

Revisión de Índices para la Monitorización del Concepto de Seguridad Energética de un
País

Jesús Andrés Llanes León

Freddy Alejandro Naranjo Ortiz

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Electricista

Director

Iván David Serna Suárez

Doctor en Ingeniería Eléctrica

Codirector

Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Doctor en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mi Dios, a mi madre y tías quiénes hicieron posible este sueño de estudiar en la Universidad que tanto anhelé desde pequeño. Especialmente a mis tías y abuela quiénes desde el cielo celebrarán este triunfo que no pude permitirles disfrutar en vida.

A mi padrino quién me animó y aconsejó justo en los momentos más difíciles de mi vida. Quién con su cariño y apoyo incondicional me permitió terminar la universidad.

A mi primo Diego, quien se convirtió en mi hermano protector desde que nació.

A Serena quién a pesar de la distancia, siempre me demostró su cariño incondicional y entendí que no existe nacionalidad ni barreras cuando se quiere de verdad.

A Camila, a quien debo gran parte de mi esfuerzo. Sin ti todo este proceso hubiese sido más duro. Contigo la vida siempre ha sido más bonita.

A Nelson Andrés, el hermano que la vida me premió, quién me demostró que una amistad es verdadera y quién nunca me abandonó cuando más lo necesité. Este triunfo también es nuestro.

A Paula quién vio en mi un ejemplo a seguir y me animó a volar. ¡Te quiero!

A Brigitte, la chica de la cámara que tanto quiero y admiro. A mi jefe de “ayudantías” como jocosamente decíamos. Te dedico gran parte de mi triunfo. Eres parte de mi vida.

A Edwin y a Deyci, quienes me hicieron sentir parte de una bonita familia.

A Juan Alberto, Mario y Blanquita, sin duda me siento orgulloso de tenerlos en mi vida.

A Santiago mi amigo incondicional desde el colegio.

A mis amigos de la empresa, Accedo; especialmente a Jesús.

¡Esto es por ustedes y para ustedes!

Jesús Andrés Llanes León

Dedicatoria

A Dios por el ser arquitecto de mi vida, mi compañía y mi refugio.

A mi madre y padre cuyo aliento y apoyo fueron los constructores de este logro.

A mi madre la cual el sol nunca doblegó, ni la subida más inclinada la detuvo para
garantizar mi bienestar.

A mi padre que cruzó el país de extremo a extremo para que yo tuviese un lugar para
dormir y creyó en mi en mis más duros momentos.

A mis abuelos y segundos padres que con amor y temple me formaron humildad.

A mis hermanas, Daniela y Lorena por su cariño y compañía en este largo proceso.

A mis tíos por su confianza y ayuda.

A Laura Valeria cuyo amor, apoyo y amistad me enseñaron a ser mejor ser humano.

Freddy Alejandro Naranjo Ortiz

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a Dios y a mi familia, especialmente a mis cuatro guerreras e incondicionales mujeres quiénes me enseñaron que los sueños si se pueden hacer realidad. En segunda instancia, me gustaría agradecer a mis amigos: Serena, Camila, Nelson y Paula; sin ustedes todo este proceso hubiese sido bastante complicado. No necesito lujos si los tengo a ustedes en mi vida.

Un agradecimiento especial a Doña Betty y a mi cuartel de amigos Iván, Jorge, Freddy, y Alejandro. Aunque a veces me cueste demasiado expresar mi cariño, no pude encontrar mejor manera que dedicarles este triunfo. Gracias por esas tardes de ocio y alegría.

A Freddy, mi compañero de proyecto y amigo, gracias por tus consejos y lealtad. Gracias por creer en mí. Este proyecto hoy es una realidad, es nuestro. A mi profesor de Control José Carreño quién me inspiró y demostró que nada en la vida es imposible, y que todo con esfuerzo se puede lograr. A Genny, mi compañera de carrera, quién siempre creyó en mi durante todo este proceso. Tú sabes que me hubiese gustado graduarme contigo y que siempre tendrás mi apoyo. Este triunfo también es para ti.

Finalmente, extendiendo un cordial agradecimiento a la E3T, a sus docentes; especialmente a mi director de proyecto, el profesor Iván Serna, quién con sus críticas, observaciones y personalidad permitió que el desarrollo del proyecto fuese bastante divertido y fructífero. Gracias Iván por la confianza brindada desde el primer momento en que tuvimos la charla sobre el proyecto, gracias por creer en nosotros. Este triunfo también es nuestro.

¡Gracias Universidad Industrial de Santander!

Jesús Andrés Llanes León

Agradecimientos

Al culminar esta etapa formativa de mi vida, quiero agradecer a las siguientes personas que de una u otra forma aportaron a mi crecimiento como persona.

Inicialmente a Dios por brindarme la capacidad y la vida para hacer esto posible.

A mis padres gracias infinitas por su apoyo incondicional.

A mis abuelos Clodomiro, Arminda y Elvira por su cariño y consejos.

A la señora Beatriz que con su gran corazón me brindó mucho más que su hospitalidad.

A Carolina Muñoz por haber sido y ser mi compañera poeta.

A Alejandro Villar, Sebastián Rodríguez, Danna, Jesús, Diana, David y Armando que con su amistad hicieron más ameno este camino.

A Jesús, mi compañero de tesis, que con empeño y compromiso fue fundamental en este proyecto.

A mi tía Arminda, por su solidaridad y su granito de arena en mi vida.

A mis padrinos Milciades, Pina y Adonai.

A Nicole por escucharme y brindarme aquellos abrazos.

A Aída, Marcela, Sandra, Amanda y Angela, profesoras que con pasión por la educación y talento humano creyeron en mí.

Al profesor Iván Serna por su confianza y compromiso con este proyecto.

¡Gracias Universidad Industrial de Santander!

Freddy Alejandro Naranjo Ortiz

CONTENIDO

Introducción	17
1. Objetivos... ..	19
1.1.1. Objetivo General	19
1.1.2. Objetivos Específicos	19
2. Marco teórico	20
2.1. Dimensiones de la Seguridad Energética	21
2.1.1. Indicadores de gobernanza mundial.	22
2.1.2. Trilema Energético.	23
2.1.3. Evaluación y sostenibilidad.	24
2.1.4. Subsistemas energéticos de un país.	25
2.1.5. Limitaciones.	26
3. Conceptualización de la seguridad energética	27
3.1. Noción clásica	27
3.2. Concepto formulado por la OTAN.	27
3.3. Concepto Centro de Investigación en Energía de Asia - 4 AS.	28
3.4. Noción actual.	28
3.5. Análisis y correlación conceptual – UPME	29
3.6. Concepto de Seguridad Energética a Nivel Internacional.	30
3.6.1. Análisis de los conceptos internacionales.	33

3.7. Asimilación conceptual de Seguridad Energética en Colombia	35
4. Caracterización de la matriz energética de Colombia	37
4.1. Generación Hidroeléctrica.....	40
4.1.1. Generación hidroeléctrica en el mundo y Colombia UPME – 2014.....	41
4.2. Generación Térmica	43
4.2.1. Generación térmica a gas.	46
4.2.2. Generación térmica según derivados del petróleo.....	47
4.3. Generación Fotovoltaica	49
4.4. Generación Eólica	52
4.4.1. Turbina eólica.....	53
4.5. Cogeneración.....	55
5. Índices de seguridad energética de un país	57
5.1. Índices Ambientales	60
5.1.1. Índices de sostenibilidad energética.	61
5.1.2. Índices de Transición energética.	64
5.2. Índices Corporativos	69
5.2.1. Entidades ambientales.	69
5.2.2. Entidades energéticas.	71
5.2.3. Entidades financieras.....	72
5.2.4. Entidades gubernamentales.	73
5.2.5. Organizaciones propuestas.....	75

5.3. Índices Económicos.....	76
5.3.1. Intensidad energética PIB y uso de energía per cápita.....	77
5.3.2. Relación existente entre reserva y producción.....	81
5.3.3. Intensidad energética en sistemas de energía.....	87
5.3.4. Intensidad energética presente en sistemas comerciales.....	89
5.3.5. Intensidad energética presente en zonas residenciales.....	91
5.3.6. Intensidad energética presente en sistemas de transporte.....	92
5.3.7. Integración de energías renovables y fuentes sin carbono.....	96
5.3.8. Dependencia de importación energética.....	97
5.3.9. Dimensionamiento económico.....	100
5.3.10. Índices de Consumo Energético.....	101
5.3.11. Índices tributarios.....	102
5.4. Índices Geopolíticos.....	104
5.4.1. Contexto del país.....	105
5.4.2. Índices de Vulnerabilidad Energética.....	107
5.5. Índices Socioculturales.....	110
5.5.1. Porcentaje de la población sin acceso al suministro eléctrico.....	111
5.5.2. Porcentaje de gastos e ingresos en combustible y electricidad.....	114
5.5.3. Propuesta de cultura energética.....	116
5.5.4. Comparación a nivel internacional.....	128
5.6. Índices Tecnológicos.....	143
5.6.1. Internet de las cosas y la inteligencia artificial.....	143

5.6.2. Seguridad Informática	144
5.6.3. Ataques cibernéticos.	145
5.6.4. Índices regulatorios.	146
5.6.5. Obsolescencia.....	147
6. Conclusiones	153
Referencias bibliográficas	155
Apéndices	166

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Concepto de seguridad energética según entes internacionales	30
Tabla 2. Capacidad instalada por región en Colombia.....	39
Tabla 3. Consumo de combustibles SIN	44
Tabla 4. Características de plantas térmicas operadas a carbón.....	45
Tabla 5. Características de operación en plantas térmicas a gas natural.....	46
Tabla 6. Características de operación en plantas térmicas según derivados de petróleo ...	48
Tabla 7. Uso de energía eólica según la velocidad del viento.....	52
Tabla 8. Distribución del potencial eólico en Colombia.....	55
Tabla 9. Centrales de operación en Colombia.....	55
Tabla 10. Clasificación de índices de revisión en materia de seguridad energética	58
Tabla 11. Índices de sostenibilidad energética.....	61
Tabla 12. Clasificación de indicadores de transición energética ambiental.....	66
Tabla 13. Propuesta de organismos de seguridad energética	75
Tabla 14. Datos para hallar la relación entre reserva y producción de petróleo	82
Tabla 15. Datos para hallar la relación entre reserva y producción de gas	84
Tabla 16. Datos para hallar la relación entre reserva y producción de carbón.....	86
Tabla 17. Listado de leyes y decretos que regulan la ciberseguridad en Colombia.....	146
Tabla 18. La obsolescencia tecnológica y sus afecciones en Colombia	147

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño del trilema energético	24
Figura 2. Matriz energética de Colombia.....	38
Figura 3. Central hidroeléctrica.....	40
Figura 4. Capacidad instalada en hidroeléctricas mundial para el año 2014	42
Figura 5. Procesos operativos de una central termoeléctrica	43
Figura 6. Generación FV ON y OFF Grid	50
Figura 7. Disminución costos de producción de energía FV	51
Figura 8. Parques eólicos	53
Figura 9. Puntaje de Colombia según el trilema energético para el año 2020	62
Figura 10. Mejor desempeño global en sostenibilidad ambiental 2010.....	63
Figura 11. Desempeño histórico del trilema energético de Colombia	64
Figura 12. Indicadores de transición energética.....	65
Figura 13. Uso de energía per cápita.....	77
Figura 14. Intensidad energética del PIB	78
Figura 15. Producción de energía primaria	78
Figura 16. Consumo de energía primaria	79
Figura 17. Consumo de electricidad per cápita	80
Figura 18. PIB per cápita.....	80
Figura 19. Relación reservas/producción	81
Figura 20. Reservas de petróleo	81
Figura 21. Producción anual de petróleo.....	82
Figura 22. Reservas de gas natural.....	83

Figura 23. Producción de gas natural	84
Figura 24. Reservas de carbón	85
Figura 25. Producción de carbón.....	86
Figura 26. Consumo final del sector industrial	87
Figura 27. Consumo final del sector comercial.....	89
Figura 28. PIB según sector en Colombia.....	90
Figura 29. Consumo final del sector residencial	91
Figura 30. Emisiones de CO2 generadas a partir del transporte	93
Figura 31. Consumo de energía en el transporte	94
Figura 32. Consumo de energía en el transporte carretero 2015.....	95
Figura 33. Distribución por consumo de combustible categoría vehicular.....	95
Figura 34. Porcentaje de energía no basada en carbono	96
Figura 35. Generación y consumo final de electricidad.....	97
Figura 36. Importación y exportación de energía en Colombia	98
Figura 37. Autarquía energética	99
Figura 38. Autarquía energética 1990-2010.....	99
Figura 39. Indicadores primarios y secundarios de dimensionamiento económico.....	100
Figura 40. Indicadores tributarios de Colombia.....	103
Figura 41. Criterios del contexto de un país.....	105
Figura 42. Principios de Equidad Energética	108
Figura 43. Porcentaje de población sin acceso a energía eléctrica.....	111
Figura 44. Población sin acceso a electricidad.....	112
Figura 45. Población total de Colombia.....	112

