativamente la matriz energética y así mismo contribuir con los ODS, tal como lo indica la Agencia Internacional de las Energías Renovables en su reporte anual del 2022 los países que cuentan con mayor capacidad son: (IRENA, 2022)



Imagen 1: Imagen refleja los países con más potencial en el desarrollo de FNCER. Información tomada de IRENA, reporte de 2022

Países con alta capacidad de producción de FNCER en América Latina y el Caribe 2022 (MW)	
Brasil	159.943
México	29.443
Venezuela	16.598
Argentina	15.027
Chile	14.890
Colombia	12.553

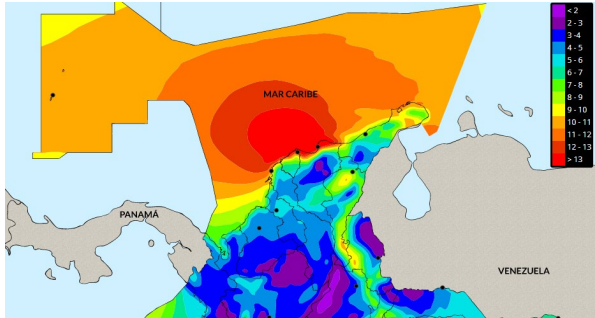
Tabla 1: Tabla refleja los países con más potencial en el desarrollo de FNCER. Información tomada de IRENA, reporte de 2022. Elaboración propia.

Es así como Colombia gracias a su diversidad territorial posee múltiples ventajas en cuanto a condiciones climáticas, lo que a su vez permite establecer ciertas regiones que poseen un mayor potencial energético gracias a su posición geográfica, las cuales tienen factores a favor como un buen índice de rayos de sol, fuertes vientos, recursos hídricos en abundancia, además de tener un entorno industrial y de servicios en buenas condiciones, etc. Es por esto que la región Caribe es una de las pioneras en el desarrollo de estas energías, este es un territorio que cuenta con la disposición suficiente para ejercer un papel fundamental en la transición energética que se tiene como objetivo a nivel mundial, adicionalmente tal como indica la Cámara de Comercio de Cartagena actualmente

existen cinco departamentos que conforman una nueva apuesta para mejorar el desarrollo y competitividad del país por medio de la exploración de una nueva industria como lo es la energía renovable, también es conocido como el clúster de energías renovables, este grupo selecto lo conforma, la Guajira, el Cesar (Valledupar), Bolívar (Cartagena), Atlántico (Barranquilla) y el Magdalena (Santa Marta). (Community CCC, 2021)

En términos generales las energías que cuentan con un mayor índice de generación en estos departamentos son la energía eólica y la solar, donde a la vez existe una gran oportunidad para la adecuación del territorio para realizar una producción óptima de hidrogeno verde. De acuerdo con estudios previamente realizados se espera obtener alrededor de 20.000 MW de energía, especialmente en la Guajira, superando considerablemente la capacidad que tiene el país en la producción eléctrica hasta el día de hoy, esto gracias la implementación de megaproyectos en estas zonas del país, ya sea por medio de parques eólicos, generadores de energía, paneles solares, entre otras estructuras. (Eras, 2021)

La región Caribe cuenta con una de las radiaciones solares más altas del país, es decir un promedio de 6.5 WH/m², por otro lado, la energía eólica cuenta con fuertes vientos y en cuantiosas velocidades que favorecen aún más dicha generación, que es entre 9 m/s y 13/ m/s, capacidades suficientes para un flujo activo de generación de hidrógeno verde, es importante tener en cuenta que en este último caso o FNCER, Barranquilla está siendo una de las ciudades que mayormente reúne todos sus esfuerzos a nivel económico, regulatorio y social para establecer un activación masiva de su producción, beneficiando a la ciudad con una amplia generación de empleo, desarrollo portuario, dinamismo económico y a su vez se obtendrá un gran beneficio para todo el país, mejorando aún más la inversión extranjera y un mayor reconocimiento a nivel internacional. (Alcaldía de Barranquilla, 2022).

POTENCIAL DE LA REGIÓN CARIBE PARA GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES	
RADIACIÓN SOLAR EN WH/M2	POTENCIAL EÓLICO M/S
 <i>Ilustración 1: Refleja el comportamiento de los rayos solares en la región Caribe. Tomada de IDEAM</i>	 <i>Ilustración 2: Refleja el comportamiento de los vientos en la región Caribe. Tomada de IDEAM, 2023.</i>

Capítulo 2: Determina Determinar la importancia del desarrollo de estas energías para cumplir con el ODS número siete: Energía Asequible y no contaminante

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), alrededor del 2015, declaró un plan de acción para y por el desarrollo del mundo, esto con el objetivo de mejorar múltiples aspectos en la sociedad en general, los cuales incluyen desde disminuir los índices de pobreza, crear mecanismos para mejorar el clima, dinamizar la economía, trabajar en contra de la desigualdad, hasta elaborar estrategias para proteger de forma correcta el planeta, esto a través de un trabajo conjunto de todos o la gran mayoría de países del mundo para así poder obtener un mejor futuro tanto para la humanidad del presente como para las generaciones del futuro, a nivel económico, social y cultural. Este plan está estructurado por 17 objetivos diferentes, sin embargo, estos se logran interrelacionar de manera adecuada, permitiendo establecer acciones comunes o desafíos mundiales para contrarrestar cada uno de los efectos negativos que se han generado a través de la ejecución errada de muchas actividades cotidianas o lineamientos organizacionales. (Naciones Unidas, 2018)

En consecuencia, uno de los temas que mayormente se ha venido trabajando desde diferentes organizaciones y entidades gubernamentales de carácter nacional e internacional, es la importancia de realizar de manera oportuna una transición energética masiva, en la cual se pongan en marcha múltiples proyectos y estrategias que implementen y desarrollen nuevas energías que permitan dinamizar de forma progresiva el sector ambiental y energético, es así como este tipo de acciones lograrían contribuir de manera significativa con algunos de los objetivos planteados inicialmente por la ONU, razón por la cual en esta oportunidad se explorará y trabajará de manera especial el ODS número 7, que hace referencia a la importancia que tiene la “energía asequible y no contaminante, también de manera complementaria se contribuirá con otros objetivos como lo son el N.º8 (“Trabajo decente y crecimiento económico), N.º11 (ciudades y comunidades sostenibles), N.º12 (Producción y consumo responsables) y finalmente el objetivo N.º13, (acción por el clima)”.

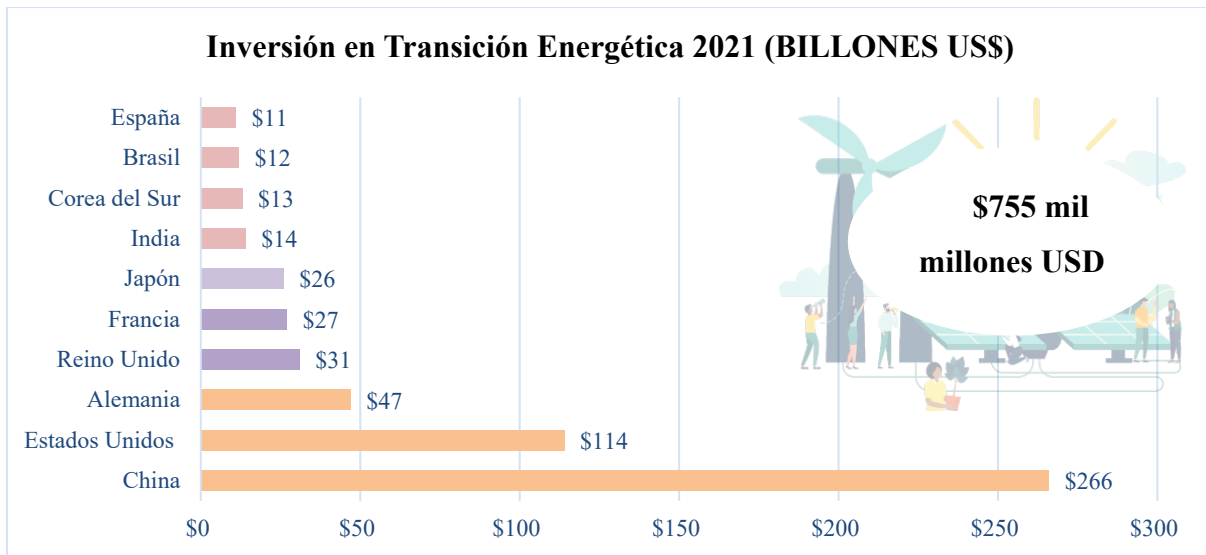


Imagen 2: Objetivos de desarrollo Sostenibles, tomados de la ONU

De acuerdo con el ODS, “Energía asequible y no contaminante”, hoy en día “el acceso a la energía segura y continua condiciona enormemente las posibilidades de desarrollo humano, social y económico. La población mundial está creciendo y también crece con ella la demanda de energía, por lo que es fundamental hacerla llegar a toda la población para mejorar a escala global el acceso a sistemas de cocción, calefacción, iluminación de escuelas y hospitales, comunicación y acceso a internet, máquinas y herramientas de trabajo, cuestiones que repercuten directamente sobre el desarrollo. A su vez, es necesario que la energía sea sostenible para que permita un desarrollo sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” (Pacto mundial, 2021), generalmente para los países que cuentan con recursos y estructuras altamente avanzadas la implementación de estos proyectos es más factible y aún más eficiente la obtención de los beneficios, caso contrario, para los países que desafortunadamente han presentado dificultades en su progreso y crecimiento a casusa de factores externos o internos, dicho proceso es un poco más complejo y a su vez requiere de más tiempo e inversión, sin embargo, esto ha ido cambiando en los últimos años, gracias a las diferentes regulaciones, tratados, políticas y leyes que se han elaborado en los diferentes territorios con el fin de descarbonizar y liberar la matriz energética de la dependencia de combustibles fósiles y químicos altamente perjudiciales.

Uno de los mayores desafíos energéticos que presenta el mundo actualmente es llegar a cero emisiones de CO₂ para el 2050, así lo establece la “Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático” (CMNUCC), adicionalmente se menciona que los gastos en diversas tecnologías bajas en carbono han presentado un incremento de un 27% comparado con los resultados del año inmediatamente anterior, 2020, lo que quiere decir que se gastaron \$755 mil millones de dólares en la reingeniería y adaptación de procesos tecnológicos sostenibles. La meta que se ha estipulado es llegar a invertir más de \$125 billones de dólares para el 2050 con los cuales se logre potenciar el desarrollo de energías limpias y a su vez se pueda contribuir con los ODS ofreciendo nuevas fuentes energéticas que no afecten el medio ambiente y a un costo asequible, entre mayor sea la escala de producción. (World Economic Forum, 2022)

Los 10 países que presentaron las mayores inversiones en transición energética para el 2021, fueron:



Gráfica 2: Top 10 de países con mayor inversión en transición energética, cifras tomadas de World Economic Forum, elaboración propia

Por ejemplo de acuerdo con lo que refleja la gráfica, China es uno de los países que representa la mayor proporción de adquisición de tecnologías para el desarrollo sostenible y transición energética, lo que equivale aproximadamente un 35,20% de la cuota mundial, estas energías han logrado potencializar el crecimiento y desarrollo verde del país, acción que permite obtener como resultado un sinfín de beneficios en materia del cambio climático, tal como lo menciona la Administración Nacional de Energía de China, se llegaron a producir para finales del 2021 2,49 billones kWh de energía renovable lo que quiere decir que de su matriz de consumo total un 44.8% está conformada por fuentes energéticas sostenibles. (CGTN, 2022)

Además de ampliar su portafolio, China al ser uno de los países más poderosos ha utilizado de manera estratégica el potencial que tiene para producir, almacenar y distribuir energías renovables, factores que han llevado a que se innove sustancialmente en materia económica a través de la sostenibilidad y sus diferentes herramientas para los procesos de generación correspondientes, esto ha permitido que dicha economía sea altamente competitiva frente a otras potencias mundiales como lo es Estados Unidos, aspectos fundamentales en una situación como la que se vive actualmente y sus brechas de oportunidades entre industrias, ya que la mayoría de países están uniéndose esfuerzos y le están apostando a una transición sofisticada con fines sociales y económicos a través de la diversificación energética, con altos estándares de calidad y eficiencia. Otro de los beneficios que ha obtenido China tras adoptar estos cambios es un notable incremento en la inversión extranjera tanto del sector público como privado, tan solo en el 2021, China logró

recaudar más de 380.000 millones de dólares para el desarrollo de proyectos de la industria energética sostenible, así mismo este país es uno de los más ágiles en la construcción de parques, plantas y/o centros de producción eólica y solar, lo que conlleva a un mayor aprovechamiento de estos recursos para poder exportarlos a otros lugares en los que se presenta una oportunidad estratégica y su vez permite mejorar las relaciones comerciales con diferentes mercados internacionales. (World Energy Trade , 2022)

En concordancia con lo evidenciado en China y su caso de éxito a la hora de implementar energías renovables, a nivel internacional se pueden obtener los mismo beneficios siempre y cuando se trabaje cooperativamente, tal como lo establecen los ODS, se crearon ciertos lineamientos los cuales permiten potencializar el sector energético, el cual no solamente impulsará los sistemas propios sino que a su vez ampliará su portafolio a otros sectores como el industrial, doméstico y automotriz, donde al operar o ejecutar diferentes acciones en estos campos se contribuirá positivamente con el entorno, teniendo esto en cuenta, las metas que se relacionan con la producción de estas energías y sobre las cuales se trabajará al 2030, principalmente serán las siguientes:

- **Meta 7.1:** “De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos” (Naciones Unidas, 2015)
- **Meta 7.2:** “De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas” (Naciones Unidas, 2015)
- **Meta 7.3:** “De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética” (Naciones Unidas, 2015), adicionalmente tal como lo mencionan las metas anexadas se trabajará en mejorar las relaciones comerciales y de cooperación a nivel internacional las cuales puedan facilitar el acceso a diversas investigaciones y avances tecnológicos en infraestructura y maquinaria necesarios para la producción de energías limpias, esto con el fin de conseguir el bien y desarrollo común, sin generar ningún tipo de prioridad o exclusividad territorial, sino que por el contrario esta información y conocimiento pueda ser compartido y aplicado en países desarrollados y en desarrollo sin problema alguno.

Por otro lado, los aportes de las energías renovables para la consecución de los otros objetivos que se trabajaran de manera complementaria son:

- **Trabajo decente y crecimiento económico (Objetivo N°8):** En los últimos tiempos se han registrado tasas de desempleo críticas y más aún después de que el mundo entero atravesara una pandemia como lo fue el COVID-19, suceso que afectó drásticamente el desarrollo económico en todos los países, generando así pérdidas de millones de empleos, condiciones laborales deficientes, afectaciones considerables en la calidad de vida y bienestar de muchas familias, modificaciones en los ritmos de producción en las industrias, caída de precios, inestabilidad en mercados financieros, entre otros. Razón por la cual el mundo requiere de una reactivación masiva de la economía, uno de los sectores con mayor expectativa y oportunidad para contrarrestar estos efectos son las energías renovables, ya que por medio de estas se pueden obtener beneficios en materia, social, económica, cultural y comercial, a través de la generación de múltiples empleos, mejorando así el flujo de desarrollo de la sociedad, en dónde la calidad de vida de muchas personas se verá mejorada sustancialmente, ya que contarán con trabajos estables, duraderos y con óptimas condiciones laborales, factor que iría estrechamente relacionado con unas de las metas que se plantea dicho objetivo, que son las siguientes:
- **Meta 8.1:** “Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados” (Naciones Unidas, 2015)
 - **Meta 8.4:** “Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados” (Naciones Unidas, 2015)
- **Ciudades y comunidades sostenibles (Objetivo N°11):** Uno de los rubros en los cuales principalmente la energía renovable busca generar impacto es el sector industrial y doméstico, en dónde sus procesos puedan funcionar o ejecutarse de manera eficiente y sin generar efectos negativos sobre el medio ambiente y bienestar humano, tal como lo refleja las Naciones Unidas alrededor del 70% de las emisiones de CO₂ provienen de ciudades y grandes urbanizaciones que se han formado en los últimos años, lo que a su vez ha causado que las personas presenten un incremento en los problemas con los sistemas energéticos, tratamiento de aguas, manipulación de residuos, espacios públicos, carreteras, movilidad,

pues este es uno de los sectores que mayormente emite gases y deteriora el entorno, etc., llevando a que se produzcan concentraciones excesivas de micropartículas altamente perjudiciales para el ser humano y GEI en la superficie, es por esto que las energías renovables desempeñan un rol fundamental a la hora de crear entornos mucho más sostenibles, gracias a la capacidad de adaptación y amplio sector de aplicación que ofrece su portafolio, este abarca desde gasoductos para uso doméstico hasta combustible base para el funcionamiento de máquinas o medios de transporte de gran magnitud en las industrias. (Naciones Unidas, 2015) Teniendo el panorama un poco más claro la implementación de estos medios energéticos iría de la mano con algunas de las metas que se propone este objetivo a 2030, estas son:

- **Meta 11.3:** “De aquí a 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad” (Naciones Unidas, 2015)
- **Meta 11.6:** “De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo” (Naciones Unidas, 2015)
- **Producción y consumo responsables (Objetivo N°12):** Aspectos como la producción y el consumo nivel mundial son considerados como los motores fundamentales que activan la economía, estos van muy relacionados con la forma en que se administra el medio ambiente y como se manipulan cada uno de los recursos sobre los cuales se tiene acceso día a día, ya que muchas veces cuando se requiere de estos insumos de manera continua se generan efectos que deterioran en diferentes magnitudes las condiciones estables en las que debería permanecer el planeta, por otro lado tal como se ha evidenciado uno de los objetivos que casi todos los países se plantearon recientemente es reactivar el desarrollo económico a toda costa, sin embargo, un factor que no se ha tenido en cuenta es el costo medioambiental sobre el cual se ejecutan todas estas acciones, es incontable el número de afectaciones y consecuencias negativas que se ha generado gracias al uso desmesurado de los recursos, una de estas afectaciones es la extinción y daño del hábitat natural de miles

de especies incluyendo la raza humana, poniendo cada vez más en peligro la calidad de vida en el presente y la de generaciones futuras. Razón por la que es necesario adquirir nuevas metodologías que permitan un consumo y producción más sostenibles en los diferentes sectores económicos, de tal forma que se genere una eficiencia de recursos y gestión sostenible sin degradar el entorno, una de las grandes oportunidades se encuentra en la adaptación de las energías renovables como fuente alternativa para el funcionamiento de las industrias, medios de transporte y hogares. Por lo tanto, algunas de las metas que trabajan en el mismo horizonte que tiene la implementación de energías renovables es:

- **Meta 12.2:** “De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales” (Naciones Unidas, 2015)
 - **Meta 12.8.C:** “Racionalizar los subsidios ineficientes a los combustibles fósiles que fomentan el consumo antieconómico eliminando las distorsiones del mercado, de acuerdo con las circunstancias nacionales, incluso mediante la reestructuración de los sistemas tributarios y la eliminación gradual de los subsidios perjudiciales, cuando existan, para reflejar su impacto ambiental, teniendo plenamente en cuenta las necesidades y condiciones específicas de los países en desarrollo y minimizando los posibles efectos adversos en su desarrollo, de manera que se proteja a los pobres y a las comunidades afectadas” (Naciones Unidas, 2015)
- **Acción por el clima (Objetivo N°13):** Evidentemente el planeta ha presentado altos niveles de deterioro ambiental esto gracias a actividades industriales, automotrices y exploración fósil sin control, las cuales han llevado a que se incrementen las temperaturas como también a que se superen récords de emisiones de GEI, CO₂ y otros químicos perjudiciales, este es un fenómeno que se ha venido presentado en todos los países del mundo, independientemente sus posicionamiento económico, geografía, capacidad adquisitiva, nivel de desarrollo o calidad, sin excepción alguna, esto ha alterado la estabilidad de sus economías y por consiguiente el índice de calidad de vida de las diferentes poblaciones.