Figura 46. Comparación de la cobertura del suministro eléctrico para el 2030.....	113
Figura 47. Ingresos destinados a pagos de combustible y electricidad.....	114
Figura 48. Gasto energético en los hogares.....	115
Figura 49. Propuesta educativa “Juntos por el futuro energético del país”.....	116
Figura 50. ABC energético.....	121
Figura 51. Plantando por una vida	121
Figura 52. Pasa la palabra	122
Figura 53. Energizando el mundo del cine.....	123
Figura 54. Juntos contra el cambio climático.....	123
Figura 55. Entendiendo la energía con William.....	124
Figura 56. Colores del reciclaje.....	126
Figura 57. Encuesta sobre cultura energética en Colombia	131
Figura 58. Encuesta sobre cultura energética en Estados Unidos de América	134
Figura 59. Encuesta sobre cultura energética en China	137
Figura 60. Encuesta sobre cultura energética en Alemania	140
Figura 61. Modus operandi de los ataques cibernéticos.....	145

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Contexto actual de costos combustibles fósiles y renovables.....	166
Apéndice B. Potencial energético de residuos agrícolas.....	168
Apéndice C. Potencial energético de residuos pecuarios.....	169
Apéndice D. Potencial energético de otros residuos.....	169
Apéndice E. Indicadores tributarios 2021 en Colombia.....	170
Apéndice F. Índice mundial del trilema energético 2020.....	171
Apéndice G. Índice mundial del trilema energético 2019.....	173

Resumen

Título: Revisión de índices para la monitorización del concepto de seguridad energética de un país*

Autores: Freddy Alejandro Naranjo Ortiz, Jesús Andrés Llanes León**

Palabras Clave: Índices de seguridad energética, fenómeno del Niño, canasta energética.

Descripción: La energía como principal impulsor de la economía mundial se rige mediante estándares de Seguridad Energética que carecen de una apropiación de índices y estrategias en cuanto a su rol en el mercado global de energía; razón por la cual este proyecto de grado pretende establecer los parámetros de Seguridad Energética que debe poseer un país ante una eventual crisis energética debido a los riesgos geopolíticos y garantizar un suministro estable de los recursos fortaleciendo la resiliencia, eficiencia y producción local que permita consolidar el mercado de energía de un país. Por estas razones se hace necesario la revisión de los índices existentes en el marco energético colombiano y a nivel mundial, así como también estudiar como se rige la actual matriz energética de Colombia en cuanto a los principales combustibles como lo son el gas natural, el petróleo y el carbón y posteriormente revisar también como ha sido el avance que ha tenido Colombia en materia de seguridad energética, mediante fuentes existentes de información como lo es la UPME, y analizar qué tan vulnerable es y que tan resiliente ha sido el país en los últimos años para identificar las áreas de oportunidad e implementar nuevas estrategias que fortalezcan el sistema energético del país.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: Iván David Serna Suárez.

Abstract

Title: Index review for monitoring a country's energy security concept*

Authors: Freddy Alejandro Naranjo Ortiz, Jesús Andrés Llanes León**

Key Words: Energy security indices, El Niño phenomenon, energy basket.

Description: Energy as the main driver of the world economy is governed by standards of Energy Security that lack an appropriation of indexes and strategies regarding its role in the global energy market; which is why this bachelor's thesis aims to establish the parameters of Energy Security that a country should have in the event of an energy crisis due to geopolitical risks and to ensure a stable supply of resources by strengthening the resilience, efficiency and local production to consolidate the energy market of a country. For these reasons, it is necessary to review the existing indices in the Colombian energy framework and worldwide, as well as to study how the current energy matrix of Colombia is governed in terms of the main fuels such as natural gas, oil and coal and subsequently review also how Colombia has progressed in terms of energy security, through existing sources of information such as the UPME, and analyze how vulnerable it is and how resilient the country has been in recent years to identify areas of opportunity and implement new strategies to strengthen the country's energy system.

* Bachelor's thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering.
Advisor: Iván David Serna Suárez.

Introducción

La transición energética de recursos renovables como apuesta mundial al cambio climático es un tema de preocupación constante en Colombia, ya que el país cuenta con los suficientes recursos para abastecerse ante una eventual crisis energética, sin embargo, no se está destinando la adecuada distribución de dichos recursos. En la actualidad, las condiciones energéticas del país lo califican dentro de los países con una mayor seguridad energética y sostenibilidad a largo plazo en el mundo, según el Consejo Mundial de Energía (WEC & Wyman, 2020). La necesidad de establecer una serie de parámetros que monitoreen la destinación y aprovechamiento de los recursos es indispensable para el desarrollo energético del país, principalmente porque Colombia posee dos de las fuentes de energía más influyentes del mundo: el petróleo y el gas natural.

No obstante, el uso desmesurado y poco regulado de estas dos fuentes energéticas han plasmado una gran mancha contaminante en el planeta, razón por la cual la apuesta en eficiencia energética se prevé en la implementación de las energías sostenibles, como lo son la eólica, biomasa, eléctrica y fotovoltaica, de las cuales el sector eléctrico, es considerado como el sector clave en la transformación energética de Colombia.

Ahora bien, para poder llevar a cabo este propósito se debe comenzar por entender el concepto de seguridad energética, el cual no es más que la idea del esfuerzo diplomático ante la vulnerabilidad de los sistemas energéticos vitales de un país y la capacidad de respuesta, y recuperación ante una eventual ruptura en el sistema. Dentro de este concepto, se estudia que tan robusto es el sistema, quién controla el mercado energético, cuan óptimo y competitivo es el despacho de energía, sin agredir las medidas establecidas en la mitigación de emisiones de gases

de efecto invernadero y otros agentes contaminantes consagrados en el Acuerdo de París firmado por 195 países en noviembre del año 2016.

Para que en Colombia se disponga de un mercado energético sólido y competente, es necesario tener un panorama claro de la proyección del país en cuanto a seguridad energética y reestructurar este modelo para que respete su soberanía frente al mercado energético mundial. Esto se puede lograr mediante la caracterización de parámetros para la monitorización de la seguridad energética del país. Dichos parámetros deben trabajar en conjunto con el Marco Institucional Colombiano, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas (IPSE), el Ministerio de Minas y Energía (MinMinas), y la Comisión de Energía y Regulación de Gas (CREG), cuya misión es la monitorización de las inversiones, rentabilidades, normatividades y minimización de la dependencia de importación de recursos a otros países, que finalmente permitirán el desarrollo de una economía sostenible y una transformación energética que consolide el uso eficiente de los recursos para mejorar la calidad de suministros energéticos del país.

1. Objetivos

Los objetivos propuestos para el trabajo de investigación se presentan a continuación.

1.1.1. Objetivo General

- Caracterizar parámetros para la monitorización del concepto de seguridad energética de un país.

1.1.2. Objetivos Específicos

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de investigación comprende:

- Caracterizar la actual matriz energética de Colombia según información disponible al público por la Unidad de Planeación Minero Energética.
- Identificar mediante un estado del arte los índices utilizados para monitorizar la seguridad energética de un país.
- Proponer una aplicación de índices utilizados para monitorizar la seguridad energética del país en cuanto a la disponibilidad de información existente.

2. Marco teórico

La seguridad energética abarca un espacio importante en la soberanía nacional de un país, siendo en la actualidad el petróleo la base clave para mantener un equilibrio económico, social, cultural y político del mismo. El concepto de seguridad energética introduce una serie de requisitos que debe cumplir un país, como lo son la capacidad que se tenga para abastecer la demanda energética doméstica, la capacidad de respuesta frente a una emergencia y la forma como participe, y controle el mercado energético internacional. La pregunta de cómo asegurar la energía sin depender netamente del petróleo es crítica, especialmente para los países importadores. Es claro que la energía es el principal impulsor de la economía mundial y es fundamental comprender el funcionamiento del mercado global de energía para el mayor aprovechamiento de ofertas tanto en su exportación como importación y cambiar la dependencia del crudo, reemplazando este por energías renovables.

Uno de los principales detonantes que pone en riesgo la seguridad energética, es la variación en los precios del petróleo que llevan consigo constantes interrupciones en el suministro del combustible para suplir las necesidades energéticas, es por esta razón que la geopolítica juega un papel crucial en la seguridad energética de un país, ya que permite determinar los riesgos que se pueden presentar; uno de estos riesgos consiste en la dependencia mayoritaria de importaciones en países cuyos recursos energéticos son limitados, cómo lo es Europa. En el caso de Latinoamérica y Colombia la percepción es totalmente diferente, ya que disponen de grandes recursos minerales. Según (Cervan Prado, 2016), la noción de "seguridad energética" se debe ajustar a las necesidades nacionales y de ser posible a la realidad Latinoamericana, ya que esto permite la creación de un instrumento que planifique las políticas energéticas que contribuyan al país a determinado plazo.

Sin embargo, a pesar de tener una gran cantidad de riquezas energéticas y puntos estratégicos, Colombia debe reducir la cantidad de energía importada y promover la autosuficiencia para impulsar la seguridad energética, de la cual todo se fundamenta en este último concepto, sobre cómo protegerla y utilizarla de la manera más eficaz y eficiente para satisfacer necesidades económicas y sociales internas.

2.1. Dimensiones de la Seguridad Energética

En la actual coyuntura, la misión de la seguridad energética consiste en desarrollar estrategias compactas y útiles que permitan un sistema energético sostenible que aprende de los logros y deficiencias obtenidas en países cuyos índices y políticas de seguridad son aplicados. Estos indicadores deben *per se* evaluar la diversidad de las fuentes de energía primaria (carbón, petróleo, gas, nuclear, hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras formas de energía renovable) teniendo en cuenta los orígenes de dichas fuentes de energía (Gao, y otros, 2017).

Dentro del marco regulatorio también se pueden determinar índices de seguridad energética mediante estudios de la demanda global, tendencias mundiales, crisis energéticas, cambios climáticos y factores endémicos como los vividos durante la pandemia del Covid-19, la cual afectó la economía energética en todos los países del mundo. Estos factores permiten estudiar dimensiones de seguridad energética mediante métodos cuantitativos y cualitativos de los cuales se presentan siete (7) postulados:

1. Disponibilidad de energía: Caracterizada por factores geopolíticos.
2. Infraestructura: Las instalaciones abarcan la transformación, distribución y transmisión de energía.
3. Precios del paquete energético.
4. Efecto social: Relación entre la influencia de la sociedad y la energía.

5. Salubridad y sanidad.
6. Gobierno: Mediante el cual se establecen los roles en la formulación de políticas, diplomacia y procesos regulatorios.
7. Asequibilidad, aceptabilidad ambiental y eficiencia.

2.1.1. Indicadores de gobernanza mundial.

En virtud de la unión energética se puede consolidar un mercado interno para mejorar la eficiencia, investigación e innovación relacionada con energía; entre estas las renovables como futuro de la seguridad energética, mediante la determinación de los riesgos que pueden afectar directa e indirectamente la seguridad energética de un país, los cuales son medidos gracias a la implementación de los indicadores de gobernanza mundial¹ presentados a continuación:

1. Control de corrupción.
2. Efectividad del gobierno.
3. Estabilidad política.
4. Ausencia de violencia/terrorismo.
5. Calidad regulatoria.
6. Estado de derecho y voz.

Para poder tener un mejor entendimiento de las regulaciones en seguridad energética, se debe comenzar por echar un vistazo al panorama mundial y comparar las estrategias que está implementando Colombia con respecto a países en los cuales la soberanía energética es compacta y robusta.

¹ Indicadores de gobernanza mundial. <http://info.worldbank.org/governance/wgi/#doc-methodology>.

Es por esto que (Lefèvre, 2009) propone índices de seguridad energética caracterizados según los precios de energía e índices de disponibilidad física en los combustibles fósiles aplicados a Francia y Reino Unido desde 2004 hasta 2030, los cuáles permiten evaluar la utilidad de la seguridad energética de un país:

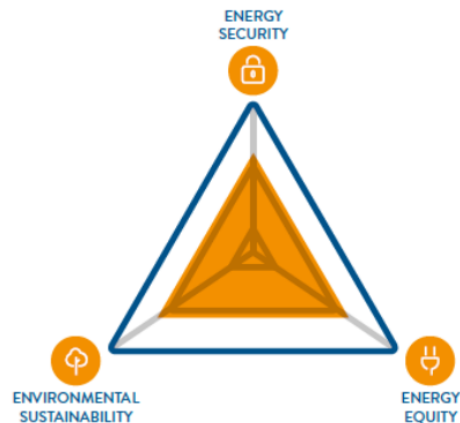
1. Metodología cualitativa basada en entrevistas, políticas, estadísticas nacionales, encuestas, actitudes proambientales y pro culturales.
2. Indicadores tridimensionales (Sociales, ambientales y económicos).
3. Sostenibilidad del sistema energético basado en escenarios de gas natural y energía nuclear.
4. Costo de energía, confiabilidad y sostenibilidad.
5. Análisis de sensibilidad contra parámetros en el mercado energético.