Cada vez más las condiciones para poder subsistir o sobrevivir son más fuertes, los desastres naturales y eventos meteorológicos han ido aumentando, lo que genera así mismo una cantidad de riesgos sin precedentes, esto se ha visto aún más agravado luego de que la mayor parte de continentes crearan políticas para reactivar sus actividades económicas

y comerciales luego de la pandemia, ya que en estos años de pandemia se había presentado un leve decrecimiento en el porcentaje de emisiones gracias a que las operaciones comerciales se habían detenido por falta de mano de obra e insumos, pero esto ya ha estado cambiando, dichas actividades se empezaron a ejecutar con mayor rapidez y recurrencia por ende estos índices van a volver a incrementarse llegando a superar límites de años anteriores, por lo tanto es fundamental implementar estrategias que permitan mitigar todos estos efectos, para poder así garantizar mejores condiciones de vida tanto para las generaciones de hoy en día como para las del futuro, múltiples países han creado normas de transición verde, empleos verdes, economía verde y políticas que han fortalecido la creación de proyectos de carácter energético e industrial con fin sostenible, para que así se pueda contribuir sustancialmente en la descarbonización la matriz energética y económica de los países correspondientes. En consecuencia, la implementación de estas energías renovables trabajaría de forma cooperativa con las metas planteadas en este objetivo, principalmente con la siguiente:

Meta 13.2: “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales” (Naciones Unidas, 2015)

Importancia de la implementación de energías renovables en el entorno actual

“Una gran cantidad de los gases de efecto invernadero que cubren la tierra y atrapan el calor del sol, se generan debido a la producción de energía, mediante la quema de combustibles fósiles con el objetivo de generar electricidad y calor. Los combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, son con diferencia los mayores causantes del cambio climático global, ya que son responsables de más del 75 % del total de emisiones de gases globales de efecto invernadero y cerca del 90 % de todas las emisiones en dióxido de carbono. La ciencia lo indica claramente: para evitar los impactos más negativos del cambio climático, es necesario reducir las emisiones a casi la mitad en 2030 y alcanzar el cero neto de emisiones en el año 2050” (Naciones Unidas, s.f.).

De esta forma para poder lograr ese objetivo se requiere de acciones claras, como lo es la inversión robusta en fuentes no convencionales de energías renovables, las cuales a su vez logren tener una gran capacidad de acceso, facilidad de implementación y estándares de seguridad y calidad validados para el uso humano en los diferentes sectores. Según cifras de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la proporción de energías y combustibles fósiles en el mundo es de alrededor de un 80%, mientras que de energías renovables solamente se cuenta con una

participación del 29% en la matriz. (Naciones Unidas, s.f.) Por eso cabe resaltar los siguientes beneficios de adoptar proyectos y políticas que contribuyan con los ODS seleccionados:

- **Mayor exploración de recursos naturales disponibles en los diferentes territorios:** Debido a que se tiene una gran dependencia en la importación de insumos fósiles, muchas veces se pasa por alto que dentro del mismo territorio pueden existir alternativas que suplan las necesidades en este caso energéticas de manera eficiente y oportuna, sin que se tenga que incurrir en costos muy elevados o procesos de alta complejidad, sino que por el contrario la implementación de este tipo de actividades sostenibles generará una reactivación del flujo económico lo que de forma consecuente traerá beneficios y mayores utilidades al país.
- **Crea lineamientos, políticas, leyes, acuerdos políticos y comerciales favorables:** “Las decisiones acordadas en la COP21 han aportado un torrente de luz al futuro de las energías renovables. La comunidad internacional ha entendido la obligación de robustecer la transición hacia una economía baja en carbono por el futuro sostenible del planeta. El clima de consenso internacional en favor de la descarbonización de la economía constituye un marco muy favorable para el impulso de las tecnologías energéticas limpias”. (Acciona, s.f.)
- **Entre mayor sea la escala de producción, más asequibles serán las energías renovables:** Para muchos países hoy en día la adopción de este tipo de proyectos requiere una inversión un poco alta, sin embargo, este sector requiere de atención e inversión para generar un mejor desarrollo tanto comercial, como político, cultural y social, adicionalmente a esto hay que sumarle que en varios mercados internacionales energías como la eólica y la solar han presentado una disminución clave en sus precios haciendo de esto una oportunidad atractiva para las industrias locales y países del exterior que no cuentan con los suficientes recursos naturales para generar sus propias energías, pero si cuentan los recursos económicos para realizar una inversión óptima en este tipo de energías a un precio justo. Después de la pandemia uno de los aspectos que ha beneficiado la incorporación ágil de las energías renovables a la matriz energética, es que se presentaron alzas críticas en algunos recursos como lo es el carbón, gas y derivados, y por otro lado las crisis geopolíticas y comerciales han empeorado la situación por medio de guerras, cierres

de fronteras, etc., haciendo cada vez más difícil el acceso a estas fuentes de combustible fósil. (Naciones Unidas, s.f.)

- **Ofrece flujo de energía estable gracias a que muchos de los recursos de los cuales se producen son inagotables:** Los recursos de origen fósil como se ha destacado tiene un ciclo de vida determinado, después de cierto tiempo de explotación y/o exploración la reservas ya sea de gas, petróleo, entre otros se agotan, caso contrario al de las energías renovables, ya que al depender de fuentes como el sol, la lluvia y el viento estos tendrán la capacidad para autogenerarse en tiempos cortos y a su vez no ocasionarán efectos negativos sobre el medio ambiente y la vida del ser humano.
- **Las plantas de producción y proceso de distribución generarán una mayor demanda de empleo:** Debido a que estos procedimientos requieren un mayor control aproximadamente según la IEA para el 2030 se podrían llegar a requerir más de 30 millones de empleados especializados en la producción, tecnologías sostenibles, manejo de energías renovables y eficiencia energética. (Naciones Unidas, s.f.)

Para poder obtener dichos beneficios las empresas presentan un papel clave, ya que a medida que estas generen inversiones altas en mecanismos y metodologías que contribuyan con la eficiencia energética en cada una de sus instalaciones, el posicionamiento de esta empresa se verá beneficiado, por el aporte sostenible que está realizando. Las principales formas en las cuales una empresa podría llegar a contribuir de manera sincronizada con los ODS y la producción de energía renovable son: (Pacto mundial, 2021)

Desde una perspectiva interna:

- Modificando sus modelos de negocios y estrategias de desarrollo, en aquellas situaciones en las cuales sus operaciones se enfocan en químicos y combustibles de origen fósil, abriendo un nuevo camino a este tipo de energías sostenibles las cuales tienen la capacidad generar unas utilidades muy similares a las que se generan en la industria petroquímica.
- Aplicando la reingeniería de procesos en cada una de las instalaciones, procedimientos de transporte y cadena de suministro de tal forma que se tengan altos índices de eficiencia energética y a la vez se genere un ahorro de costos progresivo, gracias a la eliminación de acciones o etapas que pueden llegar a tener un consumo elevado de

energía. Otro de los mecanismos utilizados en los últimos años es a través de la emisión de “bonos verdes para la financiación de proyectos sostenibles en áreas como las energías renovables o la eficiencia energética”. (Pacto mundial, 2021)

Desde una perspectiva externa:

- Creando normas o medidas que fortalezcan el ahorro de energía por medio de un seguimiento o control rigurosos de consumo, a través de diversas tecnologías sostenibles y sistemas de eficiencia.
- Capacitando de manera adecuada al personal de la empresa en temas de sostenibilidad, energías renovables, descarbonización, etc., desde operadores hasta proveedores, para poder así aumentar las actividades con cero emisiones y de carácter sostenible dentro y fuera de la organización, replicando cada vez más este tipo de acciones en las personas para poder obtener dicha transición.

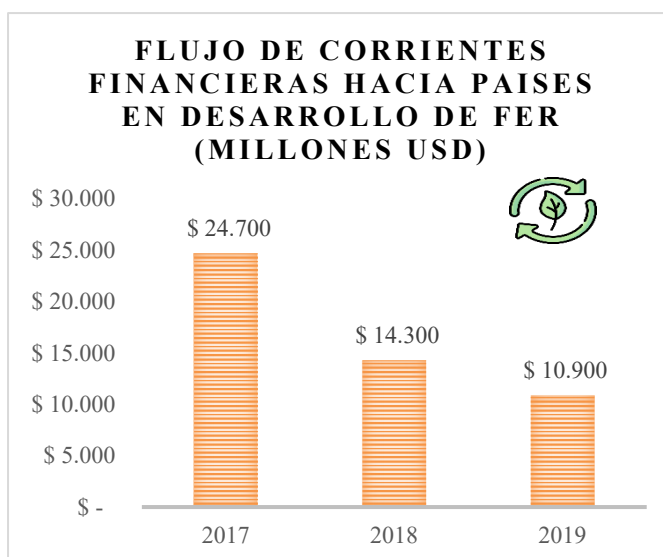
Desarrollo y avances de los ODS en Colombia y el mundo

En el 2022, uno de los años más importantes para la sociedad entera, gracias a la reactivación de las industrias y grandes empresas luego de tres años de una pandemia devastadora en todos los aspectos, en este periodo de tiempo se presentaron múltiples estrategias y cambios en las formas de realizar las diferentes actividades económicas y comerciales en todos los continentes, a esto se le debe sumar una gran variedad de conflictos mundiales que arraigaron aún más los efectos negativos en el sector ambiental de todos los países. Uno de los rubros que mayormente se quiere recuperar es el del sector económico, sin embargo, este es uno de los más afectados, esto debido a los problemas de insumos, logística (Cadena de suministro), alteraciones recurrentes en precios (Inflación) y mercados bursátiles, como también los aumentos incontrolados en las deudas de los países, factores como los mencionados anteriormente aumentan cada vez más la tensión e incertidumbre sobre el desarrollo futuro de la humanidad y sus actividades cotidianas. Hoy en día el número de personas afectadas por cuestiones climáticas como altas temperaturas, lluvias sin precedentes, temblores, sequías, escasez de alimentos, guerras, enfermedades, disputas políticas, posiciones económicas (Pobreza y desigualdad), desastres naturales, entre otras crisis y conflictos, aumenta sustancialmente, este tipo de escenarios lo único que generarán será ralentizar los planes de acción ambiental, haciendo aún más complejo el cambio climático en toda la población. (Naciones Unidas, 2022)

Por lo tanto, las Naciones Unidas hace un llamado urgente, en el cual invita a la comunidad entera a trabajar de manera conjunta en la recuperación del entorno y en la aplicación recurrente de cada una de las medidas establecidas en los ODS tal como se planteó desde un inicio en la Agenda 2030, para que así se pueda crear un desarrollo y economía sostenible que no solo beneficie a una parte la población, sino que por el contrario se contribuya positivamente en toda la sociedad en los diferentes ámbitos. De esta forma el informe entregado por esta entidad presenta los siguientes avances en los ODS preseleccionados anteriormente, por medio de los cuales se logra reactivar una de las fuerzas impulsoras de la economía como lo es la transición energética en Colombia y en el mundo, para el año 2021 y 2022 respectivamente, estos son:

Objetivo N°7: Energía asequible y no contaminante

Una de las metas establecidas en este objetivo a nivel mundial consiste en asegurar el acceso a energía asequible, con sistemas de seguridad óptimos, sostenible y con altos estándares de innovación y calidad, sin embargo, se logra identificar que para el año 2022 se disminuyó el porcentaje de cobertura de electrificación en la población, aproximadamente en un 39%, ya que en el 2010 se llegaba a brindar el servicio de electrificación a más de 1200 millones de personas, a diferencia de lo registrado para el 2020 que es de una cobertura promedio de 733 millones de habitantes. Adicionalmente para estos últimos años, los gobiernos presentaron falencias en el apoyo de las corrientes financieras a nivel mundial dirigidas a países en proceso de desarrollo para fortalecimiento de las fuentes de energía renovable, generando así que se pasara de una inversión anual en el 2017 de \$24.700 millones de dólares a una inversión en el 2019 de tan solo \$10.900 M. (Naciones Unidas, 2022)



Gráfica 3: Presenta el flujo de corrientes financieras hacia países en desarrollo de FER, datos tomados de The Sustainable Development Goals Report 2022, elaboración propia.

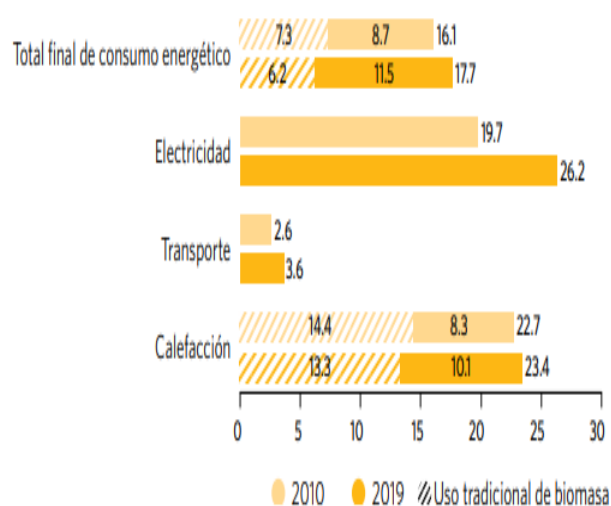
La ONU establece que “en algunos países, la pandemia de COVID-19 ha debilitado o revertido los avances ya logrados. El aumento de los precios de los productos básicos, la energía y el transporte marítimo incrementó el costo de fabricación y transporte de módulos solares

fotovoltaicos, turbinas eólicas y de los biocombustibles en todo el mundo, agregando incertidumbre a una trayectoria de desarrollo que ya está muy por debajo de las ambiciones del ODS 7. Para alcanzar los objetivos para la energía y el clima se requerirá de un apoyo continuado de políticas y una movilización masiva de capital público y privado destinado a las energías renovables y no contaminantes, especialmente en los países en desarrollo” (Naciones Unidas, 2022).

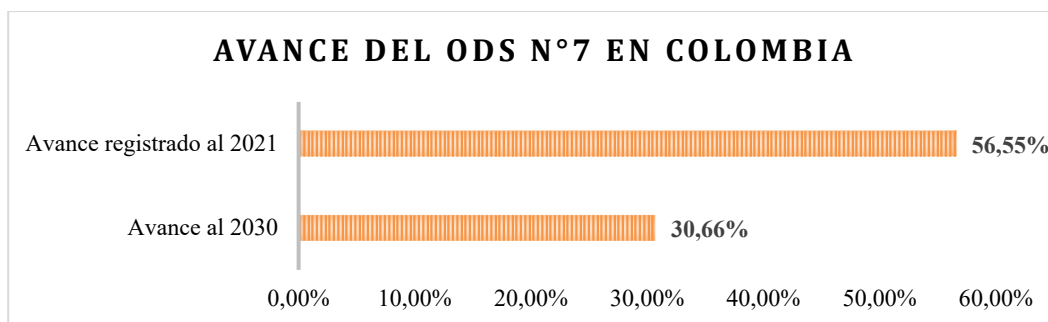
De acuerdo con esto es notable la necesidad de aumentar la inversión en proyectos y planes de acción para mejorar el acceso a energías sostenibles y libres de contaminación con fines domésticos, industriales etc., en aquellos países subdesarrollados, que por factores externos y económicos no han logrado mejorar e implementar del todo estas herramientas que a su vez le permitirán disminuir la dependencia fósil y dinamizar su matriz energética. Por último, tal como lo registra el informe del 2010 al 2019 solamente se logró aumentar en 1,6 puntos la cantidad de fuentes renovables presentes en el consumo total de energía en el mundo, obteniendo finalmente un 17,7% de participación.

En cuanto a los avances del Objetivo N°7 en Colombia, el margen promedio de desarrollo es de 56,55%, lo que indica una evolución más amplia a lo planteado para el 2030 de 30,66%.

Proporción de la energía renovable en el consumo total de energía final y por uso final, 2010 y 2019 (porcentaje)



Gráfica 4: Refleja la “proporción de la energía renovable en el consumo total de energía final y por uso final 2010-2019” en el mundo, tomada de The Sustainable Development Goals Report 2022.



Gráfica 5: Avance del ODS N°7 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia.

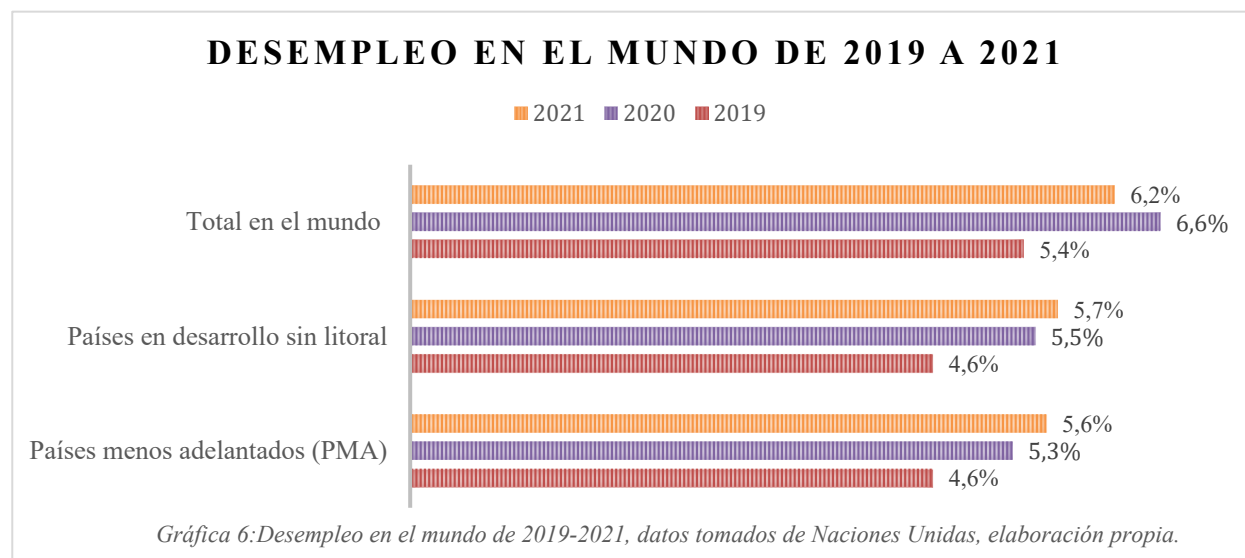
El gobierno nacional une sus esfuerzos y trabaja fuertemente sobre el nivel de competitividad del país y adicionalmente busca asegurar el bienestar de la sociedad a través de una excelente calidad y eficiencia de los servicios públicos en especial el energético, de acuerdo con una de las metas establecidas en este objetivo, como lo es la 7.2 que corresponde a “Aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas” (DNP, 2021) uno de los principales avances al 2019, es que se ha logrado superar con un 86,7% el cumplimiento de esta meta de acuerdo con el porcentaje planteado inicialmente para el 2030 que era de 73,3 % es decir una variación promedio de 13,4%, factor que ha contribuido drásticamente en la diversificación del portafolio energético del país, lo que a su vez reduce en grandes magnitudes el uso de combustibles fósiles y químicos altamente perjudiciales para la vida humana.

Los departamentos que mayormente ejecutan proyectos sostenibles especialmente relacionados con la producción de energía de tipo solar y eólico ya sea directamente por plantas a gran escala de producción o granjas instaladas en los territorios óptimos para su obtención, son Bolívar, le sigue Meta, Risaralda, Valle, Córdoba y por último el Tolima. Para el 2021 de acuerdo con el DNP se logró establecer una capacidad máxima de energía procedente de FNCER de 2.083 MW, con el paso del tiempo el Gobierno nacional implementa más normas, políticas y leyes que potencializan la implementación y desarrollo de estos mecanismos energéticos libres de contaminación, una muestra de esto es que para finales del 2020 alrededor de 12 centrales, sistemas eficientes de energía y plantas de producción energética fueron puestos en marcha en diferentes organizaciones y territorios a nivel nacional. Por último, otro de los mayores retos que presenta este ODS en Colombia, es la cobertura de energía eléctrica en toda la población, es decir del 100%, especialmente en aquellas zonas de difícil acceso o ubicación geográfica compleja, motivo por el cual se identifica una gran oportunidad para implementar sistemas sostenibles de energía que

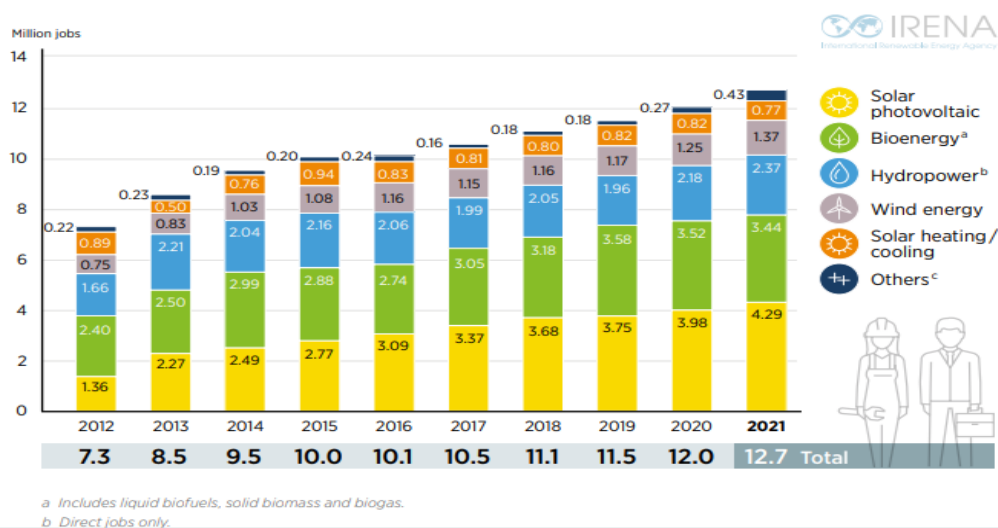
logren funcionar a base de recursos naturales disponibles a su alrededor sin necesidad de requerir inversiones considerables.

Objetivo N°8: Trabajo decente y crecimiento económico

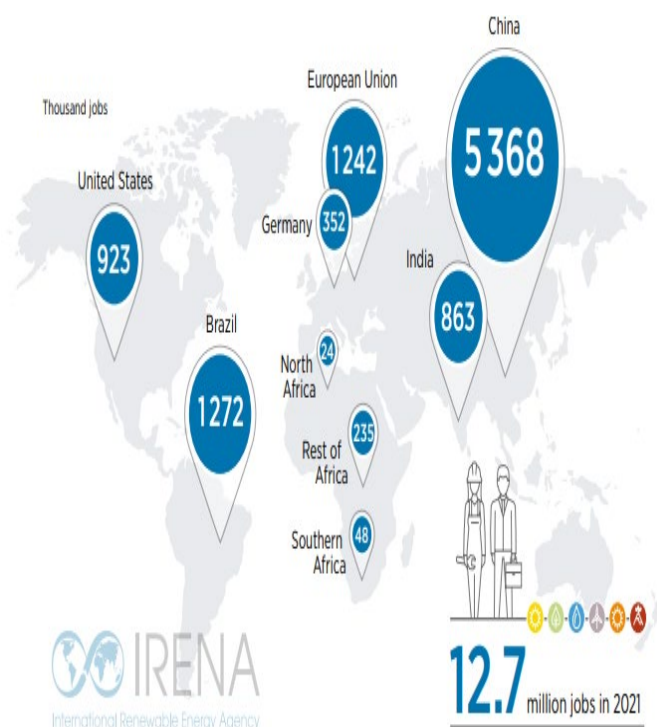
Uno de los mayores retos en el mundo es implementar un desarrollo económico eficiente y altamente sostenible, dónde así mismo se le brinde la oportunidad a millones de personas de tener un trabajo decente y de alta calidad que le permita satisfacer sus necesidades básicas y las de su círculo familiar, sin embargo, se han presentado diferentes sucesos que han obstaculizado el flujo de recuperación económica, como lo son los nuevos picos de COVID-19, el crecimiento descontrolado de la inflación, incertidumbre financiera, retos en el sector laboral, pasando así de una recuperación proyectada de 3.0% en el 2022 a una tasa de recuperación de tan solo el 2,1% a finales del año correspondiente. Por otro lado, uno de los rubros que ha presentado una recuperación muy leve e inestable, es el mercado laboral y su situación actual, hoy en día se presenta una tasa de desempleo del 6.2%, lo que equivale a 28 millones de personas desempleadas más que lo registrado en el 2019, sector en el cual la incorporación de las energías renovables lograría dinamizar y reactivar miles de empleos en todo el mundo mejorando los índices de desempleo sustancialmente . (Naciones Unidas, 2022)



La Agencia Internacional de las energías renovables, por medio de su informe “Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2022”, da a conocer el desglose de empleo que se generó por cada tipo de energía en el año 2021, lo que permite concluir que la demanda laboral en este sector aumenta de manera fuerte con el paso de los años al realizar una comparación con los resultados obtenidos el año anterior.

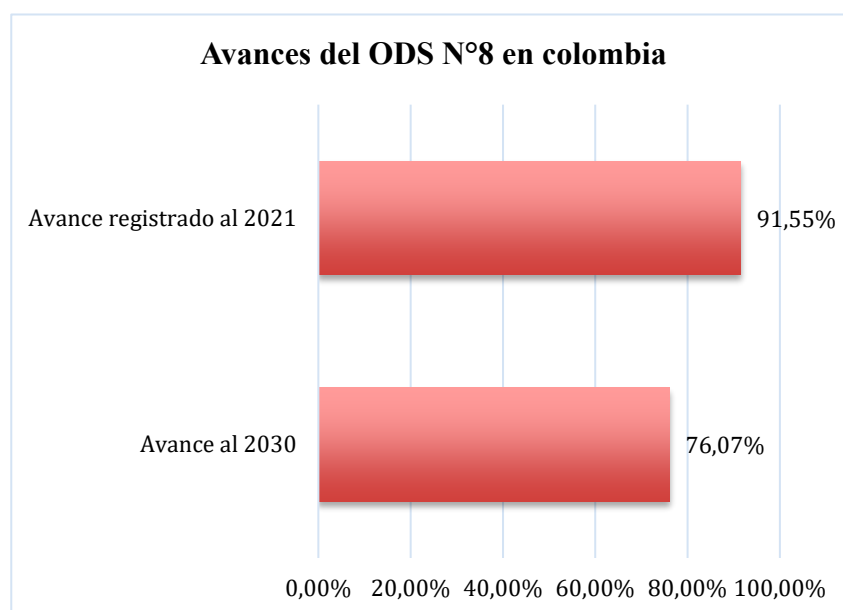


Gráfica 7: Evolución del empleo mundial en energías renovables por tecnología, 2012-2021, tomado de IRENA 2022.



Se generaron 12,7 millones de “empleo mundial en energías renovables en 2021, frente a los 12 millones de 2020. Cerca de dos tercios de todos los puestos de trabajo se encuentran en Asia, y solo China representa el 42 % del total mundial. Le siguen la Unión Europea y Brasil con un 10% cada uno, y Estados Unidos e India con un 7% cada uno” (IRENA, 2022).

En Colombia, los avances correspondientes a este ODS principalmente presentaron un margen de cumplimiento de aproximadamente 91,55% para el 2021, y respecto a los avances planteados para el 2030 se logra identificar un desarrollo de hasta un 76,07% a nivel general, este ha sido uno de los sectores sobre los cuales el gobierno y las diferentes entidades territoriales ha trabajado fuertemente con el fin de reactivar las industrias por medio de la generación masiva de empleo tanto para hombres y mujeres, en nuevos campos laborales en los que se logren desarrollar habilidades, invertir en proyectos innovadores, modernizar a nivel tecnológico las operaciones y a la vez se logre cumplir con los objetivos de cada organización.



Gráfica 9: Avance del ODS N°8 en Colombia, datos tomados de “Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia” del DNP de 2021, elaboración propia.

Sin lugar a duda la tecnología y el cuidado al medio ambiente son actores clave en este escenario, razón por la cual gran parte de las compañías y entidades gubernamentales hoy en día implementan empleos y puestos de trabajo encargados de sistemas y herramientas que aportan su sello verde al ambiente, disminuyendo notablemente los índices de contaminación por emisiones de CO₂, GEI y la dependencia de combustibles de origen fósil para la ejecución de las operaciones cotidianas en los sectores económicos, acciones que contribuyen de manera proporcional y positiva en los niveles de desempleo en el país.

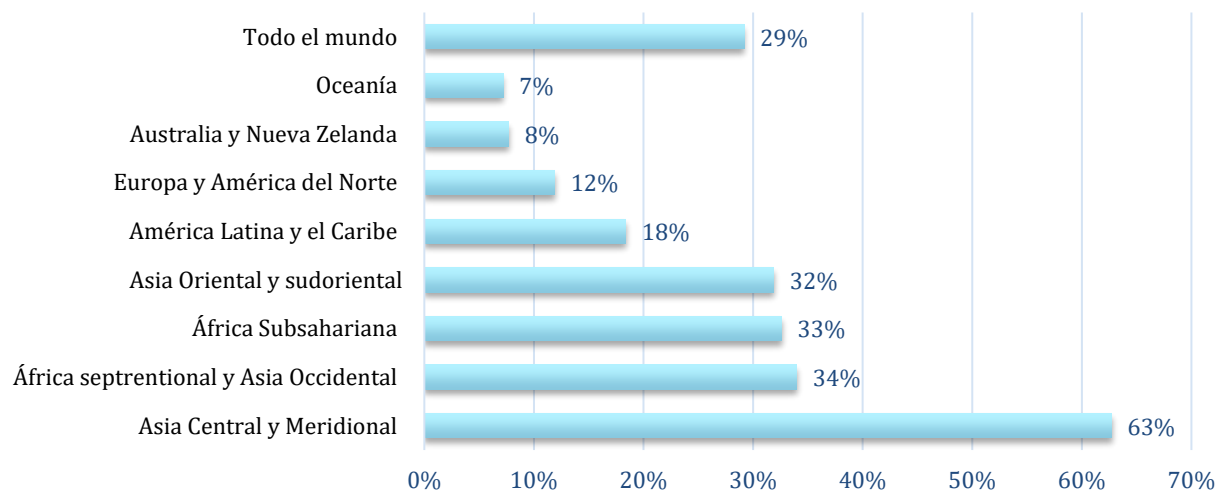
De acuerdo con esto, uno de los principales retos que asume el país en cuanto a este objetivo es impulsar la participación de la economía verde y diversos Bioproductos en la matriz económica y PIB nacional. (DNP, 2021)

Objetivo N°11: Ciudades y comunidades sostenibles

Una gran parte de la población a nivel mundial hoy en día habita en centros urbanísticos de gran magnitud, también denominadas ciudades, por ende las principales necesidades o requerimientos de estas personas en estos lugares es poder contar con espacios completamente seguros, confiables y a la vez que aporten un buen bienestar para toda la comunidad, esto se puede lograr a través de acciones comunes y estrategias precisas para mitigar riesgos como la inseguridad y los altos porcentajes de contaminación, esta última variable, es uno de los mayores centros de atención actualmente, ya que diferentes tipos enfermedades a causa de este factor han ido en ascenso drásticamente.

Las ciudades al ser los lugares más habitados por la población son las responsables de la emisión de más del 70% de GEI, todo esto se debe a una mala planificación y gestión de los recursos, ya que si se administrara de manera óptima el desarrollo económico puede llegar a ser sostenible y no contraproducente como lo es actualmente. Para el 2019, los principales sectores que aportaban grandes magnitudes de contaminación y por ende aumentos sustanciales en enfermedades respiratorias y hasta muertes por el grado de contaminación de aire, fue el sector de transporte, sector industrial y producción de combustibles y energías, esto se debe a que en la mayoría de los campos mencionados se liberan miles de micropartículas altamente perjudiciales para la salud y bienestar de la sociedad como lo es $PM_{2.5}$, sin embargo dichas concentraciones han ido disminuyendo gracias a los planes de acción, conciencia sobre las afectaciones en temas de salud y normas que han establecido los gobiernos para un cambio drástico en la forma en que se ejecutan cada una de estas operaciones, desafortunadamente los países con menos recursos económicos son los más afectados y que en conciencia presentan los niveles de contaminación de aire más altos, ejemplo de esto es Asia central y meridional, dónde se encuentran países como Afganistán, Bangladés, India, etc., territorios en los cuales la inversión en proyectos sostenibles y de transición energética son muy limitados, lo que desemboca en la utilización recurrente de combustibles fósiles. (Naciones Unidas, 2022)

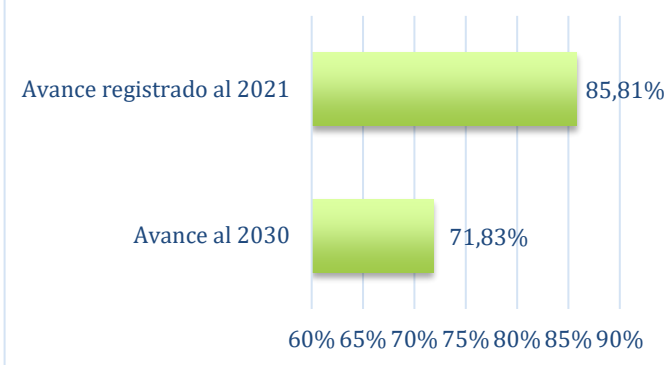
Exposición a partículas PM2,5 en ciudades de 2017 a 2019 (Mg/m3)



Gráfica 10: Exposición a PM2,5 en ciudades de 2017 a 2019, datos tomados de Informe anual de 2021 de la ONU, elaboración propia.

Desde una perspectiva del territorio nacional, este ODS, presentó un promedio de cumplimiento de 85,81%, comparado con el avance total esperado al 2030 que era de 71,83%, es decir presenta un margen superior de alrededor del 13,98%, lo que genera una perspectiva eficiente del manejo de proyectos de este campo. Así mismo uno de los ámbitos en los que ha evolucionado más el país es en la implementación de estaciones que supervisan la calidad del aire, manteniendo siempre bajo control los niveles de contaminación en el rango adecuado para la salud, garantizando mediante la aprobación de la “CONPES 4088” la meta de reducir el 51% de las emisiones de diferentes contaminantes 2030, también ha fortalecido junto al gobierno y entidades correspondientes ha impulsado el desarrollo de proyectos sostenibles en el sector de transporte, donde además se ofrecen incentivos a la hora de comprar y usar un vehículo de este tipo. (DNP, 2021)

AVANCE DE ODS N°11 EN COLOMBIA



Gráfica 11: Avance del ODS N° 11 en Colombia, datos tomados de “Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia” del DNP de 2021, elaboración propia.

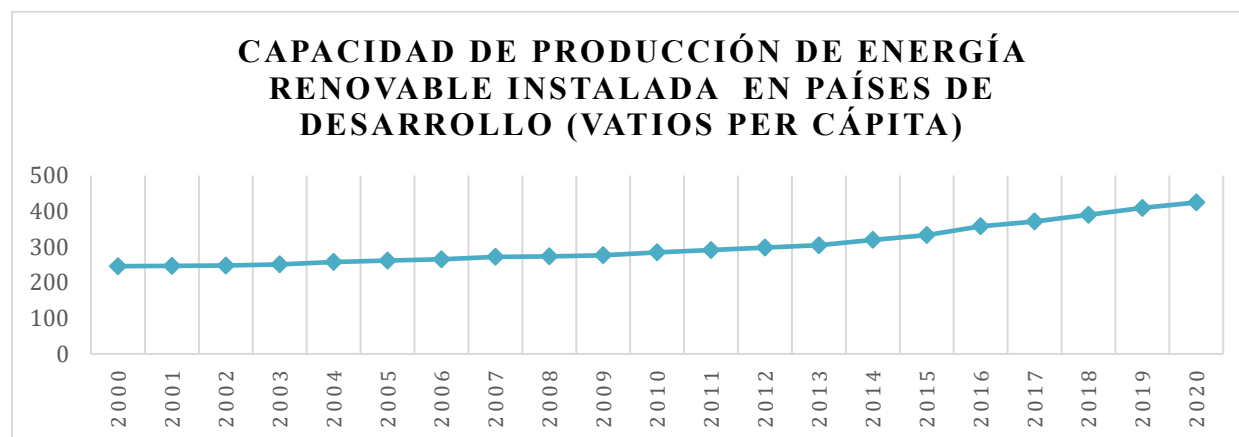
Objetivo N°12: Producción y consumo responsable

Según el informe sobre los avances de ODS a nivel mundial elaborado por la ONU, para el 2021, el 99% de las personas respiran aire altamente contaminado, esto se ha visto aún más agravado luego de que se estableciera el fin de la pandemia, gracias a la reactivación de las industrias a nivel mundial generando emisiones de gases y partículas peligrosas en el entorno, lo que ha llevado a que se genere una “triple crisis planetaria compuesta por el cambio climático, pérdida de la biodiversidad y la contaminación”, donde la dependencia de recursos fósiles incrementó del 2010 al 2019 en un 65% a nivel mundial, específicamente en las regiones, Asia Oriental y sudoriental y Europa y América del norte con un 70% de concentración. Uno de los fenómenos que ha llevado al planeta a tener un estado de deterioro masivo, es el consumo nacional de materiales o CNM, indicador que se encarga de medir la cantidad de materiales necesarios por una determinada economía para satisfacer la demanda de los diferentes productos y servicios en el mercado ya sea a nivel interno y/o externo del país que se esté analizando en cada situación. (Naciones Unidas, 2022)

Por otro lado, en cuanto a las energías renovables la capacidad instalada en los países en vía de desarrollo para la transformación energía renovable en energía eléctrica ha presentado un fortalecimiento considerable, en donde a finales del 2011 se generaron 109,7 Vatios per cápita, pasando a generar en 2020 245,7 vatios per cápita, es decir se logró un incremento del 136% en promedio, hoy en día “las fuentes renovables representan más de un tercio (36,1%) de la capacidad total de generación de energía eléctrica de estos países. A pesar de los avances en los países en desarrollo en general, los PMA y los países en desarrollo sin litoral están muy rezagados. En el período de 2015 a 2020, la tasa de crecimiento anual compuesta de energías renovables en los países en desarrollo fue del 9,5%, frente al 5,2% y el 2,4% en los PMA y los países en desarrollo sin litoral, respectivamente. Con las actuales tasas promedio anuales de crecimiento, estos países tardarían casi 40 años en alcanzar el mismo nivel de progreso que los países en desarrollo lograron en 2020” (Naciones Unidas, 2022).