2.1.2. Trilema Energético.

Debido al cambio climático causado a nivel mundial por las industrias generadoras de energía y combustibles, las alarmas se encendieron en busca de un modelo que vigilara la generación de energía en el futuro mediante la aplicación de parámetros que mitiguen el impacto ambiental ocasionado. Por esta razón, surgió lo que se conoce mundialmente en el sector energético como el "Trilema Energético", el cual fue puesto en marcha por el Consejo Mundial de Energía (mejor conocido como WEC de sus siglas en inglés), el cual tiene como función la sostenibilidad energética del planeta basado en tres dimensiones características: seguridad energética, equidad energética y sostenibilidad ambiental (WEC & Wyman, 2020).

Figura 1

Diseño del Trilema energético



Nota. Tomado de WEC. (2019).

2.1.3. Evaluación y sostenibilidad.

Según (Narula & Sudhakara, 2015), la evaluación de la seguridad energética y la sostenibilidad se divide en dos caminos:

- -Enfoque reduccionista (considera los componentes vulnerables).
- -Enfoque sistémico (sistema dinámico complejo).

Dicha evaluación se realiza gracias a la ayuda de indicadores (*cuantitativos o cualitativos*) los cuales pueden proveer relaciones clave entre el uso de energía y la actividad económica. Estos indicadores pueden ser compuestos, es decir, utilizan una combinación de pesos (*coeficientes de importancia*) y puntuaciones. Los indicadores se seleccionan adecuadamente para resaltar problemas, identificar barreras y proporcionar información sobre la dinámica del sistema energético de un país. Estos no pueden ser definitivos, ya que deben evolucionar con el tiempo dependiendo de las especificaciones, condiciones, prioridades y capacidades de cada país. Algunos

indicadores que se encuentran son: *índice de Seguridad Energética (SE)*, *índice de desarrollo energético*, *índice de sostenibilidad energética*, *el AESPI (indicador agregado de rendimiento de seguridad energética)*, entre otros.

La revisión integral de todo el sistema energético puede ayudar en la evaluación del impacto de una política en todo el sistema. Asimismo, los índices tanto individuales como colectivos, pueden contribuir en la identificación del progreso de un país al cumplir los objetivos de seguridad y sostenibilidad energética. El marco de evaluación tiene la ventaja de ser modular, sistémico y flexible que cubre todo el sistema energético. Estos capturan la percepción de muchas partes interesadas.

2.1.4. Subsistemas energéticos de un país.

El sistema de energía de un país se divide en tres diferentes subsistemas: *Proveedor de energía*, *conversión y distribución*, y *demanda de energía*.

El primero se constituye por la extracción doméstica de energía primaria (*carbón, gas natural, petróleo, biomasa, nuclear, eólica, solar e hidráulica*) e importaciones de esta. Seguido de la energía primaria que se transforma en secundaria, que transporta (*carbón, gas, productos derivados del petróleo, biomasa y electricidad*) y distribuye supliendo la demanda (*donde se emplean dispositivos para su suministro, que contribuye directamente al control de emisiones y al uso eficiente de la energía*). En este último, se realiza la evaluación para cinco sectores: *residencial, industrial, comercial, agrícola y de transporte*.

2.1.5. Limitaciones.

Algunas limitaciones que se encuentran con estos indicadores son: el proceso de selección de los datos que pueden ser subjetivos, en caso de un déficit definitivo de indicadores. Por otro lado, existe una limitante que es el alcance, ya que no es adecuado para emprender una comparación, por lo que puede conllevar a resultados independientes en cada país (Narula & Sudhakara, 2015).

3. Conceptualización de la seguridad energética

Para establecer las características que conforman el concepto de seguridad energética de Colombia, la UPME realiza una correlación entre conceptos para formular una definición sólida que acoge los factores más decisivos que interactúan con ella, así establece que:

“Aunque los sistemas de energía sufran variaciones en su estructura a medida que se analizan en diferentes sectores y países, el concepto de seguridad es uno mismo, lo que implica que independientemente del punto donde se ubique la definición, estará enlazada con otra, lo que conllevará a encontrar relaciones entre diferentes puntos de vista que enriquezcan el concepto original”.

3.1. Noción clásica

«El concepto fundamental de la seguridad energética establece que: *“se debe contar con suministro ininterrumpido de energía a un precio razonable”*» (UPME, 2016); pero esto debe ser puesto como eje central, el cual debe expandirse y complementarse con necesidades políticas, militares, económicas, de infraestructura, entre otros. Es claro que la seguridad energética hace parte de la columna vertebral de cualquier país, por lo que de ella depende su estabilización. Por lo anterior, la OTAN realiza una reestructuración a la definición.

3.2. Concepto formulado por la OTAN

La OTAN formula que: *“el concepto de seguridad energética es común a los ámbitos estatales y corporativos, e incrementa la protección, fiabilidad y capacidad de reacción, generando mejores resultados económicos y empresariales”* (UPME, 2016); explicando que se interconecta la definición clásica con los conceptos estatales y corporativos, basados en una buena

capacidad de reacción ante una eventual interferencia con la estabilidad, lo que permite seguir obteniendo buenos resultados soportados en un plan de reserva.

3.3. Concepto Centro de Investigación en Energía de Asia - 4 AS

Con base al proceso de alimentación del concepto, el centro de investigación en energía de Asia establece que se puede clasificar en cuatro (4) dimensiones diferentes: disponibilidad, accesibilidad, asequibilidad y aceptabilidad. Las anteriores están consagradas y conectadas con la definición estipulada en el 2007 por el Consejo Mundial de Energía.

Complementando lo anterior, (Jewell & Riahi, 2014) retoman lo expuesto por (Penchansky, R.R.; Thomas, J, 1981); confirmando así que cada una de las dimensiones pertenecientes al concepto de las 4 AS necesita ir en paralelo con una quinta dimensión: la de adaptabilidad de la tecnología. Así, garantizando mayor apoyo a sistemas energéticos vitales, definiendo un concepto llamado las 5 AS (UPME, 2016).

3.4. Noción actual

Finalmente (Cherp & Jewell, 2014), establecen en su concepto moderno que la seguridad energética debe ser flexible, de forma que se acople a todas las facetas de la cadena de suministro energético; pudiendo garantizar nula restricción a sistemas vitales como infraestructura energética del país, militar y agrícola. De esta manera mostrar que se debe contar con un alto nivel de resiliencia que permita enfrentar cualquier tipo de riesgo que amenace la estabilidad (UPME, 2016).

3.5. Análisis y correlación conceptual – UPME

Las interrupciones en el suministro de energía originadas por agentes predecibles se acogen al concepto de *robustez* (Cherp et al, 2012). Dicho concepto se relaciona con el de disponibilidad, que hace énfasis en las fuentes de recursos energéticos fósiles o renovables (UPME, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, según (Blum & Legey, 2012), es pertinente hablar de "*adaptabilidad*", ya que enlaza la capacidad disponible, flexibilidad y diversificación de fuentes de suministro (UPME, 2016).

Las amenazas en el suministro de energía originadas por agentes geopolíticos se incluyen en el concepto de soberanía (Cherp et al, 2012), que interactúa con el de accesibilidad; acogiendo así la dependencia de suministro, importaciones, exportaciones y capacidad en infraestructura y política para reaccionar ante fluctuaciones en precios (UPME, 2016).

Las interrupciones originadas por agentes que no se prevén, pueden ser explicados por el concepto de resiliencia, relacionando amenazas como terrorismo, conflictos, catástrofes ambientales y posibles transformaciones frente a cambios en la economía. La demanda en el sector energético abre paso a considerar el concepto de asequibilidad como una puerta para obtener recursos a precios lógicos (Kruyt et al, 2009), considerando a la energía como principal estimulador del desarrollo económico (UPME, 2016).

«Así, la UPME en su análisis por establecer un concepto global entendible y aplicable relaciona finalmente: “La aceptabilidad cubre dos dimensiones más: la social y la ambiental“» (Kruyt et al, 2009). En esta aproximación, toma especial relevancia el tema de sostenibilidad y el papel que juega la *Seguridad Energética* en la transformación de economías con cero emisiones de gases de efecto invernadero (Turton & Barreto, 2006). También el concepto de eficiencia energética resulta fundamental, pues involucra nuevamente el lado de la demanda, buscando

obtener el mínimo consumo de energía para un servicio y la reducción de pérdidas al usuario final (Erahman et al, 2016).

3.6. Concepto de Seguridad Energética a Nivel Internacional

La UPME realiza una recopilación bibliográfica sobre definiciones de seguridad energética con la finalidad de mostrar y enseñar las diferentes percepciones que giran en torno al concepto a nivel internacional. Así, presenta la información en la siguiente tabla:

Tabla 1

Concepto de Seguridad Energética según entes internacionales

Organización	Acrónimo	Concepto de Seguridad Energética
<i>International Energy Agency</i>	IEA	Por el cual se establece el concepto de seguridad energética como "el suministro ininterrumpido de energía a un precio asequible". La seguridad energética a largo plazo se relaciona principalmente con la inversión oportuna para suministrar energía basada en el desarrollo económico y las necesidades ambientales sostenibles. Por otro lado, a corto plazo se centra en la capacidad del sistema eléctrico para responder oportunamente a cambios repentinos entre oferta y demanda. Por tanto, la falta de seguridad energética se relaciona con el impacto negativo de la falta de disponibilidad en la economía y la sociedad, con un precio que no es competitivo o fluctúa demasiado.

Países industrializados y en desarrollo	G20	Establece que la seguridad energética corresponde a la capacidad que tiene un país para obtener energía, mediante el mejoramiento y fortalecimiento del sistema a través de la cooperación y el diálogo sobre las medidas de emergencia ante alguna eventualidad, la importancia de la diversificación energética y la inversión continua en el sector energético sin interrumpir el suministro.
<i>World Energy Council</i>	WEC	Comprende la seguridad energética como el acceso ilimitado a los servicios energéticos de un país, a un precio asequible y la producción y el uso mesurado de energía.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico	OECD	Comparte y complementa el concepto establecido por la IEA, definiendo la seguridad energética como el suministro ininterrumpido de energía a un precio asequible.
Unión Europea	UE	En el cual se estipulan los “objetivos de la seguridad energética”: a) asegurar el funcionamiento del mercado energético; b) garantizar la seguridad del suministro

		energético; c) promover la eficiencia y conservación de la energía junto con el desarrollo de nuevas fuentes de energía; d) Promover la interconexión de redes energéticas.
Instituto Español de estudios estratégicos del Ministerio de Defensa	IEEE	En la actualidad, existe una tendencia a considerar de manera integral la seguridad energética, aunque es necesario aclarar primero si existe una diferencia conceptual entre la seguridad energética desde las perspectivas clásica y moderna. La clásica se centra en la protección de la infraestructura y el aseguramiento del suministro energético. Enfatizar los elementos físicos y territoriales de las instalaciones, así como las relaciones comerciales y políticas económicas relacionadas con los proveedores. Por otro lado, el punto de vista moderno sugiere un método integrado y multidimensional.

Nota. Adaptado de UPME, Seguridad Energética para Colombia, 2016, p.70.

3.6.1. Análisis de los conceptos internacionales.

Después de realizar una lectura inmersiva a las anteriores definiciones, se procede a revisar el siguiente análisis:

- A. El argumento más repetitivo recae en el aseguramiento ininterrumpido de fuentes de energía a un precio asequible, teniendo en cuenta que la evolución de la economía puede afectar drásticamente en la comercialización de dichos recursos.
- B. La seguridad energética debe establecer la sostenibilidad de recursos, de demanda y oferta, para que se garantice la estabilidad de todos los actores de la cadena.
- C. Fortalecer la seguridad energética en aspectos de reacción frente a emergencias o perturbaciones es fundamental. Esto se logra diversificando los recursos base para la producción de energía y a su vez garantizando que se cuente con la infraestructura para brindar continuidad en el servicio.
- D. Es muy importante comprender que todo avance en el campo de la seguridad energética en conjunto con la preservación del medio ambiente debe incluir aquellos recursos que no son renovables, por lo mismo la economía debe ser descarbonizada, permitiendo aumentar la utilidad de combustibles como el gas natural y fuentes renovables.
- E. Inicialmente se parte de dos definiciones: una clásica y una moderna. Cada una comprende un enfoque importante pero distinto. ¿Qué debe ser más importante? ¿Los elementos funcionales o los físico-territoriales?