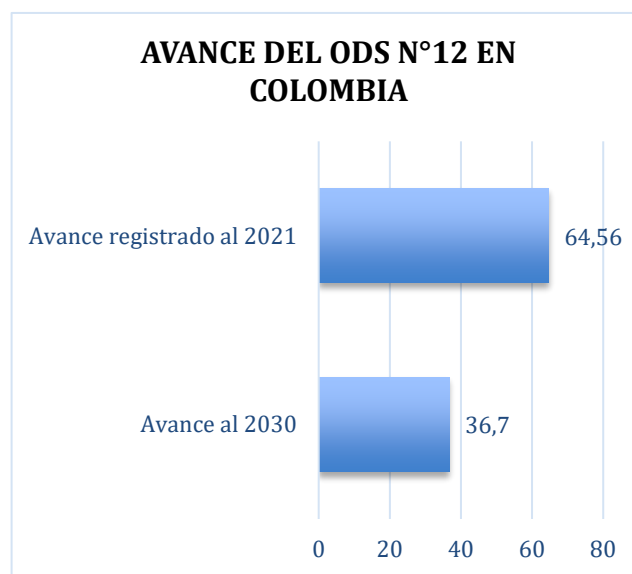
En consecuencia, es evidente la creación y despliegue de normas y lineamientos que potencialicen el desarrollo de proyectos sostenibles en aquellos territorios en los cuales no se ha tenido una gran participación y aquellos en los que no se cuentan con los recursos económicos suficientes, donde organizaciones y entidades gubernamentales logren aportar significativamente en el progreso de estos países. En América latina y el caribe, de acuerdo con el avance registrado

en el ODS N°12, en el cual se busca mejorar el acceso a tecnologías y herramientas que permitan ejercer un consumo y producción mucho más sostenibles, en el año 2000 se obtuvo una capacidad de producción y/o generación de energía renovable de 245,9 vatios (W) per cápita a diferencia de lo recientemente evidenciado en los informes, en dónde para el año 2020 se alcanzó una capacidad instalada de aproximadamente 426,6 vatios per cápita, lo que permite concluir un aumento de alrededor de un 178,7 vatios per cápita en el transcurso de 20 años. (Agenda2030lac, 2020)



Gráfica 12: Capacidad de producción de energía Renovable instalada en países de desarrollo, datos tomados del “Banco de datos regional para el seguimiento de los ODS en América Latina y el Caribe”, Agenda 2030lac, elaboración propia.

Finalmente, en cuanto al avance de este ODS en Colombia, se logra evidenciar un desarrollo de sus indicadores de un 64,56 % a 2021 y una evolución general de acuerdo con lo establecido para el 2030 de un 36,70% (DNP, 2021). Una de las herramientas que ha impulsado este sector es la “Estrategia Nacional de economía Circular (ENEC) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)” implementada por el gobierno, en el cual más de 50 entidades estratégicas tanto del sector público como privado, han logrado comprometerse y elaborar 16 pactos de sostenibilidad para aplicar sobre la industria y campos económicos del país, en dónde los negocios verdes y operaciones sostenibles sean el pilar de su funcionamiento en esta



Gráfica 13: Avance del ODS N°12 en Colombia, datos tomados de Informe de avances de ODS en Colombia de DNP de 2021. elaboración propia.

etapa fundamental de reactivación económica. Aún con este panorama, se requiere de proyectos y estrategias más consolidadas para generar una óptima contribución ambiental y consecución eficiente de los objetivos de transición energética.

Objetivo N°13: Acción por el clima

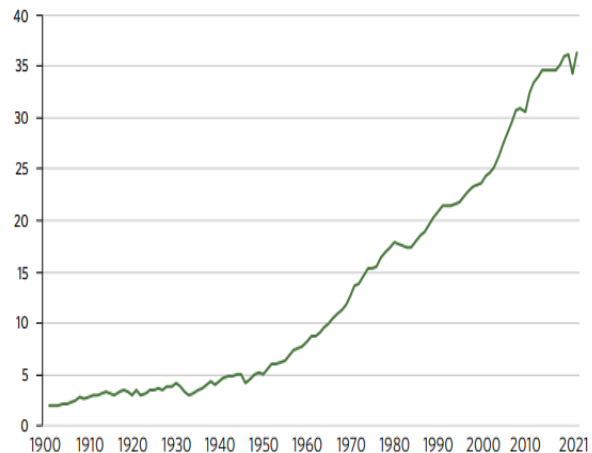
En este momento el mundo se encuentra en un estado crítico a nivel ambiental, con el pasar del tiempo son cada vez más complejas las situaciones y escenarios en torno al cambio climático y el impacto sobre la vida del ser humano y los seres vivos, por ejemplo las hábitats naturales de muchas especies han ido deteriorándose y así mismo han ido aumentando las temperaturas de manera incontrolable, a esto se le suma el incremento en los niveles del mar, dónde según el informe de la ONU este llegará a crecer entre 30 y 60 cm para el año 2100, también para el 2030 se presentarán sequías masivas que forzarán a millones de personas a buscar lugares seguros para sobrevivir y por último cada vez serán más recurrentes los desastres o fenómenos naturales gracias a la mala administración de los recursos disponibles, de esta forma múltiples entidades internacionales han estado interviniendo de manera fuerte en muchos países para que estructuren políticas y nuevas formas de trabajo sostenible, en la cuales se logren aportes significativos para recuperar la mayor medida de lo posible el entorno que se tiene actualmente. En el sector energético, se logró identificar un aumento del 6% en las emisiones de CO₂ como resultado de los procesos de extracción y generación de electricidad tradicional, valor que supera a los resultados obtenidos años anteriores, por otro lado, los gobiernos aún presentan inversiones y planes de acción débiles en todos los proyectos y estrategias que buscan alcanzar la meta establecida por el Acuerdo de París de mantener el planeta sobre 1,5° C, por lo que se requiere de una mayor priorización de este campo en todos los países para poder llegar a un punto de eficiencia, inflexión y buena gestión de recursos naturales, en los cuales no se perjudique las condiciones de vida de las generaciones futuras, es importante realizar el proceso de transición ahora, la situación actual es un punto crítico en el cual de manera obligatoria se deben contrarrestar las emisiones de GEI en todos los escenarios económicos, industriales y de operaciones existentes en los países.

Cómo se ha venido mencionando una de las principales muestras de estos efectos negativos sobre el medio ambiente y el cambio climático es el incremento en las temperaturas gracias a la cantidad de emisiones generadas, tan solo en América Latina y el Caribe en 1990 se presentó emisiones de gases por una cantidad de 1.050 Millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono, únicamente del sector energético, ya para un periodo de tiempo más reciente en 2019 se registraron emisiones de gases por 1.789,3 MtCO₂e, lo que ha llevado a que se pueda concluir que ha incrementado en 739 MtCO₂e en solo 30 años, ya desde una perspectiva más amplia gracias a la reactivación industrial que se ha generado luego de atravesar un pandemia, se ha podido evidenciar que las emisiones provenientes de recursos fósiles se han multiplicado, esto gracias que en la pandemia la demanda de energía en la mayor parte del mundo se redujo en cierta magnitud, más que todo a nivel industrial, sin embargo, ya en esta etapa que se está viviendo de reactivación, se disparó el uso de carbón, gas y petróleo, lo que llevó a que se contrarrestaran los avances obtenidos en materia de sostenibilidad al inicio de la crisis sanitaria. (Naciones Unidas, 2022)

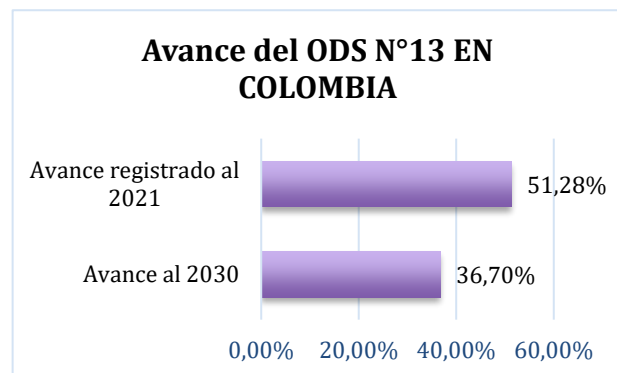
Finalmente, en Colombia, el desarrollo y evolución de este ODS se ubica en un promedio de 51,28% para finales del 2021 y nivel general de acuerdo con lo estimado como meta al 2030, se obtuvo un avance de 36,07%. (DNP, 2021).

“El país solo es responsable del 0,6 por ciento de las emisiones globales. Además, tiene una de las metas más ambiciosas del mundo para disminuir la generación de esos gases, pues espera bajar sus emisiones en un 51% para

Emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión para energía y de procesos industriales, 1900-2021 (gigatoneladas de CO₂)

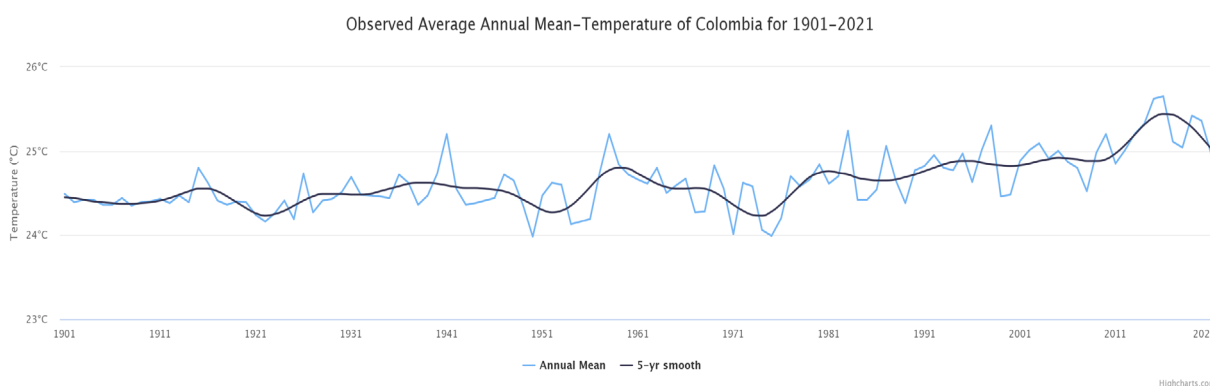


Gráfica 14: Emisiones de dióxido de carbono procedentes de la combustión para energía y de procesos industriales de 1900 a 2021 (Gigatoneladas de Co₂), tomada de The Sustainable Development Goals Report 2022.



Gráfica 15: Avance del ODS N°13 en Colombia, datos tomados de Informe anual de avance en la implementación de los ODS en Colombia del DNP de 2021, elaboración propia.

2030 y neutralizarlas para 2050. Algo comparable a lo que esperan lograr potencias como la Unión Europea” (Caicedo, 2022). La temperatura que se ha venido registrando en los últimos años en el país ha estado aumentando, lo que preocupa aún más al Gobierno y entidades sostenibles pertinentes ya que no se está siguiendo correctamente las políticas de sostenibilidad, según estudios realizados por universidades y entidades internacionales el país en los últimos 70 años ha logrado aumentar en promedio un grado centígrado, la temperatura promedio del territorio se encuentra en los 25°C, esto se debe a la explotación y emisión descontrolada de GEI y diferentes partículas contaminantes.



Gráfica 16: Temperatura promedio observada de 1901 a 2021 Tomado de Climate Change Knowledge Portal

De acuerdo con esto, una de las principales herramientas que han utilizado los gobiernos para fortalecer las acciones por el clima es implementación de estrategias clave con fines sostenibles en cada uno de los planes departamentales sobre el cambio climático, sin embargo, es necesario dar prioridad a estos escenarios medioambientales, ya que de estos dependerá en unos pocos años el país y el mundo entero, se requiere además de una reducción masiva de emisiones, desastres naturales y temperaturas elevadas, factores que contribuirían significativamente con el bienestar de la humanidad y demás seres vivos.

Es así como la implementación de energías renovables aportaría en grandes magnitudes a la reducción de emisiones provenientes del sector fósil, de esta forma la región Caribe es uno de los territorios que presenta mayor potencial para la exploración y producción de FNCER, factor que permite que se produzca la transición energética a gran escala deseada desde hace un par de años. Uno de los logros más significativos en este sector en Colombia es la creación de “el decreto 298 de 2016 establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático “SISCLIMA” es decir, el conjunto de entidades estatales, privadas y sin ánimo lucro, de políticas,

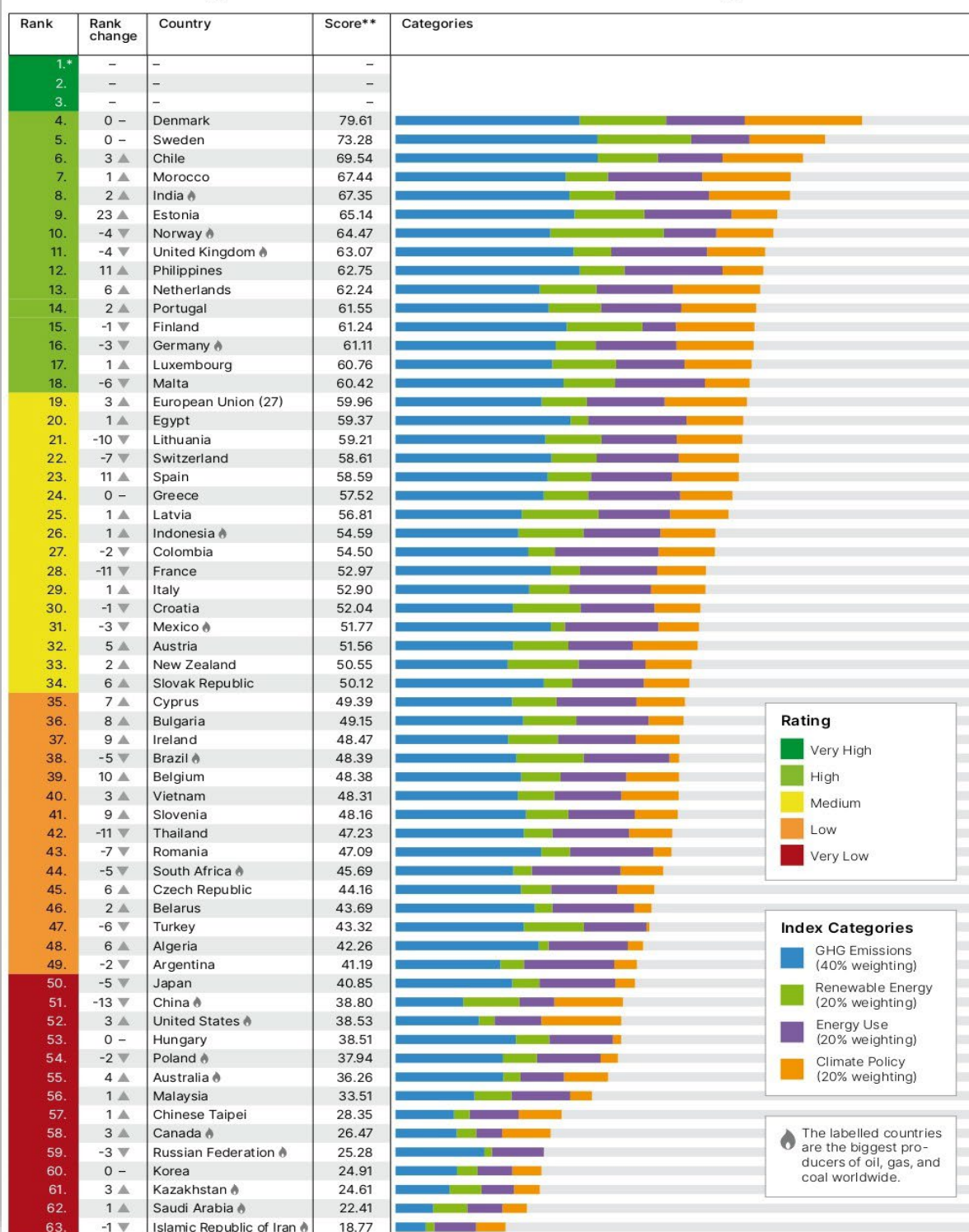
normas, procesos, recursos, planes, estrategias, instrumentos, mecanismos, así como la información atinente al cambio climático, que se aplica de manera organizada para gestionar la mitigación de gases efecto invernadero y la adaptación al cambio climático en el país” (IDEAM, s.f.).

Por otro lado a nivel nacional se han creado otras políticas y estrategias para la reducción de emisiones y protección del medio ambiente como lo es la ley 1931 en la cual se estructuran estrategias y lineamientos para abordar eficazmente el cambio climático, también se encuentran la política Nacional de cambio climático, la cual promueve la ejecución de operaciones con bajos niveles de CO₂, adicionalmente el país ha venido ampliando cada vez más los compromisos con el cambio climático, ya que como se ha evidenciado este ha sido uno de los territorios con mayor desarrollo y evolución en el marco sostenible, por ejemplo, “El Gobierno Nacional reconoce que los efectos del cambio climático en el mundo y en Colombia representan una amenaza, razón por la cual ha estructurado, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, planes y estrategias para contrarrestar este flagelo y avanzar en la adaptación y el compromiso por parte de diferentes sectores y de las comunidades”. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2021)

Según el Índice de desempeño del cambio climático, el país “ocupa el puesto 27 en el CCPI de este año, cayendo dos lugares con respecto al año anterior. Colombia muestra un desempeño mixto en las categorías de CCPI, con un alto en uso de Energía, medio en Emisiones de GEI y Política Climática, y bajo en Energía Renovable. Todas estas calificaciones son las mismas que el año pasado” (Climate Change Performance Index , 2023), sin embargo, se espera que se reactive el avance sostenible del país, con la implementación de múltiples herramientas, inversión y políticas justas para la protección del entorno y la vida humana.

Uno de los factores que cabe resaltar según lo evidenciado en el ranking, es que el país ha implementado proyectos y estrategias que buscan mitigar en gran volumen las emisiones de GEI , sin embargo, es necesario aumentar los controles y seguimientos de los respectivos avances de estos planes para poder llevar una trazabilidad mucho más rigurosa de lo que se ha alcanzado y lo que se puede llegar a lograr si se continua con el flujo de dinamismo actual, evitando así cualquier ineficiencia que afecte significativamente los índices de productividad y desarrollo sostenible, lo que a su vez permitirá obtener mejores resultados y alcanzar mejores posiciones dentro de dicha clasificación.

Climate Change Performance Index 2023 – Rating table



Gráfica 17: Índice de desempeño del cambio climático, Ranking 2023, tomada de Climate Change Performance Index.

Capítulo 3: Identificar mercados internacionales con alto potencial para exportar energías renovables.

“El cambio climático es uno de los mayores retos de nuestra era. Sin embargo, la necesidad de asegurar el acceso a la energía para gozar de calidad de vida y para el desarrollo económico es igual de importante. Por tanto, es esencial abordar el cambio climático como parte de la agenda de desarrollo sostenible. El progreso continuo en el desarrollo de nuevas tecnologías ha aportado confianza y esperanza de lograr estos objetivos en el sistema energético. Las drásticas reducciones de precios y el avance tecnológico de los molinos de viento y la energía solar fotovoltaica han demostrado que estos recursos de energía renovable pueden desempeñar un papel importante en los sistemas mundiales de electricidad y que los avances decisivos, anticipados desde hace mucho tiempo, en tecnología de almacenamiento eficaz en función de los costos cambiarían de forma sustancial las matrices energéticas primarias”. (Foster & Enzilga, s.f.)

“Cerca del 80% de la población mundial vive en países que son importadores netos de combustibles fósiles, lo que supone aproximadamente 6000 millones de personas dependientes de los combustibles fósiles con origen en otros países, lo cual les hace vulnerables, tanto a crisis como a impactos geopolíticos. Sin embargo, en todos los países hay fuentes de energías renovables, cuyo potencial todavía no se ha aprovechado completamente. La Agencia Internacional de Energías Renovables (o IRENA, por sus siglas en inglés) calcula que el 90% de la electricidad mundial puede, y debe, tener su origen en las energías renovables para el año 2050. Las energías renovables ofrecen una solución ante la dependencia a importaciones, lo que permite a los países una diversificación de sus economías junto con su propia protección frente a fluctuaciones inesperadas de los precios en los carburantes fósiles; al tiempo que se impulsan un crecimiento económico inclusivo, la creación de nuevos puestos de trabajo y una disminución de los rigores de la pobreza”. (Naciones Unidas, s.f.)