Para responder estas preguntas se debe realizar una contextualización de la región en la que se pretende aplicar, ya que en el caso de Colombia, uno de los países con mayores recursos energéticos, se convive con una constante desigualdad social, cultural y educativa; principalmente en sectores de difícil acceso que han sido marcados por

fuertes eventos violentos, por lo mismo; llevar la seguridad energética a estos lugares ha sido una tarea difícil, de manera que cumplir el concepto clásico toma relevancia, puesto que son zonas donde se tiende a aprovechar la menor fuente de energía posible.

- F. Cumplir con el concepto moderno ha sido una forma más sencilla para el gobierno, que se ha dedicado a potencializar aquellas zonas e infraestructura que pueden brindar mayores recursos, facilitando su extracción para garantizar su soberanía.
- G. El acceso a los recursos públicos de energía debe ser versátil para su aprovechamiento, pero racional y eficiente para garantizar su accesibilidad y almacenamiento. Es importante orientar la utilización de los recursos para que coordine paralelamente con la finalidad del país, ya sea productor o consumidor de energía.
- H. Reflexionar sobre el uso de tecnologías actuales para avanzar el desarrollo energético del país, en el tema petrolero remonta el concepto del *fracking*, el cual es una técnica de extracción consistente en fracturar suelos que tienen petróleo y gas atrapados en su interior (Cabrales, 2017). Por ende, es considerada una técnica que facilita la obtención de estos recursos, permitiendo que las empresas encargadas consignent regalías y promuevan la actividad económica en las regiones donde se trabaja, generando en cierto modo que se reduzca la pobreza y zonas de difícil acceso, pero con recursos de petróleo y gas, puedan mejorar sus ingresos.

Ahora bien, es necesario analizar el fuerte impacto ambiental que origina esta práctica, teniendo en cuenta que cerca de 15 países ya la han prohibido y otros van en camino a ello. Así que la verdadera pregunta es: ¿vale la pena garantizar la seguridad energética en Colombia a través del *fracking*, siendo esta una técnica que puede originar futuros impactos ambientales y escasez del agua?

3.7. Asimilación conceptual de Seguridad Energética en Colombia

Con la finalidad de aterrizar el concepto a nivel país, la UPME realiza una didáctica formando a través de eventos en cuatro (4) regiones distintas: Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín. En las cuales, mediante la conformación de grupos, se pretende acoger distintas ramas del conocimiento para establecer un concepto integral (UPME, 2016). Como primeros resultados de la actividad en cada región, se establece lo siguiente:

Barranquilla. Para esta región es importante garantizar la seguridad energética diversificando las fuentes de energía, aumentando la confiabilidad y el abastecimiento. Las tecnologías e infraestructura toman un papel determinante para brindar mejor calidad ambiental y de vida (UPME, 2016).

Bogotá. En esta región se concluye que es importante generar y mantener un bienestar público que garantice la productividad y competitividad del país. Se busca realizar una cobertura nacional a través de un suministro energético confiable y eficaz, basado en la optimización de recursos.

Recalca la importancia de la seguridad energética equitativa para mantener un progreso en el ámbito ambiental, social y económico incluyendo la paz; poniendo como bases la innovación y soberanía del servicio energético, implementando políticas que lo vuelvan confiable, continuo, seguro y de calidad (UPME, 2016).

Cali. Desarrollar los componentes sociales, económicos, ambientales y culturales son importantes para utilizar de manera inteligente los recursos energéticos, ya que de esta manera se

garantiza una mayor cobertura de la energía basado en un abastecimiento previo, lo que permite también la autosuficiencia y competitividad mundial en soberanía energética (UPME, 2016).

Medellín. El suministro energético debe ser garantizado de forma actual y futura sin generar dependencias que afecten el bienestar del país. Esto se logra asegurando la aceptación social y ambiental. En conjunto se debe trabajar en la resiliencia del sistema energético, de forma que sea fácil acoplarse a los cambios y contribuir a los mismos; el suministro debe ser económico y lo menos contaminante. La innovación tecnológica permite también ser más competitivos en los mercados y la matriz energética debe permitir la racionalidad económica siempre buscando un bienestar sostenible y sustentable (UPME, 2016).

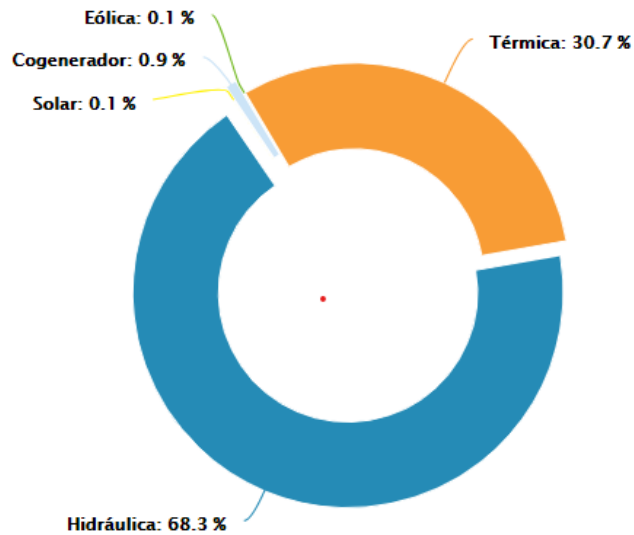
4. Caracterización de la matriz energética de Colombia

Comprender el funcionamiento del proceso de producción de energía en el país, conlleva a analizar cómo está estructurada su matriz energética, qué factores la definen y qué agentes interactúan con ella.

Colombia, un país abundante en recursos naturales, cuya diversidad en fuentes de energía eléctrica, cataloga su matriz energética entre las más limpias del mundo. Así la generación de energía se divide de la siguiente manera: 1) El potencial hidroeléctrico representando alrededor del 70%. 2) Los combustibles fósiles representando cerca del 30%. 3) Las energías no convencionales alrededor del 1% (Estratégica, 2019).

Es por esto, que el Ministerio de Minas y Energía anuncia un aumento significativo en la producción de energía a partir de fuentes renovables, cuya intención recae en el estímulo e incremento de 50 veces su capacidad instalada, modificando el porcentaje de renovables del 1% al 12% (Pardo, 2020).

Otro escenario que incentiva de forma directa la diversificación de la matriz energética de Colombia es el nivel de los embalses hídricos, que frente a fenómenos naturales como el del niño, ponen en riesgo la seguridad energética; ya que no permiten cubrir de manera satisfactoria el porcentaje de energía demandada. Para estos casos, es indispensable suplir esa diferencia de producción con generación térmica, llegando a cubrir alrededor del 50% de la demanda, pero a la vez elevando los precios de producción, aportando significativamente gases de efecto invernadero.

Figura 2*Matriz energética de Colombia*

Nota. Tomado de Acolgen²

Partiendo de las estadísticas suministradas por *Acolgen*, los porcentajes anteriores representan la capacidad instalada de la siguiente manera:

1. Hidráulica 11,846.2 [MW]
2. Térmica 5,326.2 [MW]
3. Solar 9.8 [MW]
4. Eólica 18.4 [MW]
5. Cogeneración 149.0 [MW]

Santiago Villegas, director de planeación del departamento de generación de EPM, en una entrevista concedida a Energía Estratégica LATAM, recalca la importancia de las renovables en la

² Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica (Acolgen). Fuente: <https://www.acolgen.org.co/>

generación que entran a complementar las fuentes hidroeléctricas, de forma que se puedan aprovechar mejor las características climatológicas de Colombia para abastecer las necesidades energéticas, especialmente en horas pico (Estratégica, 2019).

En la siguiente tabla se encuentran los datos de la capacidad instalada de Colombia por región y tipo de generación para el año 2014.

Tabla 2

Capacidad instalada por región en Colombia

Región	Térmico gas Natural [MW]	Térmico carbón / gas [MW]	Eólica [MW]	Hidráulica [MW]	Térmico carbón [MW]	Cogeneración [MW]	Total [MW]
Costa							
Atlántica	2.119	296	18				2.433
Noroeste				5.585			
Noreste	971			20	151		1.142
Centro	30			2.999	546		3.515
Suroeste	434			703		50	1.187
Sur	4			790			794

Nota. Tomado de (Macias Parra & Andrade, 2014).

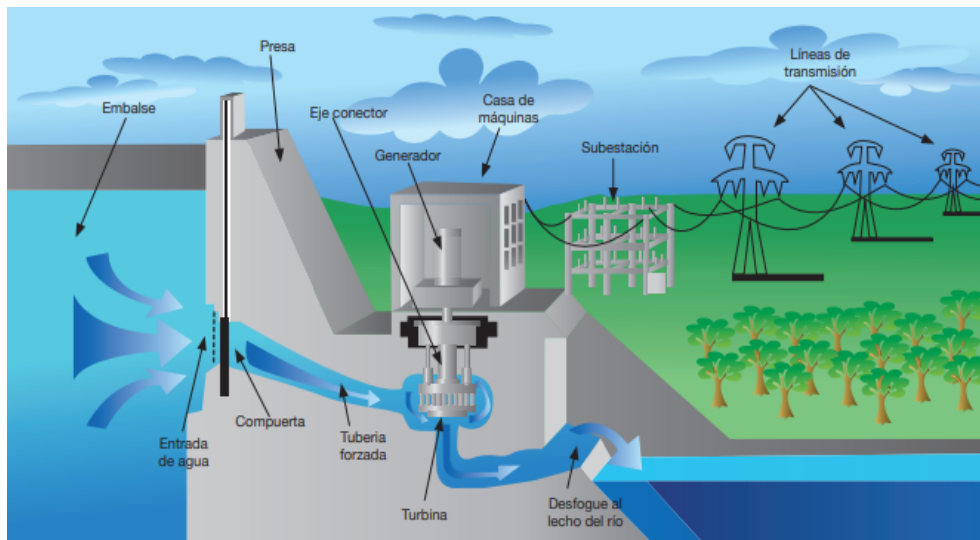
Para complementar lo anterior y poner en contexto actual los precios de las energías a partir de combustibles fósiles y renovables se pone a disposición el Anexo A donde se puede visualizar la variación de los costos de la producción de energía en los últimos diez años.

4.1. Generación Hidroeléctrica

Esta generación parte de la hidroenergía, que es la energía producida en un cauce de agua o embalsamiento, siendo esta última la forma más importante de generación en Colombia. Se emplea convirtiendo la energía potencial en cinética, la cual se origina cuando el agua cae al vacío por un salto geodésico, impactando en unas turbinas que al estar acopladas a un generador transforman la energía cinética en eléctrica, cuyo proceso es efectuado en una central hidroeléctrica.

Figura 3

Central hidroeléctrica



Nota. Tomado de Atlas potencial hidroenergético de Colombia.

La UPME en pro de facilitar la identificación de las hidroeléctricas, se basa en la información suministrada por el Ministerio de Minas y Energía, sugerida por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Así se muestra la clasificación según la capacidad:

Picocentrales. Cuentan con una capacidad instalada entre 0.5 y 5 kW, generalmente se utiliza en zonas no interconectadas o aisladas (UPME, 2015).

Microcentrales. Cuentan con una capacidad instalada entre 5 y 50 KW, generalmente se utiliza en zonas no interconectadas o aisladas (UPME, 2015).

Minicentrales. Cuentan con una capacidad instalada entre 50 y 500 KW, generalmente se utiliza en zonas no interconectadas o aisladas (UPME, 2015).

Hidroeléctricas (PCH). Cuentan con una capacidad instalada entre 500 y 20.000 KW, con capacidad de poder participar en despacho eléctrico, si es mayor a 10.000 KW (UPME, 2015).

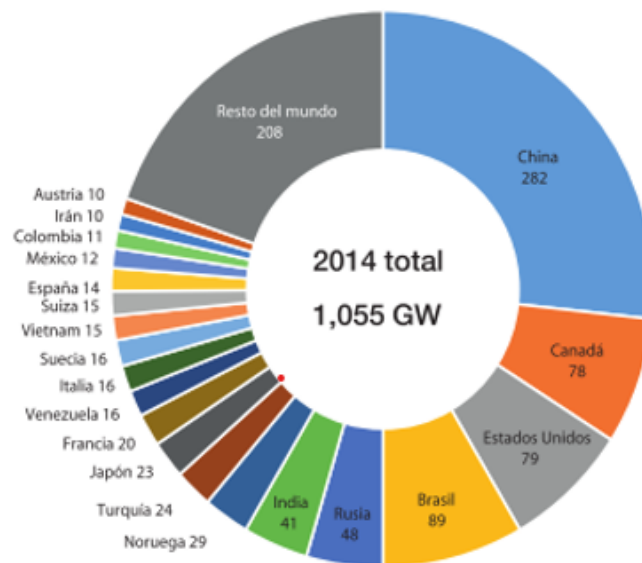
Centrales hidroeléctricas (CH). Cuentan con una capacidad instalada mayor a 20MW. Su participación en el despacho eléctrico es obligatoria, ya que se emplean en zonas interconectadas (UPME, 2015).

4.1.1. Generación hidroeléctrica en el mundo y Colombia UPME – 2014.

Partiendo de que la hidroenergía es la fuente renovable de electricidad más empleada en el mundo y que es una gran impulsora del crecimiento económico, para entonces en el año 2014 se lleva a cabo un incremento de la capacidad instalada mundial de 1.055 [GW]. Según la *International Hydropower Association*: “China dominó el mercado añadiendo 21,85 [GW] de nueva capacidad dentro de sus fronteras. Otros países también lideran el mercado en nuevas implementaciones. Estos países son: Malasia 3,34 [GW], Canadá 1,72 [GW], India 1,20 [GW], Turquía 1,35 [GW], Brasil 3,31 [GW] y Rusia 1,06 [GW]” (UPME, 2015).

Figura 4

Capacidad instalada en hidroeléctricas mundial para el año 2014



Nota. Tomado de (UPME, 2015).

En Colombia el SIN, proporciona el 98.2% de la energía total demandada en el país, aunque su cobertura nacional es cercana al 48%. Por otro lado, XM estima que finalizando el año 2014 se cuenta con una capacidad instalada de 15.489 [MW], lo que significa un crecimiento cercano al 6.4% comparado con el 2013 y representado en 930 [MW].

Según la UPME: “Este aumento obedece principalmente a la entrada en operación de las centrales hidroeléctricas Hidrosogamoso con 819 [MW]; Darío Valencia Samper, unidad 1 y 5, de 50 [MW] cada una; el Popal con 19.9 [MW]; el Salto II con 35 [MW] y Laguneta con 18 [MW]. De acuerdo con lo anterior se puede identificar que el recurso hidráulico tuvo una participación del 64% en la generación de energía eléctrica (UPME, 2015).

La capacidad efectiva neta al finalizar el 2017 es entonces de 16.778.75 [MW], aumentando a 184.23 [MW], respecto al 2016. El componente hidráulico participa con un 65.22% en la capacidad instalada, equivaliendo a 10.943 [MW]. Para finales del 2018, el componente hidráulico

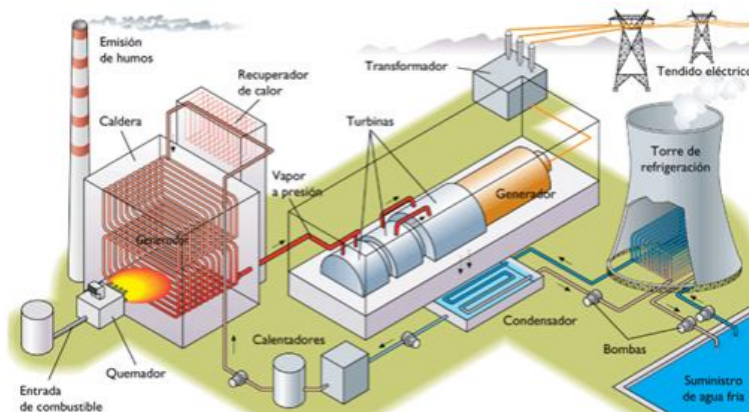
aporta 10.974 [MW] a la capacidad instalada y culminado el 2019, este valor se ubica en 11.041 [MW], participando con un 63.23% (XM, 2020).

4.2. Generación Térmica

Este tipo de generación de energía basa su producción en la combustión fósil. Su arquitectura consta de una caldera, en la cual se realiza el proceso de combustión, una turbina encargada de transformar la energía térmica en mecánica, que se conecta a un generador que transforma esta energía mecánica en eléctrica. Tienden a ser centrales económicas por su simplicidad a comparación de otras (UPME, 2016).

Figura 5

Procesos operativos de una central termoeléctrica



Nota. Tomada de (Escholarium, 2018).

Su problema radica en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, producto del proceso de combustión. Generalmente este inconveniente se percibe a mayor medida en centrales a base de carbón que emiten CO_2 combinado con óxidos de azufre. Este tipo de centrales tiene un rendimiento aproximado del 40% con la intención de mejorar su eficiencia y disminuir

emisiones contaminantes. Por esto, se diseñan las centrales de ciclo combinado de gas natural, que son más económicas, permitiendo aumentar la energía térmica con la misma cantidad de combustible y disminución de emisiones de CO_2 a 0.35 [Kg] por [kWh] generado (UPME, 2016).

Para finales del 2015, la generación térmica ocupaba cerca de un 28.4%, representado con 4.743 [MW] frente al 31% de la capacidad instalada en el país y representado con 4.402 [MW] en el 2014. Para mediados del 2017, la participación térmica fue de 4.729 [MW], ocupando cerca del 28.18%, frente a 4.728 [MW] aportados al finalizar el 2016. Culminando el 2019 se aportan 5.102 [MW], equivaliendo cerca de 29.22%, frente a 5.087 [MW] aportados al finalizar el 2018. La generación térmica está conformada por combustibles tales como el carbón, gas natural y derivados del petróleo (CONSORCIO SERGEING - SISOCOAL - RMR, 2016).

El consumo de energía de cada combustible se dimensiona en [GBTU]. Entre los años 2012 y 2014 se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3

Consumo de combustibles SIN

Combustible	2011 (GBTU)	2012 (GBTU)	2013 (GBTU)	2014 (GBTU)	Participación en 2013	Participación en 2014
Gas	71,359.4	75,576.40	98,224.60	96,286.74	64.81%	65.97%
Carbón	16,748.9	26,894.90	50,017.30	45,593.74	33.00%	32.24%
Diesel	38.3	1,635.80	1,547.90	1,099.79	1.02%	0.78%
Combustóleo	1,589.00	2,326.00	1,757.80	1,433.94	1.16%	1.01%
TOTAL	89,735.6	104,797.3	151,547.6	141,414.21	100.00%	0.00%

Nota. Tomado de Informe final – UPME, 2016.

El aumento en la utilización de los combustibles para la generación térmica se ve reflejado en la disminución de los aportes del sector hídrico, lo cual permite aumentar la seguridad energética para obtener mayor respaldo ante posibles amenazas al suministro energético por parte del fenómeno del niño.

En Colombia se cuenta con las siguientes plantas térmicas (Carbón) en operación:

Tabla 4

Características de plantas térmicas operadas a carbón

Propiedad	Planta de localización	Unid	Capacidad [MW]	Estado	Tecnología	Año operación
EMGESA S. A. ESP	Termozipa	2	34	Disponible	CP	1964
	Dpto. Cundinamarca	3	63	Disponible	CP	1972
		4	64	Disponible	CP	1979
		5	63	Disponible	CP	1981
	Gecelca	3	164	Disponible	LF	2015
GECELCAS S.A. ESP	Dpto. Córdoba	3.2	250	Construcción	LF	2017
	Termoguajira	1	149	Disponible	GN+CP	1982
	Dpto. Guajira	2	151	Disponible	GN+CP	1982
GENSA S. A. ESP		1	31	Repotenciación	CP	1963
	Termopaipa	2	72	Disponible	CP	1974
	Dpto. Boyacá	3	70	Disponible	CP	1978
TERMOTASAJERO	Termotasajero	1	163	Disponible	CP	1984
	Dpto. Norte de Santander	2	165	Disponible	CP	2015

CE SOCHAGOTA	Paipa 4 Dpto. Boyacá	4	154	Disponible	CP	1997
--------------	----------------------------	---	-----	------------	----	------

CP: Carbón Pulverizado; LF: Lecho Fluidizado; GN: Gas Natural - Fuente de datos: XM y Archivo del consultor

Nota. Tomado de (UPME, 2016).

Estas plantas aportan más del 8% de la capacidad efectiva neta del sistema de generación hidrotérmico de Colombia. Se puede observar que el rango de operación de las plantas está por debajo de los que ofrecen en la actualidad. También es notorio que para el año 2016 algunas plantas lleven en operación entre 38 y 52 años, y otras en proceso de repotenciación.

4.2.1. Generación térmica a gas.

Para el año 2015, las plantas térmicas que operan con gas natural aportaron cerca del 9.4% de la capacidad instalada, presentando una disminución en su generación debido a la entrada al sistema eléctrico de Tasajero 2 y Gecelca 3. En la siguiente tabla se visualizan las plantas a gas natural, cuya entrada al sistema eléctrico se daría posterior a la crisis energética atravesada en el país en 1992:

Tabla 5

Características de operación en plantas térmicas a gas natural

Propiedad	Planta	Capacidad [MW]	Estado	Tecnología	Año operación
CELSIA S.A.ESP	Termoflores 4B, Dpto. Atlántico	450	Disponible	Ciclo Combinado	2011
	Mrieléctrica 1, Dpto.: Santander	167	Disponible	Ciclo Simple	1998

POELÉCTRICA Y CIA. S.C.A ESP	Proeléctrica 1, Dpto: Bolivar	45	Disponible	Ciclo Stig	1993
	Proeléctrica 2, Dpto: Bolivar	45	Disponible	Ciclo Stig	1993
TERMOBARRAN QUILLA S.A.ESP	Tebsa B, Dpto: Atlantico	791	Disponible	Ciclo Combinado	1998
TERMOYOPAL GENERACIÓN 2 S.A. ESP	Termoyopal 2, Dpto: Casanare	30	Disponible	Ciclo Simple	2004

Nota. Tomado de (UPME, 2016).

4.2.2. Generación térmica según derivados del petróleo.

Colombia es un país cuyo abastecimiento energético depende en gran porcentaje de sus recursos hídricos, pero cuando se enfrenta al desabastecimiento de sus embalses, es necesario complementar las fuentes hídricas con térmicas, como las que ya se han mencionado anteriormente en este documento. Para finales del 2015 e inicios del 2016, el país atraviesa un desabastecimiento hídrico, por lo que las plantas térmicas a base de derivados del petróleo jugaron un papel importante, representando en la generación el 11.3% de la capacidad efectiva. Se empleó ACPM, Jet A1, combustóleo especial y una combinación entre Gas Natural y Jet A1. Cabe aclarar que recientemente las centrales de vapor cuentan con un diseño que permite emplear combustibles líquidos. Antes de 1990 se abastecían de los yacimientos de gas de la guajira. En la siguiente tabla se encuentran las centrales térmicas a partir de derivados del petróleo:

Tabla 6

Características de operación en plantas térmicas según derivados de petróleo

Propiedad	Planta Localización	Capacidad [MW]	Estado	Tecnología	Año operación
CELSIA S.A ESP	Termoflores 1 Dpto.: Atlántico	158	Disponible ACPM	Ciclo Combinado	1993
TEMOCANDELARIA S.C.A ESP	Termocandelaria 1 Dpto.: Bolivar	157	Disponible ACPM	Ciclo Simple	2000
	Termocandelaria 2 Dpto.: Bolivar	158			
TERMOCALI S.A ESP	TermoemCali1 Dpto.: Atlántico	213	Disponible ACPM	Ciclo Combinado	1999
EPM S.A ESP	Termosierra B Dpto: Antioquia	364	Disponible ACPM	Ciclo Combinado	1998
TERMOVALLE S.A ESP	Termovalle1 Dpto.: Valle del Cauca	197	Disponible ACPM	Ciclo Combinado	2011
TERMOBARRANQUILLA S.A ESP	Barranquilla 3 Dpto.: Atlántico	56	Disponible Combustóleo	Convencional Vapor	1980
	Barranquilla 4 Dpto.: Atlántico				

	Cartagena 1 Dpto.: Atlántico	61			1995
EMGESA S.A ESP	Cartagena 2 Dpto.: Atlántico	60	Disponible Combustóleo	Convencional Vapor	1980
	Cartagena 3 Dpto.: Atlántico	66			1980
CHEC S.A ESP	Termodorada 1 Dpto.: Caldas	46	Disponible Jet-A1	Ciclo Simple	1997
ISAGEN S.A. ESP	Temocentro CC Dpto.: Santander	264	Disponible Gas-Jet-A1	Ciclo Combinado	2000

Nota. Tomado de XM y (UPME, 2016).