Actualmente en el mundo ya hay naciones que empezaron una transición energética hasta llegar casi al 100% de su matriz energética provenientes de energías renovables como:

- Islandia es un país que la energía que suministra es 99% de energías renovables, este utiliza en su territorio energía hidroeléctrica y geotérmica, que es posible por lo que es el principal país consumidor energético per cápita.

- Uruguay utiliza su potencial geográfico para obtener energía hidroeléctrica, fue el primer país latinoamericano en producir energía eléctrica por medio de fuentes renovables, alcanzando un 97% de utilización de energías renovables en su matriz energética.
- Costa Rica produce el 99% de su energía proveniente de fuentes renovables de diversos tipos como la eólica, solar, biomasa, etc. Esto ha sido posible debido al impulso en diversificación energética que se ha dado desde años atrás, para conservar el medio ambiente.
- Noruega es el país ejemplar en Europa en implementación de energías renovables especialmente con la hidroeléctrica acercándose al 100% de producción por medio de esta, adicionalmente también es un referente en transporte verde. (Ferrer, 2021)

Así como los anteriores cuatro países y demás han sabido aprovechar el potencial que tienen en cada una de las zonas geográficas en las que se encuentran ubicados, han invertido para desarrollar los proyectos de diversificación energética con el apoyo del gobierno y los sectores de la economía. Sin embargo, existen varios países que a pesar de tener una buena ubicación geográfica no han tenido las mismas oportunidades, desarrollo, inversiones y demás apoyo para diversificar sus matrices energéticas, en estos países existen conflictos internos que no permiten una transición eficiente esto gracias a por ejemplo la alta dependencia de energía proveniente de combustibles fósiles, por lo que es necesario llevar a estos países una nueva forma de producción de energía que tenga beneficios económicos, sociales y ambientales para que los países evolucionen positivamente.

Para realizar una exportación de energías renovables desde Colombia, es necesario realizar un estudio de posibles países con potencial importador que consuman y estén buscando su transición energética, además de esto se debe considerar que sean países que económicamente sean viables, que tengan un buen poder adquisitivo para importar energías renovables, también deben ser estables políticamente, contar con zonas estratégicas para implementación de estas energías, adicionalmente debe haber buenas relaciones comerciales con Colombia, entre otros factores.

Para seleccionar los países que serán evaluados por medio de una matriz de selección de mercados se tendrán en cuenta los datos suministrados por el Observatorio de Complejidad Económica (OEC) ya que presentan tendencias, dinámicas comerciales, identifica oportunidades de diversificación, alianzas del comercio y patrones comerciales detallados. Según los patrones comerciales detallados de la

electricidad, allí se muestra los principales exportadores e importadores de energía, como se ve en la siguiente ilustración:

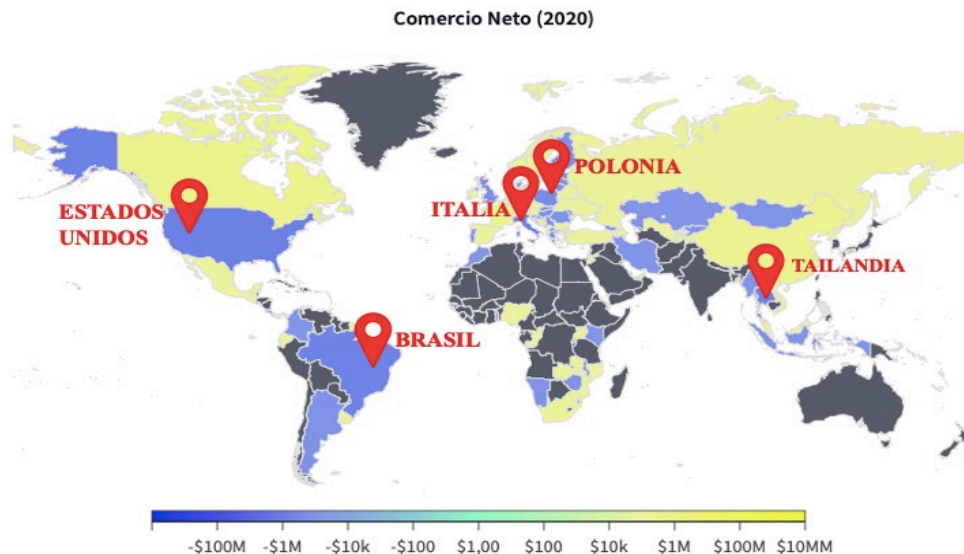


Ilustración 3: Refleja el comercio neto de electricidad y los países con mayor valor de comercio. Tomada de OEC, 2020.

Según la ilustración anterior suministrada por la OEC, en esta se refleja “los países que tuvieron un mayor valor de comercio en importaciones sobre exportaciones de Electricidad fueron Italia (\$1,85MM), Estados Unidos (\$1,72MM), Tailandia (\$1,55MM), Brasil (\$1,5MM), y Polonia (\$745M)” (OEC, 2020). Por la tanto, los países que se evaluarán en la matriz de mercados serán los cinco mencionados anteriormente. La matriz que se utilizó para evaluar los países y determinar cuál es el mejor destino para exportar, contiene 20 variables importantes ya que permiten evaluar el aspecto económico, energético, político, social, comercial y logístico. A cada una de estas variables se les asignó su importancia de 1 a 5, donde 1 es la más importante y 5 la menos importante, por lo cual, las más importantes son las relacionadas con el aspecto energético que es la base de la investigación realizada.

Variables analizadas en matriz de preselección de mercados

- **Índice de corrupción:** En este índice su enfoque está en la evaluación de la corrupción en el sector público. Los estudios en los que se basa el índice de corrupción incluyen datos de diferentes fuentes de información como representantes de organizaciones empresariales, inversionistas, analistas de mercado, etc. Por lo tanto, este índice refleja la opinión de un sector

importante como lo es el sector privado y su percepción de la corrupción en el sector público. (Escuela de gobierno y economía , 2022) Es importante esta variable y se calificó con 4 porque es una herramienta de referencia para acceder a una visión general de los niveles de corrupción en diferentes partes del mundo.

- **Sistema de gobierno:** Se entiende por sistema de gobierno a un modelo de organización del poder constitucional de los países que adopta estos para que haya una relación existente entre los distintos poderes. Esta variable se calificó con 5, esta es fundamental ya que es un factor externo que influye en los procesos de internacionalización y puede afectar los procesos debido a sus leyes y normas pertenecientes a cada país.
- **Relaciones diplomáticas:** “Institución secular mantenida entre dos Estados sobre la base del consentimiento mutuo, con las finalidades de representación, protección de intereses, negociación, información y fomento de la cooperación entre el sujeto acreditante y el sujeto receptor”. (RAE, s.f.) Esta variable se calificó con 3, es clave ya que indica las relaciones buenas o malas que se tienen con los países destinatarios de la exportación y mirar su factibilidad.
- **PIB:** “El Producto Interno Bruto o Producto Interior Bruto (PIB) es la medida estándar del valor agregado creado mediante la producción de bienes y servicios en un país durante un periodo determinado. Este indicador también mide los ingresos obtenidos de dicha producción, o la cantidad total gastada en bienes y servicios (menos importaciones)”. (OCDE, 2021) Esta variable se calificó con 3, calificación óptima, ya que permite comparar el desarrollo de los países y saber la estimación de producción de cada uno de estos.
- **PIB PER CAPITA:** “Es un indicador económico que mide la relación existente entre el nivel de renta de un país y su población. Para ello, se divide el Producto Interior Bruto (PIB) de dicho territorio entre el número de habitantes”. (Sanchez, s.f.) Este se calificó con 2 ya que lo que indica la variable es el poder adquisitivo de los países factor clave para determinar si pueden acceder a la implementación de dichas energías renovables.
- **Inflación:** “En una economía de mercado los precios de los bienes y de los servicios están sujetos a cambios. Algunos aumentan y otros disminuyen. Existe inflación cuando se produce un aumento general de los precios, no solo de artículos individuales, que da como resultado que, por ejemplo, por cada euro puedan adquirirse hoy menos bienes y servicios que ayer. Es decir, la inflación reduce el valor de la moneda con el tiempo”. (Banco Central Europeo, s.f.) Esta

variable se calificó con 4 porque permite saber la percepción de si hay crecimiento y bienestar en la población de cada uno de los países.

- **Doing Business:** “El informe DOING BUSINESS proporciona una medición objetiva de las regulaciones para hacer negocios y su aplicación en 190 economías”. (Banco Mundial, 2020) Esta variable se calificó con 3, esta es de gran importancia ya que muestra la evaluación que se le hace a los países y permite saber el nivel de facilidad a la hora de hacer negocios en los posibles países de destino.
- **Riesgo País:** “El riesgo país es el riesgo de una inversión económica debido solo a factores específicos y comunes a un cierto país. Puede entenderse como un riesgo promedio de las inversiones realizadas en cierto país”. (EAFIT, s.f.) El riesgo país es relevante y por lo tanto se calificó con 3 porque tiene en cuenta varios factores externos como económicos y políticos lo que permite entender que tan riesgoso es hacer negocios en esos países y los posibles problemas podrían llegar a enfrentar.
- **Población:** “La población es el conjunto de personas o animales de la misma especie que se encuentran en un momento y lugar determinado”. (Westreicher, 2020) A pesar de que se calificó con 5, es importante porque muestra que tan grande es nuestro mercado objetivo.
- **Índice GINI:** “Es una herramienta analítica que suele emplearse para medir la concentración de ingresos entre los habitantes de una región, en un periodo de tiempo determinado. Fue desarrollada por el estadístico italiano Corrado Gini en 1912 y expuesta en su obra Variabilità e mutabilità. Se utiliza en campos diversos como el de la economía, la salud, la ingeniería o la política”. (Torres, 2016) Esta variable se calificó con 5 porque tiene relevancia a la hora de analizar el comportamiento de un país a nivel salarial, ya que a través de este se puede medir la desigualdad de renta relativa en la población.
- **Potencial sin explotar:** “El potencial de exportación sin explotar surge cuando las exportaciones reales son inferiores al potencial de exportación, esto implica que existen oportunidades para el crecimiento de las exportaciones”. (ITC, s.f.) Es de gran importancia esta variable ya que permite reconocer con mayor precisión el escenario o situación que puede estar presentando un país a la hora de administrar sus recursos para luego identificar oportunidades estratégicas, razón por la cual se calificó con 2 pues permite saber qué porcentaje del mercado aún no han implementado las energías renovables.

- **Emisiones de CO₂:** Se encuentra fundamental analizar la cantidad de CO₂ que produce cada uno de los países seleccionados en la matriz y por eso se calificó con 2, su importancia dentro de esta radica en suponer la necesidad actual y futura que tendrán que suplir en temas de energías limpias y poder determinar una demanda que a pesar de que varios de estos países tienen acercamientos con la reducción de la huella de carbono continúan emitiendo altos niveles de CO₂ dentro de sus territorios.
- **Políticas energéticas:** Esta variable tiene una calificación de 1, la descripción de la variable corresponde a analizar los diferentes compromisos que han ido asumiendo cada uno de los países en estudio con el medio ambiente, la decisión de cambio o no dentro de sus energías, así como su interés en producir su propia energía de fuentes renovables y que pueda cumplir con la demanda de sus habitantes.
- **Consumo energético:** Esta variable tiene una calificación de 1 debido a que es importante mencionar las energías renovables se hace necesario revisar la demanda real que tiene cada uno de los países en materia de energía ya sea renovable o no renovable. Identificar el impacto que podría tener este proyecto al compararlo en las diferentes demandas que puede haber dependiendo del país, su población, PIB, políticas, entre otras.
- **Consumo de energía renovable:** Esta variable tiene una calificación de 1 y comparte relevancia con la variable mencionada anteriormente ya que al ser más específico se busca determinar dentro de la energía que puede consumir una nación cuanto de esta es proveniente de fuentes renovables o si su matriz energética sigue dependiendo de los recursos tradicionales y contaminantes.
- **Consumo energético proveniente de combustibles fósiles:** Dicha variable tiene una calificación de 1 ya que responde específicamente a la dependencia de alguna de las naciones a el uso de combustibles fósiles, por consiguiente, se traduce en contaminación y la capacidad de adaptabilidad que tendría cada uno de los países para implementar otras soluciones con mayor o menor facilidad en un futuro para el beneficio de sus territorios y salud de sus habitantes.
- **Perfil logístico:** Tiene una calificación de 4 y resulta altamente provechoso estudiar las facilidades logísticas que poseen cada uno de los países y más cuando se mencionan la implementación de parque eólicos, paneles solares y/o electrolizadores, ya que se realizará un estudio que permita conocer el lugar a convenir que resultará de utilidad para desarrollar este

tipo de proyectos. Es de utilidad conocer los estados de las vías, la infraestructura disponible en materia logística y la accesibilidad marítima y aérea.

- **Acuerdo comercial:** Esta variable tiene una calificación de 1, los acuerdos que existen o no es un aspecto fundamental dentro del análisis de posibles mercados a los cuales exportar las energías renovables, sería más provechoso que un país ya tenga ciertas relaciones comerciales con Colombia, ya que facilitaría el proceso y más aún si los países socios fueran cercanos en relaciones diplomáticas o compartieran ciertos objetivos en común como principal socio importador o exportador de ciertos productos o servicios. Dentro de la matriz se le da una ponderación de importancia de 1 debido a lo anteriormente mencionado, los beneficios que podríamos llegar a obtener de realizar actividades de comercio con el país en el cual se haya adelantado relaciones comerciales más desarrolladas.
- **Score de eficiencia energética:** “Las puntuaciones de RISE reflejan una instantánea de las políticas y regulaciones de un país en el sector de la energía, organizadas por los tres pilares de la energía sostenible: acceso a la energía, eficiencia energética y energía renovable”. (RISE, s.f.) Este score es importante y por eso tiene una calificación de 1 porque por medio de esta se puede conocer y evidenciar que tan avanzado están los países en transición energética hacia energías limpias.
- **Arancel promedio:** Tiene una calificación de 2, la importancia de la variable radica en comparar los impuestos y derechos aduaneros o la exención de estos al momento de entablar una relación comercial para el envío del equipo necesario. Responde de manera acertada a los planteamientos sobre qué país conviene más. |

Luego se procedió a buscar la información de cada uno de los países con respecto a las variables y una vez terminado este proceso se procedió a la calificación por cada variable donde 1 sería la calificación más alta y 5 la calificación más baja. Los resultados se muestran a continuación:

Matriz de preselección de mercados

MATRIZ DE SELECCIÓN DE MERCADOS INTERNACIONALES CON ALTO POTENCIAL PARA LA EXPORTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

VARIABLES	IMPORTANCIA	CALIFICACIÓN	ITALIA	CALIFICACIÓN	ESTADOS UNIDOS	CALIFICACIÓN	TAILANDIA	CALIFICACIÓN	BRASIL	CALIFICACIÓN	POLONIA
INDICE DE CORRUPCION 2022	4	2	56	1	69	5	36	4	38	3	55
SISTEMA DE GOBIERNO	5	3	República parlamentaria	3	República federal constitucional	3	Monarquía constitucional	3	República Federativa	3	República Parlamentaria
RELACIONES DIPLOMATICAS	3	1	Desde 1864	1	Desde 1822	4	Desde 1979	3	Desde 1907	4	Desde 1931
PIB 2021	3	2	2.107.172 Millones de USD	1	23.315.080 Millones de USD	5	505.947,04 Millones de USD	3	1.609 millones USD	4	679.4 miles de millones USD
PIB PER CAPITA 2021	2	2	35.657,5 USD	1	70.248,6 USD	5	7.066,2 USD	4	7.507,16 USD	3	17.999,91 USD
INFLACION 2021	4	2	1,9	4	4,7	1	1,2	5	8,3	4	5,1
DOING BUSINESS 2020	3	4	58	1	6	2	21	5	124	3	40
RIESGO PAIS 2022	3	4	B	1	A2	2	A4	4	B	2	A4
POBLACION 2021	5	4	59.109,67 millones	1	331.893,74 millones	3	71601,1 millones	2	214,3 millones	5	37,75 millones
INDICE GINI	5	3	35,2 (2018)	5	41,5 (2019)	3	35,0 (2020)	5	48,9 (2020)	2	30,2 (2018)
POTENCIAL SIN EXPLOTAR	2	5	1m	4	327m	1	619m	3	427 m	2	536 m
EMISIONES CO2 2019	2	3	5,3 Toneladas metricas	5	14,7 toneladas metricas	2	3,7 toneladas metricas	1	2.05 toneladas métricas	3	7,77 toneladas métricas
POLITICAS ENERGETICAS	1	2	Reducción de emisiones de CO2- Ampliar la matriz energética- Depender cada vez menos de la energía importada	4	Reducción de emisiones de CO2	4	Reducción de emisiones de CO2	1	Cuenta con varias políticas como: PBE, PROCEL, CONPET, plan nacional de energía, política nacional de cambio climático y aproximadamente más de 10 políticas adicionales	4	Política Energética Polaca para 2040
CONSUMO ENERGETICO 2021	1	3	299.922	1	3.979.280	3	202.591	2	577.295	4	158.194
CONSUMO DE ENERGIA RENOVABLE 2019	1	3	17,27%	5	10,42%	2	23,96%	1	47,57%	3	12,18%
CONSUMO ENERGETICO PROVENIENTE DE COMBUSTIBLES FOSILES	1	4	79,9% (2015)	5	82,4% (2015)	4	79,8% (2014)	3	59,1 (2014)	5	90,3 (2015)
PERFIL LOGISTICO 2018	4	2	3,74	1	3,89	4	3,41	5	2,99	3	3,54
ACUERDO COMERCIAL	1	1	Unión europea vigente desde el 2013	1	Vigente desde el 2012	5	Ninguno	1	Mercosur desde 2017	1	Unión europea vigente desde el 2013
SCORE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2022	1	2	68,5	4	54	5	31,5	1	82	2	70
ARANCEL PROMEDIO 2020	2	1	1,7	3	2,9	4	8,0 (2015)	5	13,6	1	1,7

RESULTADO FINAL	138	121	165	180	180
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

MATRIZ DE SELECCIÓN DE MERCADOS, ESPECIALMENTE ELABORADA PARA ESTUDIANTES DE UNICOC POR EL PROFESOR ALEXANDER CORTES

IMPORTANCIA	CALIFIQUE DE 1 A 5, SIENDO 1 EL MAS IMPORTANTE Y 5 MENOS IMPORTANTE
CALIFICACION	CALIFIQUE DE 1 A 5, SIENDO 1 EL MEJOR Y 5 EL PEOR

Tabla 2: Matriz de selección de mercados internacionales con alto potencial para la exportación de energías renovables, elaboración propia.

De acuerdo con la matriz anteriormente presentada, se ahondará en los resultados de las variables con mayor importancia en nuestros criterios de evaluación:

En las relaciones diplomáticas se evidenció que con Colombia la mayoría de los países cuentan con relaciones desde hace más de 200 años y con el que país que lleva más años de vinculación es con Estados Unidos donde cada vez se hace profundizan las relaciones económicas y de inversión. Y con el país más reciente que tiene relaciones diplomáticas es con Tailandia hace 43 años.

El Producto Interno Bruto muestra la diferencia económica que tienen, donde los países como Estados Unidos consolida su posición como potencia mundial al tener el PIB más alto de todos los países lo que demuestra es que ellos producen bienes y servicios con valor añadido lo que los hace más competitivos en el mercado local e internacional.