4.3. Generación Fotovoltaica

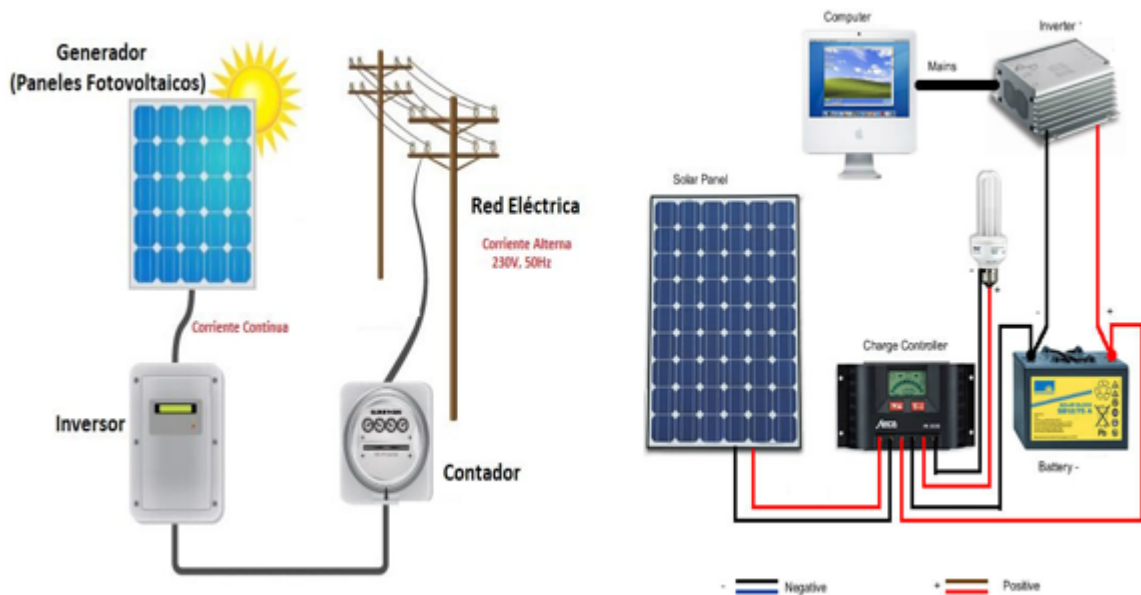
Para diversificar la matriz energética del país y sobrellevar el agotamiento de combustibles fósiles, se debe implementar el aprovechamiento del potencial solar para la generación de energía eléctrica, mediante módulos fotovoltaicos cuyo funcionamiento se basa en la conversión de la radiación solar de forma directa en energía eléctrica. Este proceso de conversión en el módulo se origina cuando una pieza de Boro (B) reacciona con una de Flúor (F), las cuales, al estar cargadas negativa y positivamente, interactúan entre ellas dando paso a una excitación que facilita la conducción de las cargas eléctricas para ser recogidas y enviadas a circuitos externos.

Una de las grandes ventajas, es que cuenta con una fuente de energía inagotable, limpia e ideal para ser empleada en zonas no conectadas al SIN o de difícil acceso. Algunos inconvenientes

se encuentran por su elevada inversión inicial, el área a sacrificar para el beneficio del proyecto y el hecho de que las condiciones climáticas no son estables.

Figura 6

Generación FV ON y OFF Grid

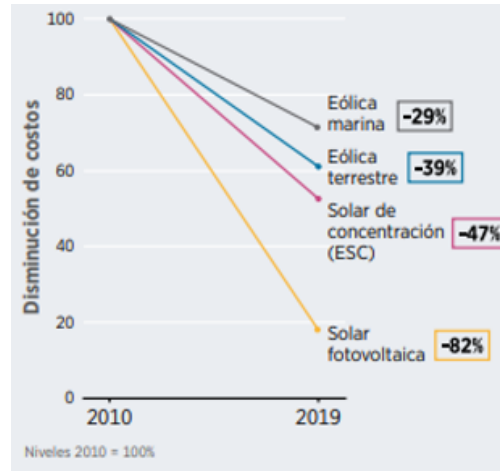


Nota. Tomado de (Rodríguez, 2017) y (Sebastián, 2018).

A nivel renovable en el mundo de la energía fotovoltaica, ocupaba para el 2014 el segundo lugar detrás de la eólica, con una penetración de energía entre el 0.85% y 1% en la demanda mundial de energía. En el 2013 se dispuso de una capacidad instalada de 139 [GW] y el aumento de energía FV se ubicó en 39 [GW] frente a 35 [GW] de la eólica. Un punto a favor de este crecimiento es que el costo de producción de energía solar fotovoltaica ha disminuido de forma casi exponencial en los últimos 10 años (UPME, 2015).

Figura 7

Disminución costos de producción de energía FV



Nota. Tomado de (IRENA, 2019)

El valor asociado a la producción de energía FV, disminuye en 13% a lo largo del 2019, estableciéndose en 0.068 USD por 1 [kWh].

Colombia cuenta con una radiación promedio de 4.5 [kWh/m²/d], superando el promedio mundial de 3.9 [kWh/m²/d] y la de Alemania de 3 [kWh/m²/d] que para finales del 2014 disponía de 39 [GW] instalados de energía solar. En ciertas regiones como la costa atlántica, Arauca, Casanare, Meta, Vichada y la Guajira, según la UPME, presentan una radiación promedio cercana a 6 [kWh/m²/d], lo que hace atractiva a Colombia para potencializar este tipo de generación. Con esto se busca también que el usuario de energía se motive a generar parte de su demanda energética, mejorando la seguridad frente a eventuales fluctuaciones en los costos (UPME, 2015).

Por otro lado, la UPME es clara en la revisión de emisiones de CO₂. Este tipo de generación ronda alrededor de los 50 [Kg eq/MWh] siendo más amigable con el medio ambiente en relación con los 450 [Kg eq/MWh] adjudicados a plantas generadoras. Finalmente, la ley 1715 de 2014

establece los lineamientos de los excedentes de generación fotovoltaica que pueden ser inyectados a la red eléctrica, lo cual aporta beneficios y ahorros a los usuarios.

4.4. Generación Eólica

El viento como el recurso natural más concentrado en el mundo, compuesto principalmente por aire en movimiento, cuyo origen recae en la incidencia de la radiación solar en la superficie terrestre. Este proceso, conlleva a que el aire se caliente y entre en contacto con capas frías descendientes. La diferencia origina una corriente de aire cuya magnitud depende de la misma. De acuerdo con la UPME, se deben realizar estudios en las zonas donde se pretenda adjudicar proyectos, con la finalidad de monitorear el comportamiento del viento.

El proceso de transformación de energía eólica en energía eléctrica se desarrolla mediante aerogeneradores o molinos de viento a través de la fuerza motriz. En la siguiente tabla se visualizan las aplicaciones eólicas que se pueden evidenciar según la velocidad del viento:

Tabla 7

Uso de energía eólica según la velocidad del viento

Velocidad	Aplicación
Menor a 3 m/s	Usualmente no es viable, a menos que existan circunstancias especiales para una mejor evaluación.
3-4 m/s	Puede ser una buena opción para equipos de aerobombeo, poco viable para aerogeneración eléctrica.

4-5 m/s	Las aerobombas son competitivas económicamente con respecto a los equipos diésel, el bombeo aero-eléctrico es viable.
Más de 5 m/s	Viable para aerobombeo y aerogeneración eléctrica.
Más de 6 m/s	Viable para aerobombeo, aerogeneración con sistemas autónomos y para sistemas conectados a la red eléctrica.

Nota. Tomado de (UPME, 2020).

4.4.1. Turbina eólica.

Una turbina eólica es considerada como una máquina rotativa clasificada en diferentes tipos según su diseño y capacidad. Según la forma del eje también se puede clasificar en dos tipos: turbinas eólicas de eje horizontal y turbinas eólicas de eje vertical. Finalmente, se denominan parques eólicos cuando se agrupa una cantidad considerable para interconectarse con la red.

Figura 8

Parques eólicos



Nota. Licencia creative commons

Debido a que, en la actualidad, la energía eólica es considerada como un eje crucial en la matriz energética en el marco global, la UPME dispone que, para finales del 2013, la capacidad instalada pasaría de 48 [GW] alcanzando el tope de los 318 [GW]. Este aumento se ve reflejado también gracias a que países como España y Dinamarca produjeran el 20.9% y 39.1% respectivamente de su energía eólica en el 2014. A su vez esto también sugiere que la economía tienda a fluctuar positivamente en países como China y Alemania que son gigantes en la fabricación de turbinas.

En el caso del sector energético sudamericano, la UPME refiere que países como Chile, Perú y Panamá liderarían la producción de energía eólica para el año 2014 con suministros de 836 [MW], 148 [MW] y 220 [MW] respectivamente. Sin embargo, para esta fecha, Colombia apenas alcanzaba 19.5 [MW], manteniendo esta cifra desde el 2003. Ahora bien, este congelamiento en crecimiento se presenta a raíz de que no se cuenta con la infraestructura necesaria para el aprovechamiento y explotación del recurso eólico en zonas fuertemente estimuladas como lo es la Guajira, el Caribe, Santander y Norte de Santander. No obstante, ¿qué otros factores han frenado estos proyectos?

A parte de la carencia de infraestructura, el no establecer parámetros de responsabilidad social con las comunidades que habitan estos lugares, ha perjudicado la expansión de proyectos eólicos, sumado a la baja normatividad y regulación que generan pérdidas de energía, que claramente reemplazarían fuentes convencionales como las plantas térmicas.

A continuación, se presentan las regiones en donde se cuenta con proyectos eólicos en Colombia.

Tabla 8*Distribución del potencial eólico en Colombia*

Área	Potencial eólico instalable [MW]
Zona costera	20.000
Santander y Norte de Santander	5000
Boyacá	1000
Risaralda-Tolima	1000
Huila	2000
Valle del Cauca	500

Nota. Tomado de (UPME, 2015).

4.5.Cogeneración

La UPME plantea este tipo de generación como la posibilidad de aprovechar de forma eficiente la energía térmica producida en el proceso de combustión y la generación de energía eléctrica. El aporte a la capacidad instalada en Colombia es de 66.8 [MW], y las plantas activas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9*Centrales de cogeneración en Colombia*

Central	Capacidad instalada (MW)
COGENERADOR COLTEJER	5.0
COGENERADOR INCAUCA	10.0
COGENERADOR INGENIO MAYAGUEZ	19.9
COGENERADOR INGENIO PROVIDENCIA	19.9

COGENERADOR INGENIO RISARALDA	6.0
COGENERADOR INGENIO SAN CARLOS S.A.	2.0
COGENERADOR PROENCA	4.0
Capacidad instalada de plantas de cogeneración	66.8

Nota. Tomado de (UPME, 2014).

La biomasa es una forma interesante y ecológica de producir energía es a través del aprovechamiento de residuos orgánicos, clasificándola como combustible principal en la cogeneración. La biomasa se conforma a partir de residuos orgánicos, recursos naturales y desechos residenciales e industriales, lo que representa alrededor del 14% del consumo de energía en el planeta.

La versatilidad de la cogeneración con biomasa permite no solo generar electricidad sino también aprovechar la energía térmica para producir biocombustibles que pueden ser empleados en el sector del transporte. En el 2013, en Colombia cerca del 1.3% de la energía producida fue de biomasa, representando 804G [Wh] de los 62.200 [GWh] producidos en el año y en el 2012 representó el 4.8% del consumo en el sector del transporte (UPME, 2015). En conclusión, la cogeneración a base de biomasa permite utilizar aquellos residuos orgánicos y de otros alimentos, incentivando de este modo, el desarrollo agrícola en el país al ser una de las fuentes principales. En el anexo A, B y C elaborado por la UPME, con base en datos proporcionados por la UIS, el IDEAM y datos propios, se muestra el potencial energético de los residuos agrícolas para el año 2012.

5. Índices de seguridad energética de un país

Uno de los temas más relevantes para los actuales países en desarrollo encierra el concepto de la seguridad y sostenibilidad energética. Para la elaboración de políticas energéticas, es necesario cumplir previamente con la medición del rendimiento del sistema energético de todo el país. Es por esta razón que, el concepto de Seguridad Energética se ha convertido en una meta para los países en desarrollo durante los últimos años cuyo objetivo es detectar, proteger y transmutar los campos energéticos internos y externos que influyan en el bienestar de un país.

La introducción de índices de seguridad energética parte de un enfoque en donde se involucra el tema de la sostenibilidad de principio a fin, es decir, durante su generación, extracción, transformación y suministro al usuario final, permitiendo cumplir la finalidad de la soberanía de un país al desarrollar un sistema energético más sostenible y regulado, mediante la producción interna de energía, el aprovisionamiento de servicios de manera asequible y equitativa, creación de mercados, diversificación de suministros, reducción de consumo e importación, y fijación de precios en la canasta energética mundial. Por lo que el establecimiento de índices de seguridad compactos, permitirían indiscutiblemente el aprovechamiento de los suministros de energía y fortalecimiento de la matriz de seguridad energética de una nación.