El PIB Per Cápita demuestra el país que tiene mayor poder adquisitivo para adquirir la implementación de energías renovables que nuevamente Estados Unidos es el que tiene mejor poder adquisitivo debido a la sólida economía que tiene, adicionalmente Italia y Polonia también cuentan con PIB Per Cápita superior a 10.000 dolores.

El Doing Business refleja el puesto de 1 a 190 en el que están clasificados los países de acuerdo con la facilidad con la que se hacen negocios en esos países, a pesar de que ninguno quedo en el top 5. Sin embargo, todos los países a excepción de Brasil se encuentran por encima de la media y Estados Unidos ocupa en puesto más alto, situándose en el sexto puesto.

El riesgo país es otro indicador importante porque es análisis de datos económicos, políticos y financieros de los países para determinar qué tan riesgoso resultaría hacer inversiones allí, a diferencia de otros indicadores este califica de A1 siendo un riesgo país muy bueno hasta E que es un riesgo extremo. Las calificaciones más aceptables son las de Estados Unidos, Tailandia y Polonia. Mientras que Italia y Brasil tienen una calificación B que significa que tienen un riesgo bastante alto a pesar de no tener la peor calificación.

El Potencial sin Explotar es una variable que muestra un indicador clave para la implementación de energías renovables porque se evidencio que Tailandia tiene el mayor potencial sin explotar seguido de

Polonia con un valor similar, por otro lado, Italia es el que tiene un menor potencial con explotar por lo que hace menos atractivo para la implementación del proyecto.

Las emisiones de CO₂ reflejan que tanto contaminan los países y esto se debe a que las políticas no son tan estrictas y aun no hay una buena transición hacia una economía verde, Estados Unidos es el país que más contamina y Brasil el que menos contamina debido a que es un país que ya tiene una transición económica más estable y con una mayor eficacia.

Las políticas energéticas es un dato relevante en la selección de mercado para la implementación de energías renovables, donde se evidencia que Brasil es el que ha creado más políticas energéticas para combatir el cambio climático, seguido de Italia. Los demás países ya han empezado a implementar políticas energéticas, pero aún falta apoyo y control por parte de los gobiernos para que pueda haber cambios significativos en el ambiente.

El consumo energético al igual que las políticas energéticas y otras variables ambientales, es importante porque muestra que tanto consumen los países, donde claramente Estados Unidos por su población y porque geográficamente tiene más territorio es el que más consume. Los demás países todos tienen valor similar de consumo energético.

El consumo de energía renovable y consumo energético proveniente de combustibles fósiles son indicadores que demuestran la dependencia a este tipo de combustibles y que tan avanzado tienen la transición energética hacia energías limpias. Donde Brasil por sus políticas energéticas es el que dentro de su matriz energética es donde hay más desarrollo de energías renovables y donde menos hay desarrollo de energías renovables es en Estados Unidos por su alta dependencia a los combustibles fósiles.

El acuerdo comercial es importante porque si Colombia tiene acuerdos con ellos, gozará de beneficios comerciales, por ejemplo, como una reducción de los aranceles para la exportación de energías renovables. Todos los países a excepción de Tailandia tienen acuerdos comerciales vigentes con Colombia.

El score de eficiencia energética puntúa a los países de acuerdo con sus políticas y regulaciones energéticas, donde Italia, Brasil y Polonia tienen puntajes ideales mientras que Estados Unidos y Tailandia tiene puntajes indeseables por no tener energía sostenible.

El arancel promedio es un indicador económico y comercial que ayuda para saber el arancel que se tendría al exportar energía a otro país, donde el arancel más bajo lo tiene Italia y Polonia. Y el arancel promedio más alto es el de Brasil.

Teniendo en cuenta el análisis de las variables anteriores y las otras que conforman la matriz para la selección de mercado objetivo, se procede a calificar cada uno de los países y el resultado que se obtuvo fue que Estados Unidos es el mejor mercado para exportar e implementar energías renovables obteniendo una calificación de 121, seguido de Italia con 138, Polonia con 160, Tailandia con 165 y Brasil con 180.

Información relevante sobre Estados Unidos

Estados Unidos fue el país seleccionado como el más óptimo ya que tiene las mejores condiciones en las variables seleccionadas. Estados Unidos es la primera economía del mundo debido a sus indicadores económicos como el PIB, que demuestra que tiene una economía saludable y por eso sus habitantes tienen un buen nivel de vida. “El último censo realizado por el US Census Bureau fue el de 2020, en el que se contabilizó una población de 331,8 millones de habitantes. El dólar ha sido la moneda oficial del país desde 1792.

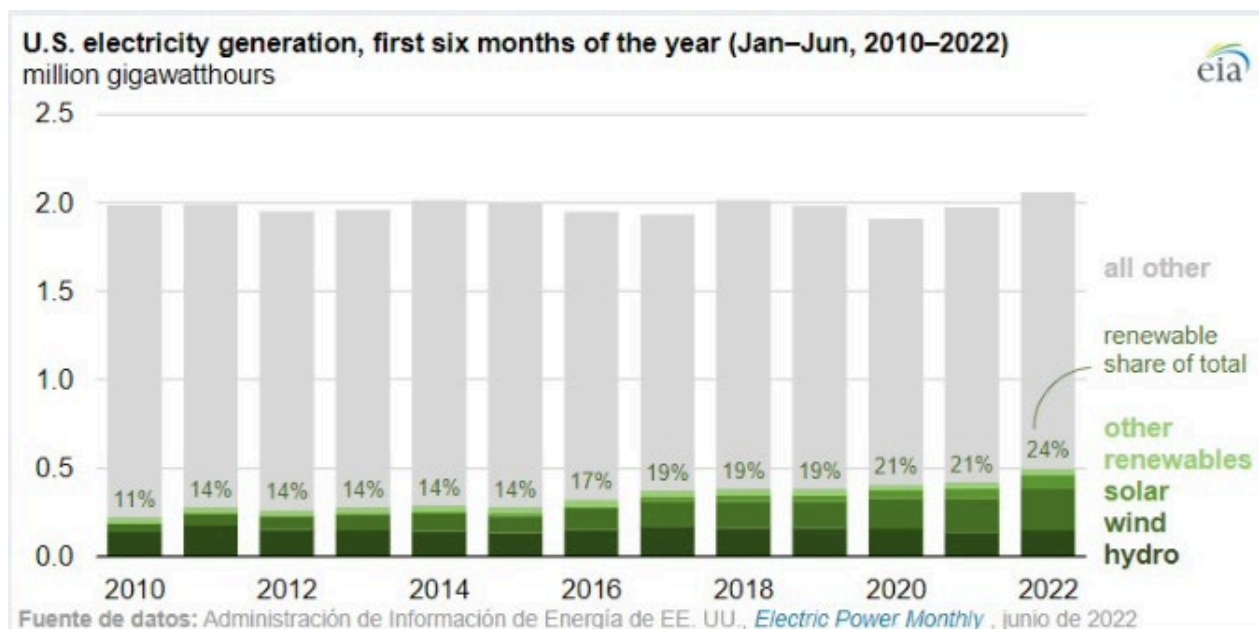
En 2021, la economía estadounidense creció un 5,7% después del descenso del 3,5% del producto interior bruto en 2020. El brote de la COVID- 19 produjo cambios radicales en los patrones de consumo, con un significativo aumento del ahorro, fuertes disrupciones en las cadenas globales de producción y una enorme caída de la demanda de servicios, en particular, de la restauración, ocio, alojamiento y viajes.

Durante 2021, las exportaciones estadounidenses de mercancías alcanzaron, de acuerdo con los datos del Bureau of Economic Analysis (BEA), 1.754,6 millardos de dólares, un 20,5% más que en el año 2020. Por su parte, las importaciones aumentaron un 20,5% en tasa interanual, siendo su suma total de 2.832,9 millardos de dólares. Las exportaciones estadounidenses de servicios durante 2021 sumaron

771,2 millardos de dólares, valor superior en un 10,6% a los datos presentados en 2020. En cuanto a las importaciones de servicios, estas alcanzaron los 541,2 millardos de dólares en 2021, un 17,6% más que en 2020”. (Ministerio de asuntos exteriores, Unión Europea y cooperación, 2021)

Actualidad de las energías renovables en Estados Unidos

“En los primeros seis meses de 2022, el 24 % de la generación de electricidad a gran escala de los EEUU provino de fuentes renovables, según datos del Electric Power Monthly de la Administración de Información Energética de EEUU (EIA). La participación de las energías renovables aumentó del 21% durante el mismo período del año pasado. Las energías renovables son la fuente de generación de electricidad de más rápido crecimiento en los Estados Unidos.



Gráfica 18: U.S electricity generation, first six months of the year (Jan - Jun 2010 - 2022), tomada de Electric Power Monthly.

Las fuentes de generación renovable incluyen energía hidroeléctrica convencional, eólica, solar, geotérmica y biomasa. En los Estados Unidos, la mayor parte de la generación de electricidad renovable proviene de la energía hidroeléctrica, solar y eólica. La generación a partir de fuentes de energía renovable ha crecido rápidamente a medida que se ha agregado a la red capacidad renovable,

“Luego de décadas de cruzarse de brazos ante el aumento de los desastres naturales y un sostenido calentamiento global, el Congreso de Estados Unidos espera hacer que la energía limpia resulte tan barata que será finalmente una propuesta irresistible. El proyecto, impulsado exclusivamente por los demócratas, busca usar incentivos para alentar a los inversionistas a que aceleren la expansión de la energía “limpia”, como la eólica y la solar, haciendo a un lado el petróleo, el carbón y el gas, que son los principales causantes del cambio climático. Estados Unidos ha lanzado la mayor cantidad de gases que atrapan el calor y quemado más combustibles “sucios” baratos que ningún otro país. Pero los casi 375.000 millones de dólares en incentivos que contiene la Ley de Reducción de la Inflación están pensados para bajar más todavía el costo de las energías renovables, ya de por sí baratas, en las casas, las fábricas y las carreteras. Esto podría ayudar a reducir las emisiones de carbono dos quintas partes para el 2030 y recortaría las emisiones generadas por la electricidad hasta un 80%. Las medidas de Estados Unidos podrían empujar a otras naciones a hacer más, sobre todo a China y la India, los principales emisores de carbono junto con Estados Unidos. A su vez, se podrían bajar los precios de las energías renovables, se acuerdo con los expertos”. (Borenstein, Daly, & Phillis, 2022)



Como se evidencia en la imagen anterior si hay potencial de implementación de energías renovables como la eólica y solar, donde ya hay proyectos desarrollados y consolidados que aportan significativamente a la población de esas regiones. Con estos datos, se puede concluir que efectivamente Estados Unidos tiene buen potencial para la exportación e implementación de energías renovables, ya que esto apoyaría a la diversificación de su matriz energética, buscando aumentar el porcentaje de consumo de energías renovables que aportarían a la salud, economía y el ambiente. Adicionalmente el país, debido a su solidez económica y a las buenas relaciones que mantiene con Colombia desde hace 201 años, es el país más optimo por tener una buena capacidad de pago, tener vigente un acuerdo comercial y contar con zonas geográficas estratégicas que permitirán el desarrollo de energías limpias en el país, además permitirá que sea ejemplo para otros países en transición energética y dejar de depender de combustibles fósiles que son dañinos para la población y no aportan beneficios significativos.

Capítulo 4: Realizar el proceso de costeo necesario para la adquisición de energías renovables en el mercado objetivo.

Panorama de costeo energía eólica

“Utilizar baterías para energía eólica es una solución eficaz por dos motivos, que tienen que ver con la capacidad de generación energética:

- En aquellos momentos en los que los parques eólicos estén al máximo de producción, la energía restante y no consumida se acumulará en las baterías
- Cuando no se den las condiciones suficientes para producir energía eólica, principalmente por la falta de vientos fuertes, se podrá recurrir a las baterías para seguir disfrutando del suministro eléctrico.

Las baterías para energía eólica funcionan convirtiendo la energía eléctrica, mediante procesos químicos, para poder almacenarla. La electricidad como tal no se puede conservar, por lo que es necesario realizar distintos procesos, tanto químicos como mecánicos, para ello. Una vez almacenada, las baterías liberan la energía en forma de corriente continua, con procedimientos controlados, empleando tres componentes principales:

- Electrodo positivo
- Electrodo negativo
- Electrolito” (Villasur, 2023).

➤ Información relevante

Tipo de batería	Ión de Litio
Calificación determinada	1050 kWh
Tensión (V)	500 V. trifásico
Capacidad de energía que puede transportar	1187 kWh
Temperatura óptima	“-20 °C hasta +50 °C Potencia reducida en 50 kW/°C por encima de 47 °C”

Tabla 3 Datos clave para almacenamiento eólico por medio de baterías, datos tomados de aggrego

Dimensiones

<i>Largo (L)</i>	6,06
<i>Ancho (W)</i>	2,44
<i>Altura (H)</i>	2,8

Tabla 4 Dimensiones de batería eólica, tomado de Aggreko



Ilustración 5: Forma de batería exterior para energía eólica, tomado de aggreko

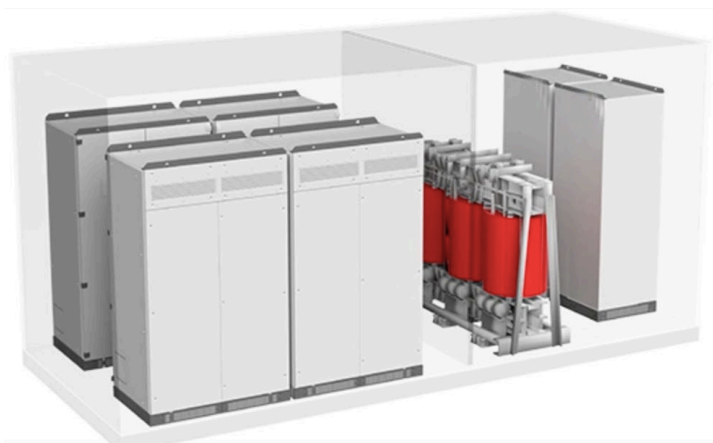


Ilustración 6: Visualización en 3D de batería eólica por dentro, tomado de Made in china

Peso por batería (Vacía y recargada)

<i>Peso sin carga de energía</i>	11.200 kg
<i>Peso cargado</i>	19.500 kg

Tabla 5 Pesos correspondientes a la batería en contenedor de 20 pies, tomado de aggreko

Características y ventajas de la batería

- “1 MW de potencia
- 60 minutos de duración
- Contenedor estándar de 20 pies todo en uno
- Gerencia térmica y extinción de incendios integradas
- Sistema de ventilación cerrado para despliegues en condiciones adversas con exposición al polvo, agua de mar o niebla salina
- Amplio rango de temperatura ambiente
- Móvil y modular
- Rápida implementación y configuración en el lugar
- Sin inversión de capital
- Fácil integración con nuestra unidad térmica
- Integre más energías renovables y reduzca sus costos de combustible
- Reduce su huella de carbono”. (Made-in-China, s.f.)

➤ Costos de la batería

“A juzgar por las previsiones de BloombergNEF, ese descenso de los precios va por el buen camino. En un informe publicado en diciembre de 2019, la consultora publicaba los datos de una encuesta sobre precios de las baterías (los precios de la batería en sí, no el coste total de la instalación de almacenamiento) y su evolución. Estos estaban por encima de 1.100 dólares por kWh en 2010, y, tras haber caído un 87% en termino reales habían llegado a los 156\$/kWh en 2019. Para 2023, los precios medios estarán cerca de los 100\$/ kWh. Según BNEF, “la reducción experimentada en 2019 se debe al aumento del tamaño de los pedidos, el crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos y la penetración continua de baterías de alta densidad. Los nuevos diseños y la caída de los costes de fabricación reducirán los precios en el corto plazo”. La encuesta pronostica que cuando la demanda acumulada supere los 2 TWh en 2024, los precios caerán por debajo de los 100\$/kWh, y para 2030 el mercado de baterías podría alcanzar 116.000 millones de dólares” (Asociación empresarial eólica, 2020). Adicionalmente en páginas como Made in China donde se encuentran productos industriales como las baterías para almacenamiento de energía eólica los precios por Batería pueden ascender a los 450.000 USD lo que se vuelve inasequible para el almacenamiento de energía en el país.

Panorama de costeo de energía solar

Hoy en día es muy común ver el uso de baterías transportadas en contenedores de diferentes dimensiones para la manipulación con mayor eficacia, algunas de estas están fabricadas de diferentes materiales que permiten el almacenamiento y posterior uso de la energía que sea guardada aquí, aunque hoy en día se ha venido hablando de diferentes materiales en la creación de estas baterías, las de litio siguen estando dentro de las soluciones más frecuentes. Así se presenta una forma de almacenar la energía solar producida por un parque solar.

Numero de modelo:	ESS-1MWH
N ° de Modelo:	Baterías de almacenamiento de energía solar fuera de la red de 1MW 3MW 5MW
Tipo de batería:	Célula de batería de iones de litio
Cableado de salida:	Trifásico de cuatro hilos/ La fase de cinco hilos
Ciclo de vida:	>6000 Ciclos
Marca comercial:	BR SOLAR
Código hs:	8543709990
Raqueta de montaje:	Aleación de aluminio. Acero galvanizado en caliente, etc.

Tabla 6: especificaciones de batería solar, tomado de Made in China.

A continuación, se encuentran las dimensiones de la batería:

Dimensiones:	12192 mm (largo) x 2438 mm (ancho) x 2591 mm (alto)
Peso:	22 toneladas

Tabla 7: Dimensiones de batería solar, tomado de Made in China



Ilustración 7: célula de batería de iones de litio, tomado de Made in China

Algunas características para tener en cuenta pueden ser el precio al que se encuentra actualmente en el mercado y teniendo como referencia que dicho precio es FOB, sería de 28.788 USD a 68.988 dependiendo de la capacidad de almacenamiento de energía, la potencia nominal de carga y descarga, el voltaje nominal. La capacidad de la batería permite alimentar un hogar por 5 horas con el almacenamiento de esta. Para este caso los siguientes datos:

<i>Voltaje nominal:</i>	729,6 V
<i>Potencia nominal de carga y descarga:</i>	630kW*1
<i>Máxima potencia almacenada:</i>	1400kWh

Tabla 8: capacidad de batería, tomado de Made in China

Panorama de costeo de hidrógeno verde

El hidrógeno verde al ser uno de los tipos de energía renovable que recientemente se ha venido estudiando y desarrollando en múltiples países, los métodos de almacenamiento y distribución de hidrógeno aún no son muy explorados debido a la complejidad que se presenta a la hora de manipular esta molécula en grandes cantidades ya sea por vía terrestre o marítima como lo es en este caso. Es por esto por lo que una de las formas más económicas, rentables y seguras de transportar el hidrógeno verde de un país a otro es por medio de la licuefacción de este con refrigeración criogénica, según múltiples estudios se ha podido identificar que la densidad del hidrógeno líquido es mucho mayor que la que presenta el hidrógeno en estado gaseoso, lo que

permite inferir que se puede transportar o movilizar una mayor cantidad de hidrógeno líquido que hidrógeno gaseoso en el mismo espacio o medio de almacenamiento.

¿Cómo funciona?