La UPME en aras de contribuir con el diagnóstico de la seguridad energética del Colombia, se apoya en los indicadores de energía para el desarrollo sostenible (IEDS) que propone la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) en compañía de otras agencias (UPME, 2016). De esta manera, proporcionan una herramienta que facilita la medición de diferentes aspectos y sectores

económicos, ambientales y sociales en los cuales se puede sustentar gran parte de la estabilidad del país. De acuerdo con esto generan la siguiente clasificación de 30 IEDS en 3 dimensiones³:

Tabla 10

Clasificación de índices de revisión en materia de seguridad energética

Contexto	Índice
Ambiental	-Revisa las emisiones de GEI y uso de energía <i>per cápita</i> – PIB.
	-Revisa concentraciones ambientales de los contaminantes urbanos.
	-Emisiones de contaminantes atmosféricos en sistemas energéticos.
	-Descargas de desechos contaminantes líquidos procedentes industrias.
	-Suelos afectados por la carga crítica de acidificación.
	-Tasa de deforestación anual atribuida al uso de energía.
	-Cantidad de desechos sólidos y unidades de energía generados.
	-Cantidad y volumen total de desechos sólidos evacuados – generados.
	-Relación de residuos sólidos radiactivos generados por complejo.
	-Relación entre los desechos implícitos ENV9 y tiempo de evacuación.
Económico	-Uso de energía <i>per cápita</i> .
	-Intensidad energética PIB.
	-Eficiencia del suministro energético.
	-Relación existente entre reserva y producción.
	-Relación existente entre recurso y producción.

³ Para más información acerca de estos índices consultar el siguiente documento: “indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías.” (OIEA, 2008).

- Intensidad energética en sistemas de energía.
- Intensidad energética presente en sistemas agrícolas.
- Intensidad energética presente en sistemas comerciales.
- Intensidad energética presente en zonas residenciales.
- Intensidad energética presente en sistemas de transporte.
- Mezcla de energía.
- Fuentes sin carbono en energía y electricidad.
- Integración de energías renovables.
- Precio del uso final según combustible y sector en la canasta energética.
- Dependencia de importación energética.

Social	<ul style="list-style-type: none">-Porcentaje de la población sin acceso al suministro eléctrico.-Porcentaje de gastos e ingresos en combustible y electricidad.-Uso doméstico de energía.-Accidentes ocasionados por industrias de sistemas energéticos.
--------	--

Nota. Tomado y adaptado de (UPME, 2016)

Adicionalmente, se describen índices propuestos desde la revisión bibliográfica realizada para este trabajo:

1. Índices ambientales.
2. Índices corporativos.
3. Índices económicos y tributarios.
4. Índices geopolíticos.
5. Índices socioculturales.
6. Índices tecnológicos.

5.1. Índices Ambientales

En aras de una mejora continua del desempeño ambiental, comúnmente en los proyectos de ingeniería que han aportado al desarrollo industrial y a la transición energética de un país, en gran porcentaje han traído un impacto ambiental relacionado con emisiones de CO_2 , tala de árboles, contaminación de fuentes hídricas o afectación severa de los ecosistemas aledaños en donde se desarrollan. Por lo cual establecer un método de evaluación de riesgos, datos y factores ambientales se ha convertido en un factor crucial para el desarrollo de estos proyectos.

Los indicadores ambientales también son una herramienta muy importante en la toma de decisiones políticas, ya que permiten conducir e interpretar los riesgos, los aportes, beneficios e inversiones que se pueden llevar a cabo. Todo esto debe ir de la mano con el marco estructural y legal que tenga un país para contribuir con su desarrollo sostenible y sustentable. De igual manera, deben complementar los esfuerzos para monitorear y evaluar sistemáticamente las prácticas comunes en la reducción de su huella ambiental. Por ello, se debe realizar un seguimiento y reporte sistemático de todos los índices ambientales aportados a nivel nacional e internacional, relacionados directa o indirectamente con el desempeño ambiental.

Para lograr una reducción de los actores contaminantes, se debe disponer también de efectos de responsabilidad y compromiso social por parte de los habitantes de un país, puesto que la educación permite implementar políticas ambientales en casa, como lo es el caso del reciclaje de productos que pueden ser reutilizados y así poder disminuir los efectos colaterales de la contaminación en recursos hídricos y demás zonas amenazadas por el factor social de polución.

5.1.1. Índices de sostenibilidad energética.

Por el cual se establecen los índices de sostenibilidad energética cuyo objetivo no es más que evaluar el impacto ocasionado de las dimensiones de sostenibilidad dispuestos al servicio de generación de energía al ser humano (WEC & Wyman, 2020). Las dimensiones se clasifican en: equidad energética, sostenibilidad ambiental y seguridad energética.

Tabla 11

Índices de sostenibilidad energética

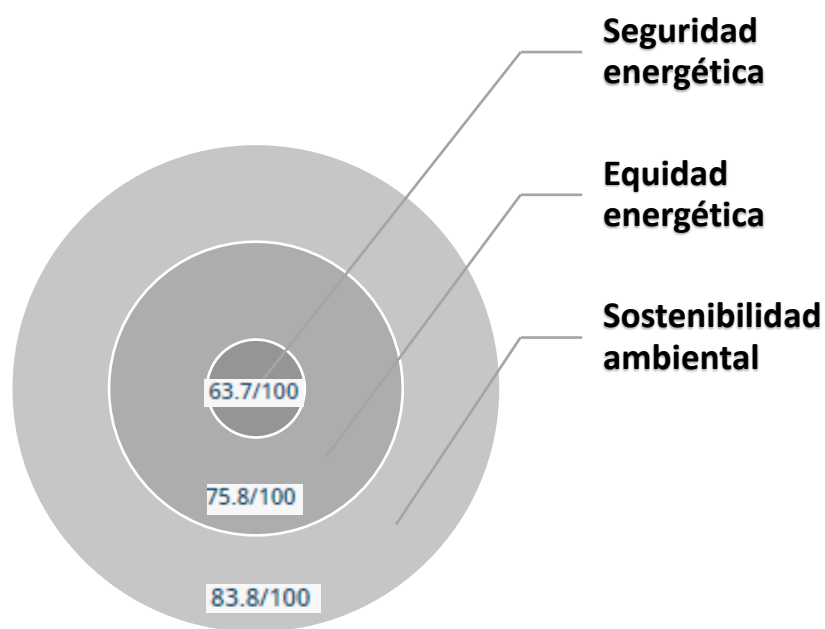
Sostenibilidad energética	Equidad energética	Seguridad energética
-Control de emisiones de CO_2 per cápita y por unidad de PIB.	-Acceso a electricidad, recursos hídricos y gas natural.	-Precio de la gasolina.
-Emisiones de CO_2 generadas a partir de electricidad y transporte.	-Consumo de energía eléctrica per cápita.	-Dependencia energética.
-Control de emisiones de NO_2 y CH_4 liberado a la atmósfera.	-Equidad en precios de la canasta energética.	-Pérdidas en la distribución de energía.
-Calidad del aire.	-Precio de la electricidad, gasolina y diésel.	-Gas natural distribuido.
-Control de intensidad de CO_2 y deforestación en parques naturales, selvas y bosques.		-Extracción de petróleo.
		-Producción de energía con fuentes renovables y nucleares.
		-Intensidad energética.
		-Almacenamiento de energía
		-Eficiencia energética.

Nota. Adaptado de (WEC & Wyman, 2020).

En el caso de Colombia, se logran medir estas tres dimensiones en la herramienta del Trilema Energético⁴, realizada a 128 países. Para el año 2020, Colombia logró escalar al puesto número 35⁵, en comparación con el año 2019 que ocupaba la posición número 49⁶, lo cual es un avance significativo para el país. A continuación, se muestra el puntaje obtenido por Colombia en las tres dimensiones de sostenibilidad energética para el año 2020:

Figura 9

Puntaje de Colombia según el trilema energético para el año 2020



Nota. Adaptado de (WEC, 2020).

⁴ Referirse al capítulo 2, subíndice 2.1.2. sobre el trilema energético.

⁵ Referirse al anexo F. World Energy Trilemma Index 2020.

⁶ Referirse al anexo G. World Energy Trilemma Index 2019.

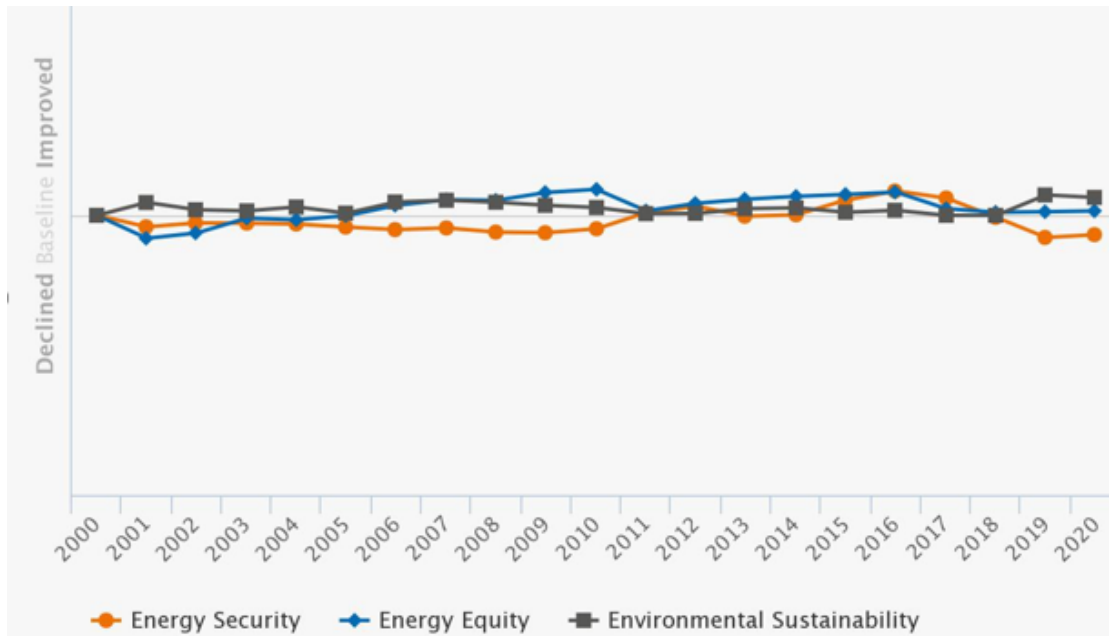
Un punto a favor de Colombia en esta revisión es el desempeño energético que caracterizó en la dimensión de sostenibilidad ambiental, ubicando este país en el puesto número nueve (9) como uno de los mejores rendimientos a nivel mundial, destacando la intensidad final de energía, la generación de electricidad baja en carbono y las emisiones de CO_2 per cápita.

Figura 10

Mejor desempeño global en sostenibilidad ambiental 2020

Rank	Country	Sustainability Score
1	Switzerland	90.0
2	Sweden	87.5
3	Norway	87.2
4	Albania	85.8
5	France	85.5
6	Panama	84.9
7	Costa Rica	84.7
8	Uruguay	84.2
9	Colombia	83.8
10	Brazil	83.4
10	Denmark	83.4

Nota. Tomado de (WEC & Wyman, 2020).

Figura 11*Desempeño histórico del trilema energético de Colombia*

Nota. Tomado de (WEC, 2020).

5.1.2. Índices de Transición energética.

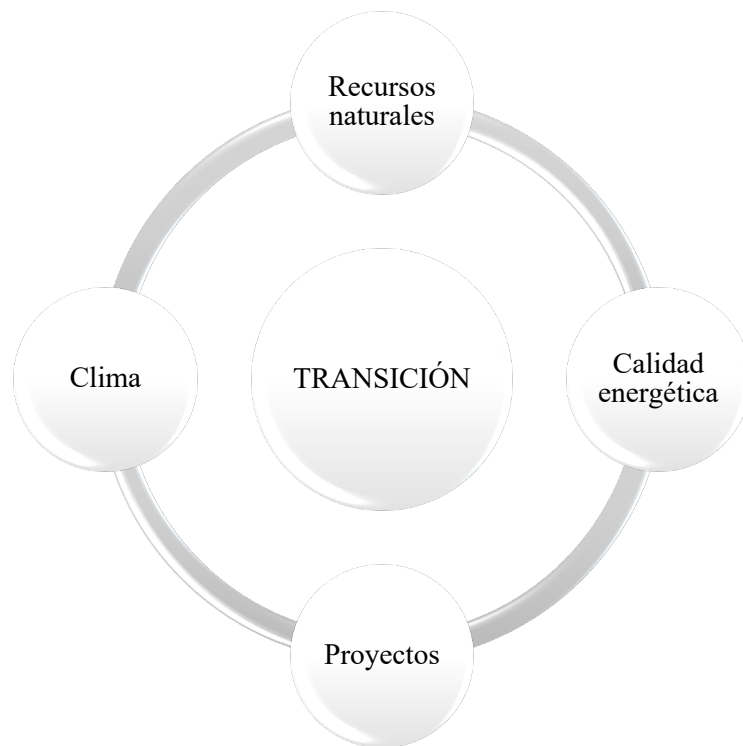
En el marco de la reestructuración y desarrollo energético de un país, debido a la necesidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía para limitar el cambio climático se evidencia la transición energética, conocida como el camino hacia la transformación del sector energético mundial de recursos fósiles a cero carbono, cuya visión se proyecta para la segunda mitad del siglo XXI.