“La estrategia de transporte de hidrógeno en buques es similar a la que se utiliza con el transporte de gas natural licuado (GNL). Primero el hidrógeno se debe licuar (LH_2), luego transportar y finalmente re-gasificar en el punto de recepción. Por este motivo, la infraestructura necesaria asociada al transporte marítimo es muy importante y costosa: tanques de almacenamiento, unidades de licuación, terminales de carga/descarga, barcos de transporte y plantas de regasificación” (Morante et al, 2020)

A la hora de ejecutar el proceso de licuefacción, se convierte “el hidrógeno gaseoso en hidrógeno líquido (LH_2). La licuefacción es el proceso de pasar un gas a líquido por medio de modificar sus condiciones de presión y temperatura. Para ello se requieren temperaturas criogénicas, debido a que el punto de ebullición del hidrógeno a una atmósfera de presión es de -252.8°C . El proceso de licuefacción utiliza una combinación de compresores, intercambiadores de calor y válvulas de expansión para lograr el enfriamiento necesario.” (Pérez, 2022). Adicionalmente es necesario tener presente que dicho proceso de licuefacción puede llegar a consumir el 30% del volumen contenido en el tanque o contenedor seleccionado para realizar el transporte de este insumo.

Proceso de transformación de hidrógeno verde licuado

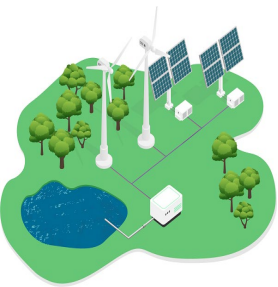
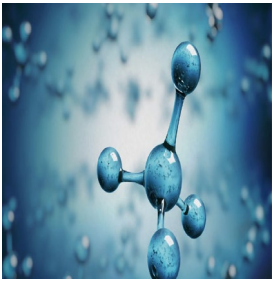
<i>PRODUCCIÓN</i>	<i>LICUEFACCIÓN</i>	<i>ALMACENAMIENTO</i>	<i>TRANSPORTE</i>
 <i>Imagen 3: Tomado de Ideasmedioambientales.</i>	 <i>Imagen 4: Tomada de energíasrenovables.com</i>	 <i>Imagen 5: Tomada de Cryospain.</i>	 <i>Imagen 6: Tomada de Vecteezy</i>

Tabla 9: Proceso de transformación de hidrógeno verde licuado, elaboración propia.

Transporte a través de: Tanques o contenedores criogénicos

“Los tanques criogénicos constituyen una solución óptima en aquellos casos en los que es necesario almacenar grandes cantidades de gas en forma líquida, como Oxígeno Líquido, Nitrógeno Líquido, Argón, CO₂, GNL, GLP, Hidrógeno Líquido etc.” (CRYOSPAIN, 2021)

Ventajas de los tanques criogénicos

- Contribuye con el medio ambiente al tener los mejores estándares de seguridad en el proceso de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Mayor nivel de pureza del elemento que esté siendo transportado al compararlo con el grado de pureza que otros medios de almacenamiento pueden brindar.
- Gracias a su seguridad, los riesgos son muy limitados, la sustancia o elemento transportado no tiene contacto con el exterior y conserva una estabilidad a lo largo de su manipulación. (CryoSpain, 2021)

Principales componentes

Generalmente un tanque criogénico está conformado por un tanque interior que se ocupa de almacenar todo el GNL o hidrógeno, y así mismo tiene un tanque por la parte externa el cual está especialmente diseñada para ejercer las funciones de asilamiento del producto que esté siendo transportado, evitando que se pierda la temperatura requerida debido a las condiciones climáticas externas. (Container XChange, 2021)

Referencia ISO VAC LNG

“El ISO VAC 40-LNG ha sido diseñado como un contenedor ISO estándar de 40 pies para el almacenamiento y transporte seguro de gas natural licuado, también cuenta con super aislamiento de alto vacío, capacidad de apilamiento de 9 unidades de alto a ISO 1496 – 3 (192 000 kg máx.), juego completo de calcomanías (incluidos los logotipos cuando los proporcione el cliente) y varias opciones de tuberías y válvulas para ofrecer la máxima versatilidad al usuario final y al operador” (Wessington Cryogenics, s.f.)



Imagen 7: Contenedores Criogénicos, tomado de Wessington Cryogenics.

Referencia de contenedor cisterna GNL de 40 pies/ 45 T75 (Similar)



Imagen 8: Contenedor cisterna de GNL de 40 pies /45 pies T75, tomado de CSSC Chengxi (Taizhou)

Especificaciones de contenedor

ESPECIFICACIONES DEL CONTENEDOR		
Especificación	ISO VAC 40-GNL	ISO VAC 40-GNL
	10 barras	100 PSI (ASME)
Capacidad (bruta)	43.500 litros	43.500 litros
Capacidad (Neta)	41.325 litros - 95%	41.325 litros - 95%
Presión	10 barras	100 psi
Tara Peso KG	12,67	12,67
KG de apilamiento	192	192
Días de tiempo de espera *	80	60

Materiales / Especificaciones	
Chaqueta interior	Acero inoxidable
Chaqueta externa	Acero carbono
Patinar	Acero carbono
Trabajo de tubería	Tp. Acero inoxidable 316 Sch. 10
Especificación de pintura	Granallado SA 2.5, imprimación rica en zinc 50 micrones, epoxi de alto espesor 125 micrones
	Top Coat Poliuretano 50 Micrones.
	Color estándar: blanco
	Especificaciones de pintura personalizadas bajo pedido
Aprobaciones de diseño**	EN 13530, ADR/RID, IMDG, CSC, TIR, ISO 1496, Opción ASME U/CFR
Temperatura	Carcasa interior -196C a +50C. Chaqueta exterior -20C a +50C

Fundición de esquina	Norma ISO 1161 Blair BLRC20100/2000
Acoplamientos	Bridas ciegas de serie. Especificación personalizada a pedido
* Tiempos de espera de acuerdo con EN 12213	
** Las aprobaciones de diseño pueden variar según las opciones y el país de operación. Para más detalles, póngase en contacto con el Departamento Técnico	

Dimensiones	Longitud (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)
	12,192	2,591	2,438

Tabla 10: Especificaciones de contenedor ISO VAC 40 LNG, Wessington Cryogenics.

Detalles de proveedores

Proveedor	Dirección	Precio promedio	Sitio web
Wessington Cryogenics	2 Gadwall Rd, Rainton St, South, Houghton le Spring DH4 5NL, Reino Unido	N/A	Wessingtoncryogenics.com
Made in China Buyers with Chinese Suppliers	China	30.000 - 80.000 USD	Made-in-china.com

TRIFLEET	Johan de Wittstraat 130, 3311 KJ Dordrecht, Países Bajos	N/A	Trifleet.com
AUYAN	3rd Floor, Building T3, Shandong Expressway, Huangdao District, Qingdao, China	N/A	https://auyangloble.com/
Sinocleansky	Wangjing SOHO, Distrito de Chaoyang, Beijing, RP China	N/A	Sinocleansky.com

Tabla 11: Proveedores de contenedores criogénicos, elaboración propia.

Desafíos del transporte líquido de hidrógeno verde

- Niveles de temperatura extremadamente bajos (Baja presión atmosférica)
- Debido a sus componentes se corre el riesgo de un nivel explosivo superior, como también el grado inflamable es considerablemente alto.
- Evaporación o fuga de las moléculas debido a su reducido tamaño.
- Coste energético elevado para mantener dichos niveles de temperatura.

¿Cuánto cuesta producir hidrógeno verde?

Según un estudio realizado por la Agencia Internacional de Energía (IEA), Colombia para el 2050 específicamente la Guajira, podría llegar a producir a gran escala y a costes significativamente reducidos o asequibles al compararlo con otros países, esto gracias a la eficiencia que presenta a la hora de desarrollar este compuesto aproximadamente 1kg de HV_2 podría llegar a costar alrededor de US\$0,8 a US\$2,6, esto específicamente en este territorio, sin embargo el rango de precios de producción variará dependiendo el tipo de zona o territorio sobre el cual se desee trabajar. (Morales, 2022)

“Adicionalmente tal como lo refleja IRENA a través de su Informe “Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Green Hydrogen Cost and Potential”, China será el lugar más barato para producir hidrógeno verde a largo plazo, seguido de Chile, Marruecos, Colombia y Australia, en un escenario optimista. Los productores chinos podrían suministrar hidrógeno verde a un costo nivelado (LCOH) de poco más de 0,65 dólares por kilo en 2050, con Chile solo ligeramente por detrás. Incluso en el escenario más pesimista, China produciría hidrógeno verde a 1,10 dólares/kg a mediados de siglo, con Colombia en 1,15 dólares/kg y Australia y Chile a 1,20 dólares/kg” (Vilela, 2022).

LISTA DE PAÍSES PRODUCTORES DE HIDRÓGENO VERDE A COSTO NIVELADO EN 2050

Según el más reciente reporte de Irena y bajo el escenario optimista

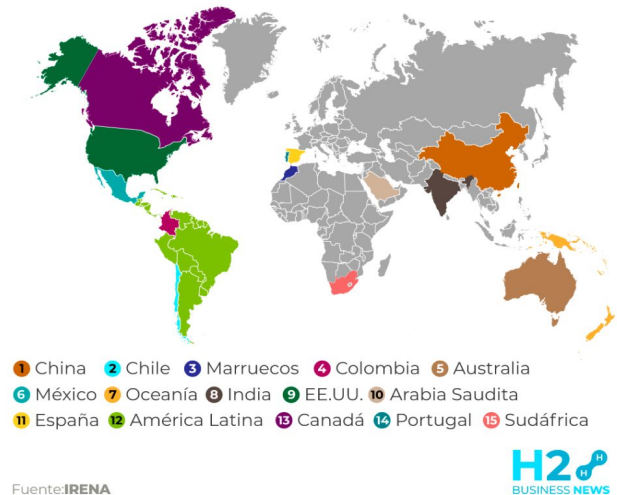


Ilustración 8: Lista de países productores de hidrógeno verde a costo nivelado en 2050, tomado de H2 Business News

Por último, la hoja de Ruta del hidrógeno verde presentada por el Ministerio de Minas y Energías que el costo de producción del hidrógeno verde podría llegar a estar en un promedio de 1,7 USD/kg, costo similar y competitivo al identificado en otros mercados potenciales. (Ministerio de Minas y energía, 2021)

Capacidad y durabilidad de hidrógeno

Actualmente son pocos los estudios que demuestran con exactitud datos sobre la capacidad de esta nueva fuente energética, “la Agencia Internacional de Energía (AIE) afirma que 1 kilogramo de hidrógeno verde contiene aproximadamente 33.3 kWh” (Roca, 2020). De esta forma esta cantidad podría generar el funcionamiento de un bombillo de aproximadamente 100 vatios por un periodo de 24 horas o también con dicha cantidad de energía se podría llegar a recorrer 120km a 130 km en un auto tradicional. (Energía estratégica, 2021)

Metodología

Para realizar la presente investigación se tuvo como referencia el desarrollo evidenciado en materia de sostenibilidad energética en los últimos años a nivel mundial y la viabilidad en el desarrollo de proyectos renovables, por lo cual se ha decidido utilizar una metodología de carácter exploratorio, descriptivo y documental gracias a que el sector de energías renovables se ha venido estudiando y desarrollando a gran escala relativamente hace poco tiempo por organizaciones mundiales de energía. Adicionalmente se trabajó bajo el método de información mixta utilizando datos cualitativos como: Políticas gubernamentales, hojas de ruta, libros, artículos especializados en el campo energético para así darle profundidad a los análisis, extraídos de fuentes primarias y secundarias como IRENA, IEA, etc. Por otro lado, se hizo uso de datos cuantitativos y una matriz de preselección permitiendo abordar el objetivo desde otra perspectiva como son los datos numéricos aportando mayor credibilidad y exactitud al desarrollar la presente investigación.

Conclusiones

- Los avances tecnológicos han permitido la explotación de recursos naturales para la obtención de energías limpias y renovables, aportando no solo a la demanda actual energética que se presenta en el mundo, sino que también preservando la calidad de vida y reduciendo el impacto ambiental.
- El caribe se presenta como una región privilegiada en lo que respecta a las condiciones climáticas y ambientales para la producción de energías renovables, generando nuevas ofertas en lo que respecta a la matriz energética que presenta actualmente el país y evidenciando una posible solución a la deficiencia en servicios energéticos prestados en la región.
- Actualmente el desarrollo e implementación de las energías renovables es fundamental para el cumplimiento de los ODS, ya que al ejecutar proyectos de carácter sostenible se está contribuyendo significativamente desde el sector económico, social, cultural, ambiental hasta el ámbito político de un determinado país. Esto ha sido posible a través de la ejecución de acciones completamente sofisticadas y estratégicas para el progreso óptimo de la sociedad tanto a nivel nacional como internacional, las cuales buscan reducir las emisiones de GEI, aumentar la generación empleo, obtener un crecimiento económico eficiente, incrementar el bienestar de las personas, mejorar las condiciones de vida, generar una mayor apertura comercial, entre otros, siendo estos factores determinantes en una época tan crucial como la que enfrenta el mundo hoy en día ante una reactivación económica masiva.
- La energía asequible y no contaminante es uno de los campos que mayormente se ha explorado en los últimos tiempos, esto gracias a que gran parte de los países tiene una alta dependencia de combustibles fósiles, lo que a futuro ocasionara grandes afectaciones para la humanidad y para el desarrollo comercial, razón por la cual se ha venido apostando en conjunto con diferentes organizaciones y entidades gubernamentales a una transición energética a gran escala, dónde se tenga acceso a energías seguras, estables y duraderas gracias que sus recursos son inagotables , asequibles e innovadoras, por medio de las cuales se logre ampliar progresivamente la diversificación de la matriz energética de cada uno de los territorios participantes y el mundo, obteniendo así una descarbonización masiva de las

economías a través de la eficiencia energética y gestión óptima de recursos, lo que a su vez llevará a la reducción de los efectos del cambio climático mejorando así la calidad de vida de las generaciones del presente y futuro.

- Debido a la situación ambiental que se presenta hoy en día, se hace necesario que todos los países empiecen un proceso de transición energética que les permita suplir la demanda en cada uno de sus países. Teniendo en cuenta que el 90% de la energía mundial puede ser proveniente de combustibles fósiles, es por esto que los países deben buscar que energía renovable se puede desarrollar en su territorio, buscar que ventaja competitiva tiene, adicionalmente de no poder desarrollar por sus propios medios una transición energética buscar apoyo de organismos internacionales o países desarrollados que ayuden con el progreso de los países. Y así disminuir el 80% de dependencia mundial de algunos países como importadores de combustibles fósiles para la producción de energía.
- Los resultados arrojados por la matriz de selección de mercados reflejaron la importancia de que Colombia se vuelva un líder en exportación de energías renovables hacia otros países aprovechando las ventajas competitivas por su ubicación estratégica que le permite ser proveedor de diferentes tipos de energía renovable, así mismo, el país más óptimo para empezar con procesos de exportación es Estados Unidos que debido a su economía, su demanda potencial de energía y su descarbonización se convierte en un excelente destino para enviar desde la región Caribe de Colombia energías renovables para hacer frente a momentos de baja producción de energía en el país y así la energía no se vea interrumpida y este constante para cada uno de los habitantes.
- Es indiscutible mencionar que la implementación de energías renovables en los diferentes territorios que poseen potencial para estas se ven limitados principalmente por dos factores: Primero, la tecnología presente en el mercado actualmente ya que, aunque permite el almacenamiento de energía, resulta insuficiente al momento de proveer energía por largos periodos de tiempo. Segundo, debido a los recursos económicos insuficientes que se presentan en los países para llevar a cabo la inversión y ejecución de proyectos para el funcionamiento de equipos de producción y almacenamiento en este tipo de energías.
- Los costos de implementación de las energías renovables son inasequibles para que los gobiernos logren hacer una transición energética efectiva, aún falta mucho desarrollo en la tecnología e innovación en el desarrollo de la infraestructura necesaria para producir

energía renovable. Se espera que los gobiernos inviertan más en investigación y desarrollo y así en un futuro con los avances en materia energética, se logre que todos los países empiecen su transición energética y Colombia sea un país líder en exportador de energías renovables hacia mercados internacionales que por la naturaleza de su territorio no pueden producir de una manera efectiva y eficaz.

- Uno de los grandes inconvenientes evidenciados a la hora de llevar a cabo proyectos de energía renovable es que muchos países no cuentan con las políticas, normativas y leyes lo suficientemente específicas y desarrolladas que permitan el óptimo funcionamiento de estas energías en la sociedad, lo que genera que muchos de estos planes de acción y estrategias queden inconclusos o se detengan a lo largo de su ejecución, dando lugar a que se presente una pérdida de recursos tanto económicos como naturales que pueden llegar a afectar drásticamente el desarrollo del territorio como el bienestar de la sociedad. Con la elaboración de estas normativas se obtendría una mayor aplicación e implementación de estas energías en todos los sectores económicos, ya que se crearían incentivos y programas especiales de beneficios para aquellos países y empresas que deseen hacer parte de estos proyectos.

Bibliografía

- Acciona. (s.f.). *Acciona*. Obtenido de Acciona: https://www.acciona.com/renewable-energy/?_adin=02021864894
- Agenda2030lac. (2020). *Agenda2030lac*. Obtenido de Agenda2030lac: https://agenda2030lac.org/estadisticas/banco-datos-regional-seguimiento-ods.html?indicator_id=4289&lang=es
- Alcaldía de Barranquilla. (6 de Octubre de 2022). *Alcaldía de Barranquilla*. Obtenido de Alcaldía de Barranquilla: <https://www.barranquilla.gov.co/mi-barranquilla/barranquilla-y-el-caribe-claves-para-salto-a-energias-limpias-jaime-pumarejo#:~:text=El%20Caribe%20cuenta%20con%20la,de%20hasta%206.5%20KW%20Fm2.>
- Andrade, L., & Cardona, S. (2021). *Energías renovables no convencionales en Colombia y su proyección para el año 2030*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Arenas, D. A., & Zapata, H. S. (2011). *Libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones*. Obtenido de Libro interactivo sobre energía solar y sus aplicaciones: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/29243269-1d0b-4c34-8c23-b3229dbdc19a/content>
- Arencibia, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *REDVET. Revista electronica de veterinaria*, 5.
- Asociación empresarial eólica. (junio de 2020). *Almacenamiento de energía en parques eólicos*. Obtenido de AEE: <https://aeeolica.org/wp-content/uploads/2020/06/Documento-Posicin-Almacenamiento-AEE-3062020.pdf>
- Banco Central Europeo. (s.f.). *¿Qué es la inflación?* Obtenido de Banco Central Europeo: https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/what_is_inflation.es.html
- Banco Mundial. (2020). *Doing Business 2020*. Obtenido de Banco Mundial: <https://archive.doingbusiness.org/es/doingbusiness>
- Borenstein, S., Daly, M., & Phillis, M. (11 de 08 de 2022). *EEUU da fuerte empujón a las energías renovables*. Obtenido de Los Angeles Times :

- <https://www.latimes.com/espanol/eeuu/articulo/2022-08-11/eeuu-da-fuerte-envion-a-las-energias-renovables>
- Caicedo, E. (4 de Julio de 2022). *El Tiempo* . Obtenido de El tiempo : <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/cambio-climatico-efectos-del-calentamiento-global-en-colombia-684722>
- CEUPE . (2020). *CEUPE* . Obtenido de CEUPE : <https://www.ceupe.pe/blog/energias-no-renovables.html>
- CGTN. (2 de Junio de 2022). *CGTN*. Obtenido de CGTN: <https://espanol.cgtn.com/n/2022-06-02/HBdFAA/Energia-renovable-impulsa-desarrollo-verde-de-China-en-ultima-decada/index.html#:~:text=China%20gener%C3%B3%20%2C49%20billones,total%20de%20electricidad%20del%20pa%C3%ADs.>
- Climate Change Performance Index . (2023). *Climate Change Performance Index* . Obtenido de Climate Change Performance Index : <https://ccpi.org/country/col-2/>
- Community CCC. (2 de Junio de 2021). *Cámara de Comercio de Cartagena*. Obtenido de Cámara de Comercio de Cartagena: <https://www.cccartagena.org.co/2021/06/02/el-cluster-de-energias-renovables-del-caribe-es-una-realidad/#:~:text=Cinco%20departamentos%20de%20la%20regi%C3%B3n,02%20de%20junio%20de%202021.>
- Connor, N. (27 de Septiembre de 2019). *Thermal Engineering* . Obtenido de Thermal Engineering : <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-kilovatio-hora-unidad-kwh-unidad-de-energia-definicion/>
- Container XChange. (22 de Octubre de 2021). *Container XChange*. Obtenido de Container XChange: https://www.container-xchange.com/blog/lng-iso-tank/#what_is_an_lng_iso_tank
- Convention on Biological Diversity. (8 de Junio de 2021). *Convention on Biological Diversity*. Obtenido de Convention on Biological Diversity: <https://www.cbd.int/business/projects/natcap.shtml>
- Corporativa I. (22 de Abril de 2021). *IBERDROLA*. Obtenido de IBERDROLA: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/electrolizador#:~:text=Los%20electrolizadores%20PEM%20utilizan%20una,en%20el%20lado%20del%20c%C3%A1todo.>

Crosby, Airpes. (17 de Marzo de 2022). *Airpes*. Obtenido de Airpes:
<https://www.airpes.com/es/partes-aerogenerador/#:~:text=El%20rotor%20es%20la%20parte,ventajas%2C%20como%20una%20eficiencia%20%C3%B3ptima>.

CryoSpain. (22 de Marzo de 2021). *CryoSpain*. Obtenido de CryoSpain:
<https://cryospain.com/es/tanques-criogenicos-almacenamiento-gases#:~:text=Un%20tanque%20criog%C3%A9nico%20es%20una,los%20distintos%20gases%20criog%C3%A9nicos%20utilizados>.

CRYOSPAIN. (22 de Marzo de 2021). *CRYOSPAIN*. Obtenido de CRYOSPAIN:
<https://cryospain.com/es/tanques-criogenicos-almacenamiento-gases#:~:text=Un%20tanque%20criog%C3%A9nico%20es%20una,los%20distintos%20gases%20criog%C3%A9nicos%20utilizados>.

DNP. (Diciembre de 2021). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación:
https://assets.ctfassets.net/27p7ivvbl4bs/7myPrzLxNgrIV0ZZ9PLS6/4fcaa686e86371ab12de75c69f382571/2021-12-29_Informe_final_2021.pdf

EAFIT. (s.f.). *Riesgo País*. Obtenido de EAFIT:
<https://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departamento-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2067%20riesgo%20pa%C3%ADs.pdf>

Energía estratégica. (6 de Mayo de 2021). *Energía estratégica*. Obtenido de Energía estratégica:
<https://www.energiaestrategica.com/aes-se-enfoca-en-hidrogeno-verde-y-comparte-informacion-cuanta-energia-genera-la-tecnologia-actual/>

EPEC. (s.f.). *La energía eólica*. Obtenido de epec:
<https://web.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/eolica.pdf>

Eras, J. J. (24 de Octubre de 2021). *Semana*. Obtenido de Semana:
<https://www.semana.com/mejor-colombia/articulo/region-caribe-protagonista-de-la-transicion-energetica-en-colombia/202100/>

Escuela de gobierno y economía . (28 de 02 de 2022). *¿Como funciona el indice de percepción de la corrupción?* Obtenido de Universidad panamericana:

- <https://blog.up.edu.mx/topic/posgrados-de-gobierno-y-economia/como-funciona-el-indice-de-percepcion-de-la-corrupcion>
- Fadem, J. C. (2022). Guía comunitaria para salud ambiental. En J. C. Fadem, *Guía comunitaria para salud ambiental* (pág. 528). Cundinamarca: Hesperian .
- Ferrer, J. (01 de 03 de 2021). *Ya hay cuatro países con casi el 100% de energía renovable*. Obtenido de Verde y azul: <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/ya-hay-cuatro-paises-con-casi-el-100-de-energia-renovable.html>
- FonCT. (2015). *Uso y acceso a las energías renovables en territorios rurales*. Obtenido de IICA: <http://repiica.iica.int/B3661e/B3661e.pdf>
- Foster, S., & Enzilga, D. (s.f.). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- Frers, C. (26 de Octubre de 2011). *Interempresas*. Obtenido de Interempresas: <https://www.interempresas.net/Energia/Articulos/57200-El-hidrogeno-el-combustible-del-futuro.html>
- Función pública. (1984). *Función pública, Gov.co*. Obtenido de Función pública, Gov.co: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66809>
- Función Pública. (2014). *Función Pública, Gov.co*. Obtenido de Función Pública, Gov.co: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Fundación YPF. (2019). *Fundación YPF*. Obtenido de Fundación YPF: https://energiasdemipais.educ.ar/edmp_lecturas/matriz-energetica/
- Galan, C. (17 de Marzo de 2021). *La nueva tecnología de una pyme española para llevar energía eólica a tu casa que triunfa internacionalmente*. Obtenido de Business Insider: <https://www.businessinsider.es/nueva-tecnologia-pyme-espanola-generar-energia-eolica-830537>
- Gasca, M. (25 de Diciembre de 2022). *Review Energy*. Obtenido de Review Energy: <https://www.review-energy.com/hidrogeno/colombia-debe-promover-la-demanda-local-de-hidrogeno-asociacion-h2>
- Giraldo, D. (2017). *EL MARCO NORMATIVO DE LAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA NO GARANTIZA SU PLENO DESARROLLO*. Obtenido de Repositorio U.militar:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16221/DanielFelpeGiraldoOcampo2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gobierno de España . (2021). *Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico*.
Obtenido de Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico:
https://energia.gob.es/es-es/Novidades/Documents/hoja_de_ruta_del_hidrogeno.pdf

Gómez, J., & et al. (2017). *Docplayer*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/79432495-La-energia-solar-fotovoltaica-en-colombia-potenciales-antecedentes-y-perspectivas.html>

Gonzalez, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverte.

HA2LAC. (14 de Octubre de 2022). *Plataforma para el desarrollo del hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe*. Obtenido de Plataforma para el desarrollo del hidrógeno verde en Latinoamérica y el Caribe: <https://h2lac.org/noticias/electrolizadores-la-nueva-milla-tecnologica-a-superar-en-la-carrera-por-el-hidrogeno-verde/>

IBERDROLA . (2021). *IBERDROLA* . Obtenido de IBERDROLA :
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica>

IBERDROLA. (2020). *IBERDROLA*. Obtenido de IBERDROLA :
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>

IBERDROLA. (22 de Abril de 2021). *IBERDROLA*. Obtenido de IBERDROLA:
<https://app.bibguru.com/p/659d2ad4-2330-4e30-97a3-ca24b742a4fa>

IBERDROLA. (2022). *IBERDROLA*. Obtenido de IBERDROLA:
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/electrolizador#:~:text=El%20electrolizador%20es%20un%20aparato,compone%20el%20agua%20usando%20electricidad.>

IBERDROLA. (s.f.). *IBERDROLA*. Obtenido de IBERDROLA:
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/inversiones-bonos-verdes>

IDEAM. (s.f.). *IDEAM*. Obtenido de IDEAM: <http://www.cambioclimatico.gov.co/directorio-del-cambio-climatico#:~:text=El%20Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n,de%20Protecci%C3%B3n%20Financiera%20ante%20Desastres>

IDEAM. (s.f.). *IDEAM*. Obtenido de IDEAM: <http://www.cambioclimatico.gov.co/directorio-del-cambio-climatico#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20Pol%C3%ADtica,por%20efectos%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico.>

- Instituto tecnologico de canarias S.A. (2008). *Energias renovables y eficiencia energetica*.
Obtenido de cienciaCanaria: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>
- IPCC. (2011). *Fuentes de energia renovables y mitigacion del cambio climatico*. Obtenido de IPCC: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf
- IPCC. (2011). *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Abu Dhabi.
- IRENA. (Septiembre de 2019). *Hidrogeno, vector energético de una economía descarbonizada*. España: Fundación Naturgy. Obtenido de Fundación Naturgy: <https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Hydrogen-A-renewable-energy-perspective#:~:text=September%202019&text=Hydrogen%20has%20emerged%20as%20an,unprecedented%20political%20and%20business%20momentum>.
- IRENA. (2022). *IRENA*. Obtenido de IRENA: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2022.pdf?rev=460f190dea15442eba8373d9625341ae
- IRENA. (2022). *IRENA*. Obtenido de IRENA: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>
- ITC. (s.f.). *Export Potential Map*. Obtenido de Intracen: <https://exportpotential.intracen.org/es/resources/faq>
- Made-in-China. (s.f.). *Almacenamiento de energía de clase Mwh 20 pies 1 mwh Contenedor de almacenamiento de energía de batería de litio LiFePO4*. Obtenido de Made-in-China: <https://jingnoo.en.made-in-china.com/product/lmwYIiuWbGVZ/China-Mwh-Class-Energy-Storage-20feet-1mwh-Lithium-LiFePO4-Battery-Energy-Storage-Container.html>
- Martinez, P. (2010). *Google Books*. Obtenido de Google Books: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=fllc3xuVIUYC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Mart%C3%ADnez,+P+2010+Transformaci%C3%B3n+de+la+radiaci%C3%B3n+solar+en+electricidad:+se+denomina+energ%C3%ADa+solar+fotovoltaica.+Esta+transformaci%C3%B3n+se+lleva+a+cabo+en+los>
- Memoria S. (26 de Agosto de 2021). *Señal memoria*. Obtenido de Señal memoria: <https://www.senalmemoria.co/agua-travesia-rios-de-colombia>
- Minenergías. (30 de Septiembre de 2021). *Ministerio de Minas y energía*. Obtenido de Ministerio de Minas y energía:

- https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24302627/Hoja+de+Ruta+H2+Colombia_Borrador.pdf
- Minenergías. (30 de Septiembre de 2021). *Ministerio de minas y energía* . Obtenido de Ministerio de minas y energía : https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Hoja%20Ruta%20Hidrogeno%20Colombia_2810.pdf
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (9 de Agosto de 2021). *Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible*. Obtenido de Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico/colombia-esta-comprometida-con-la-accion-climatica-global-ministro-de-ambiente/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (3 de Junio de 2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/>
- Ministerio de asuntos exteriores, Unión Europea y cooperación. (2021). *Ficha Pais Estados Unidos*. Obtenido de Gobierno de España: https://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/estadosunidos_ficha%20pais.pdf
- Ministerio de Minas y energía . (30 de Septiembre de 2021). *Ministerio de Minas y energía* . Obtenido de Ministerio de Minas y energía : https://www.minenergia.gov.co/static/ruta-hidrogeno/src/document/Hoja%20Ruta%20Hidrogeno%20Colombia_2810.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2022). *GOV.CO*. Obtenido de GOV.CO: <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/fuentes-no-convencionales-de-energ%C3%ADa-renovable-fnccer/#:~:text=Se%20consideran%20FNCCER%20la%20biomasa,verde%20y%20el%20hidrogeno%20azul>.
- Ministerio de minas y energía, BID, UK Government . (2021). *Ministerio de Minas y energía* . Obtenido de Ministerio de Minas y energía : <https://www.minenergia.gov.co/es/micrositios/enlace-ruta-hidrogeno/>
- Molina, M. (24 de Noviembre de 2016). *DISEÑO DE UN AEROGENERADOR QUE PERMITA GENERAR ENERGIA ELECTRICA EN EL COLEGIO OFELIA URIBE DE ACOSTA*. Obtenido de Repositorio U. Católica:

- <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14482/1/PROY.%20GRADO%20-%20ENERGIA%20EOLICA.pdf>
- Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). *Energía eólica*. Obtenido de Sistemamid: <https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/534/541/2962.pdf>
- Morales, D. (29 de Agosto de 2022). *Portafolio*. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/en-la-guajira-se-produciria-el-hidrogeno-verde-mas-barato-570261>
- Morante et al, J. R. (2020). *Naturgy*. Obtenido de Naturgy: https://www.naturgy.com/files/LIBRO_HIDROGENO_Fundaci%C3%B3n_Naturgy.pdf
- Naciones Unidas. (Octubre de 2015). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2015/10/COP21-FAQ-ES.pdf
- Naciones Unidas. (7 de Enero de 2015). *Naciones Unidas, ODS*. Obtenido de Naciones Unidas, ODS: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas. (22 de Agosto de 2018). *Naicones Unidas*. Obtenido de Naicones Unidas: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Naciones Unidas. (2022). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Spanish.pdf
- Naciones Unidas. (s.f.). *Energías renovables: energías para un futuro más seguro*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20crean%20nuevos%20puestos%20de%20trabajo&text=Esto%20significa%20que%20podr%C3%ADan%20crearse,emisiones%20para%20el%20a%C3%B1o%202030.>
- NH3 . (Septiembre de 2022). *Holman Fenwick Willian*. Obtenido de Holman Fenwick Willian: <https://www.hfw.com/NH3-News-Is-ammonia-the-future-of-long-distance-hydrogen-transport>

- OCDE. (2021). *El Producto Interno Bruto o Producto Interior Bruto (PIB)*. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo Economicos: <https://www.oecd.org/espanol/estadisticas/pib-espanol.htm>
- OECD. (2020). *Electricidad*. Obtenido de Observatorio de Complejidad Economica : <https://oec.world/es/profile/hs/electricity?latestTrendsFlowSelector=flow1&latestTrendsYAxisSelector=linear&latestTrendsViewSelector=latestTrendsViewOption1>
- OEHHA. (s.f.). *OEHHA*. Obtenido de OEHHA: <https://oehha.ca.gov/calenviroscreen/indicator/pm25#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20PM%202.5%3F,grosor%20de%20un%20cabello%20humano.>
- Orbegozo, C., & Arivilca, R. (2010). *Energía solar fotovoltaica*.
- Pacto mundial. (11 de Octubre de 2021). *Pacto mundial*. Obtenido de Pacto mundial: <https://www.pactomundial.org/ods/7-energia-asequible-y-no-contaminante/#:~:text=A%20largo%20plazo%2C%20el%20ODS,de%20gases%20de%20efecto%20invernadero.>
- Perdomo, D., Jaimes, M., & Almeida, J. (18 de Septiembre de 2014). *La energía eólica como energía alternativa para el futuro de Colombia*. Obtenido de Unilibre: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/2437/1878>
- Pérez, L. (10 de Febrero de 2022). *SynerHy*. Obtenido de SynerHy: <https://synerhy.com/2022/02/metodos-de-almacenamiento-del-hidrogeno/>
- Planas, M. (18 de Abril de 2023). *IADB*. Obtenido de IADB: <https://blogs.iadb.org/energia/en/colombia-takes-position-in-the-green-hydrogen-industry-in-latin-america/>
- Prias, O. (18 de Mayo de 2018). *Energías renovables, una alternativa para la innovación ambiental*. Obtenido de CAR: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b08443fb7cbe.pdf>
- Química.es. (s.f.). *Química.es*. Obtenido de Química.es: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Electroqu%C3%ADmica.html#:~:text=Los%20procesos%20electroqu%C3%ADmicos%20son%20reacciones,se%20le%20conoce%20como%20electr%C3%B3lisis.>
- RAE. (s.f.). *Relaciones diplomáticas*. Obtenido de Diccionario panhispánico del español jurídico: <https://dpej.rae.es/lema/relaciones-diplomáticas>

REPSOL. (26 de Octubre de 2022). *REPSOL*. Obtenido de REPSOL:
<https://www.repsol.com/es/conocenos/que-hacemos/desarrollo-energias-renovables/energia-eolica/index.cshtml#:~:text=Energ%C3%ADa%20e%C3%B3lica%20marina%20u%20of%20fshore&text=La%20%C3%BAnica%20diferencia%20es%20que,paso%20y%20es%20m%C3%A1s%20regular>.

Revista RD energia. (2021). Tendencias de desarrollo en tecnología de turbinas eolicas y el futuro de la energia eolica. *RD energia*.

RISE. (s.f.). *Indicadores regulatorios para la energia sostenible*. Obtenido de RISE:
<https://rise.esmap.org/>

Roca, J. (20 de Julio de 2020). *El periódico de la energía*. Obtenido de El periódico de la energía:
<https://elperiodicodelaenergia.com/el-hidrogeno-verde-tendra-un-costo-competitivo-para-2030/>

Roca, J. (20 de Julio de 2020). *El periódico de la energía*. Obtenido de El periódico de la energía:
<https://elperiodicodelaenergia.com/el-hidrogeno-verde-tendra-un-costo-competitivo-para-2030/>

Roca, J. (12 de 09 de 2022). *Las renovables alcanzan el 24% del mix eléctrico en EEUU durante el primer semestre de 2022*. Obtenido de El periódico de la energía:
<https://elperiodicodelaenergia.com/las-renovables-alcanzan-el-24-del-mix-electrico-en-eeuu-durante-el-primer-semestre-de-2022/>

Rodriguez, H. (1 de Noviembre de 2008). *ResearchGate* . Obtenido de ResearchGate :
https://www.researchgate.net/publication/242612665_Desarrollo_de_la_energia_solar_en_Colombia_y_sus_perspectivas/citation/download

Sanchez, J. (s.f.). *PIB PER CAPITA*. Obtenido de Economipedia:
<https://economipedia.com/definiciones/renta-pib-per-capita.html>

Schallenberg, J., & al., e. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Santa Cruz de Tenerife: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

Torres, A. (28 de 11 de 2016). *Coeficiente de Gini*. Obtenido de BBVA:
<https://www.bbva.com/es/coeficiente-gini-detector-la-desigualdad-salarial/>

UPME. (2010). *UPME*. Obtenido de UPME:
<https://www1.upme.gov.co/demandaenergetica/marconormatividad/919.pdf>

- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Bogota.
- UPME. (s.f.). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Obtenido de Unidad de planeación minero energética.gov: https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf
- Vilela, A. (15 de Septiembre de 2022). *H2 Business News*. Obtenido de H2 Business News: <https://h2businessnews.com/chile-y-colombia-entre-los-cinco-paises-del-mundo-que-produciran-el-hidrogeno-verde-mas-barato-a-largo-plazo-segun-irena/>
- Villasur, S. (24 de enero de 2023). *¿Como de importantes son las baterías para la energía eólica?* Obtenido de Energía roams: <https://energia.roams.es/energia-renovable/energia-eolica/baterias/>
- Vivanco, E. (Agosto de 2020). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf
- Vivanco, E. (Agosto de 2020). *Energías renovables y no renovables*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf
- Wessington Cryogenics. (s.f.). *Wessington Cryogenics*. Obtenido de Wessington Cryogenics: <https://wessingtoncryogenics.com/products/liquefied-natural-gas-containers/iso-vac-40-lng/>
- Westreicher, G. (01 de 06 de 2020). *Población*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/poblacion.html>
- World Economic Forum. (15 de Febrero de 2022). *World Economic Forum*. Obtenido de World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2022/02/ranked-10-countries-energy-transition-investment/>
- World Energy Trade . (22 de Agosto de 2022). *World Energy Trade* . Obtenido de World Energy Trade : <https://www.worldenergytrade.com/energias-alternativas/general/china-capacidad-mundial-de-energia-renovable>

Zabaloy, M. F. (Agosto de 2021). *Researchgate* . Obtenido de Researchgate :
https://www.researchgate.net/profile/Maria-Zabaloy-3/publication/355049465_Hidrogeno_verde_en_Argentina_desarrollo_actual_y_perspectivas_a_futuro/links/615b75a49911cb6c9dd95cea/Hidrogeno-verde-en-Argentina-desarrollo-actual-y-perspectivas-a-futuro.pdf