Es claro que la descarbonización del sector energético requiere acciones urgentes a escala global. Sin embargo, en el proceso de transición energética, también se necesitan más acciones para reducir las contaminantes emisiones de carbono y mitigar el impacto del acelerado cambio climático. Las energías renovables y las medidas de eficiencia energética pueden alcanzar

potencialmente el 90% de la reducción de carbono requerida. A continuación, se exponen los indicadores de transición energética:

Figura 12

Indicadores de transición energética



Nota. Elaboración propia.

Tabla 12*Clasificación de indicadores de transición energética ambiental*

Componentes	Clasificación	Medida
Clima	Efecto invernadero	-Regulación de emisiones de CO_2 por persona y año.
	Biocombustibles	-Producción de biocombustibles cuyo impacto asociado al uso de agroquímicos, plaguicidas, erosión y desertificación, sea reducido.
	Seguridad alimentaria	-Aprovechamiento biológico y óptimo de los recursos alimenticios asegurando el consumo libre de contaminantes durante su producción y preparación.
	Transporte	-Reducción del impacto provocado en la calidad del aire y salud pública debido al uso de combustibles fósiles en los medios de transporte.
Calidad energética	Materias primas	-Empleabilidad de nuevas metodologías de transformación de la materia prima para la conversión en bienes de consumo sin afectar la calidad del aire.
	Ahorro energético	-Regulación del consumo energético mediante políticas de ahorro aplicadas al consumo ciudadano.
	Energías renovables	

- Promoción de implementación de proyectos que impliquen el uso de energías renovables mediante el aprovechamiento de recursos existentes del país.
- Reducción de la huella de carbono mediante la distribución adecuada de recursos energéticos.
- Poseer reservas energéticas previas que permitan reducir los impactos ocasionados en la seguridad energética de un país ante interrupciones, fallas o eventualidades adversas.

Recursos naturales	Consumo	-Regulación cuantificada de los recursos naturales existentes y restablecimiento del ecosistema afectado.
	Biodiversidad	-Implementación de estrategias de seguridad en áreas protegidas, de reservas naturales y en peligro. -Establecer un plan de acción de limpieza de las fuentes hídricas del país.
	Recursos hídricos	-Promover la utilidad de la agricultura ecológica, libre de químicos y contaminantes que pueden afectar la salud pública y el medio ambiente.
	Agricultura ecológica	
Proyectos	Granjas solares	-Empleabilidad de complejos solares por parte de las empresas nacionales que contribuyan a la producción

Microrred	<p>de millones de kWh/año de energía y disminuyan las emisiones de CO_2 por toneladas al año.</p> <p>-Aplicación de fuentes de integración energética renovables que generen y distribuyan energía de manera autónoma reduciendo el uso de fuentes convencionales de energía.</p>
Movilidad sostenible	<p>-Inversión en conexión de movilidad eléctrica, mediante la implementación de buses, autos y metros eléctricos; así como también promover la conciencia social del uso de bicicletas, permitiendo reducir el tráfico y contaminación vial.</p>
Cultura digital	<p>-Reestructuración archivística en las empresas, optando por el uso de dispositivos digitales para la clasificación de información; reduciendo de esta forma la tala de árboles.</p>

Nota. Elaboración propia.

5.2. Índices Corporativos

La seguridad energética actualmente está definida por aquellos actores legales que regula el gobierno, pero a su vez por aquellos que económicamente ayudan a mantener a flote la economía de un país a través de sus inversiones, apoyo científico o acuerdos. Es por esta razón que es importante garantizar la comprensión del funcionamiento de cada uno dentro de la cadena. Así también poder concluir si realmente aportan o pueden ser modificados. Por lo cual a través de los índices corporativos se pretende realizar una revisión conceptual a las entidades que influyen en el marco funcional y regulatorio de la seguridad energética en Colombia.

5.2.1. Entidades ambientales.

Autoridad	Siglas	Concepto
Autoridad Nacional de Licencias Ambientales	ANLA	Por el cual se establecen las licencias, trámites y permisos de movilidad para la implementación de proyectos de desarrollo sostenible.
Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico	CRA	Por el cual se establece la organización veedora de la regulación de servicios públicos de acueducto y saneamiento.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	MinAmbiente	Por el cual se define el plan de ordenamiento ambiental con directrices, leyes y decretos que garanticen el desarrollo sostenible del país.
Instituto de Hidrología,	IDEAM	Entidad encargada de la revisión del estado y pronóstico climatológico del país.

Meteorología y

Estudios Ambientales

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico	IIAP	Entidad encargada del desarrollo científico y biogeográfico del Chocó.
---	------	--

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras	CRA	Entidad encargada de la investigación de los ecosistemas marinos del hábitat nacional en pro de la recuperación del medio ambiente costero.
---	-----	---

Instituto Humboldt	HB	Instituto encargado de la investigación y evaluación de la biodiversidad de Colombia cuyo propósito establece las estrategias para el desarrollo sostenible del país.
--------------------	----	---

Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas	SINCHI	Instituto encargado del estudio biológico y biodiverso del Amazonas.
--	--------	--

Sistema de Información Ambiental de Colombia	SIAC	Por el cual se establecen las políticas de gestión ambiental de Colombia.
--	------	---

Nota. Elaboración propia.

5.2.2. Entidades energéticas.

Autoridad	Siglas	Concepto
Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica	ACOLGEN	Entidad privada para la promoción del libre desarrollo sostenible de la generación eléctrica en el mercado energético de Colombia.
Agencia Nacional de Hidrocarburos	ANH	Entidad encargada de la regulación y administración de los hidrocarburos del territorio colombiano.
Agencia Nacional de Minería	ANM	Entidad encargada de la administración de los recursos minero energéticos del país.
Comisión de Energía y Regulación de Gas	CREG	Entidad regulatoria de servicios de electricidad y gas protegida por el Ministerio de Minas y Energía.
Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas	IPSE	Instituto encargado de la atención de las necesidades energéticas de las poblaciones ubicadas en las zonas no interconectadas del país.
Ministerio de Minas y Energía	MME	Por el cual se dictaminan las políticas de aprovechamiento de los recursos minero

energéticos para el desarrollo económico y social de Colombia.

Unidad de Planeación Minero-Energética	UPME	Entidad encargada de la innovación y transformación del desarrollo minero-energético de Colombia.
--	------	---

Servicio Geológico Colombia	SGC	Entidad encargada de la monitorización de los eventos geológicos alrededor del territorio colombiano y la prevención de eventos de catástrofe natural.
-----------------------------	-----	--

Nota. Elaboración propia.

5.2.3. Entidades financieras.

Autoridad	Siglas	Concepto
ASOBANCARIA	ASOBANCARIA	Agremiación de entidades bancarias y financieras más importantes de Colombia.
Asociación Nacional de Empresarios de Colombia	ANDI	Por el cual se crea la agremiación que propicia el sano desarrollo del sistema de libre empresa cuyos pilares fundamenten los principios económicos y de responsabilidad social
Banco de la República	BanRep	Entidad autorizada para la emisión y distribución de monedas y billetes de la nación,

			así como también el acreedor de préstamos crediticios.
Fondo de Garantías de Instituciones Financieras	FOGAFIN		Proveedora de protección de las instituciones financieras y accionistas del país.
Fondo Nacional de Ahorro	FNA		Entidad pública establecida según el decreto 3118 de 1968 que provee beneficios de ahorro y protección de cesantías a funcionarios públicos.
Ministerio de Hacienda y Crédito Público	MinHacienda		El cual define los procesos económicos, financieras, crediticios y fiscales del país.
Superintendencia Financiera de Colombia	SFC		Entidad encargada de la supervisión de los sistemas financieros del país.

Nota. Elaboración propia.

5.2.4. Entidades gubernamentales.

Autoridad	Siglas	Concepto
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	MinAgricultura	Por el cual se establecen las políticas de desarrollo agrícola y protección de derecho de los campesinos.
Ministerio de Defensa Nacional	MinDefensa	Por el cual se dictaminan las políticas fuerza pública y seguridad de Colombia.

Ministerio de Educación Nacional	de	MinEducación	Por el cual se formulan las políticas de derecho a la educación de calidad.
Ministerio de Justicia		MinJusticia	Por el cual se dictaminan las políticas públicas de justicia formal y de derecho.
Ministerio de Relaciones Exteriores	de	Cancillería	Entidad encargada de las relaciones diplomáticas a nivel internacional.
Ministerio de Salud y Protección Social	y	MinSalud	Entidad encargada del control de los servicios de salud y seguridad social de los habitantes del territorio nacional.
Ministerio de Tecnologías, Información y Comunicación	de	MinTic	Por el cual se adoptan las iniciativas de transformación digital de Colombia.
Ministerio de Transporte	de	MinTransporte	Entidad encargada del desarrollo de la infraestructura vial y de transporte.

Nota. Elaboración propia.

5.2.5. Organizaciones propuestas.

Debido a la falta de entes encargados de en materia de seguridad energética, se propone a continuación una serie de propuestas que complementen su utilidad en el país:

Tabla 13

Propuesta de organismos de seguridad energética

Comisión de Seguridad Energética

- Creación de una comisión reguladora que vele por los intereses del país y establezca los índices de seguridad energética competentes.

Organización de reciclaje electrónico

- Creación de un organismo encargado de la recolección puerta a puerta de reciclaje electrónico para su reutilización en proyectos de investigación o de bien común para el país.

Organismo de ciberseguridad

- Creación de un organismo de ciberseguridad que proteja la información de seguridad energética y nacional.

Facultades en Seguridad Energética

- Implementación de tecnologías y materias de seguridad energética en programas de educación de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Energías en las universidades tanto privadas como públicas del país.

Nota. Elaboración propia.

5.3. Índices Económicos

La estabilidad económica de un país va a depender de forma directa de la seguridad energética y viceversa. En otras palabras, garantizar que se cuente con los recursos necesarios para producir energía de forma constante y eficiente, dependerá de que tanto se está dispuesto a invertir y el flujo de economía dependerá en gran medida de las condiciones en las que se encuentran los lugares de los cuales se extraigan los combustibles. Esto implica aportar al crecimiento de estas regiones, por lo cual es algo que no se puede desligar. Un claro ejemplo es el *fracking*, que para algunos expertos puede ser un apoyo en inversión social y económico en las comunidades en donde se realicen estos proyectos, siendo necesario para poder extraer gas y crudo del interior de los suelos. De no hacerse así, se complicaría el proceso de extracción, tomando más tiempo disminuyendo el nivel de recurso útil y generando la posibilidad de que a futuro estos mismos deban ser importados, lo cual amenaza la independencia energética del país y lo somete a estar ligado a fluctuaciones de precios y disponibilidad del recurso.

En cambio, otros expertos aseguran que el *fracking* no es un proceso seguro con el medio ambiente. Entonces, ¿qué se propone? Inicialmente, que el país expanda su producción de energías renovables, claro, esto siendo posible al realizar una mayor inversión en zonas con mucho potencial que se recuperará, trayendo mayores reservas energéticas y permitiendo descarbonizar en cierto nivel la economía colombiana, así como también el flujo efectivo en la nación. Por esto, mediante los índices económicos se posibilita medir y realizar estadísticas de consumo, eficiencia y diversidad que permiten predecir el comportamiento económico y energético del país; esto conlleva a poder disponer de forma más inteligente los presupuestos, recursos naturales y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Para el desarrollo de este ítem se traerán a revisión algunos índices mencionados al inicio del capítulo sobre la clasificación de índices económicos expuestos en (UPME, 2016). De manera que se pueda establecer un diagnóstico aproximado de la situación energética que atraviesa Colombia mediante el enfoque de las perspectivas económicas implícitas en el país.

5.3.1. Intensidad energética PIB y uso de energía per cápita.

Se dimensiona el nivel de utilización de la energía primaria sobre una base per cápita y expresa la relación entre el uso de energía primaria y el desarrollo económico. Se estudian las tendencias del uso total de la energía primaria respecto al PIB.

Figura 13

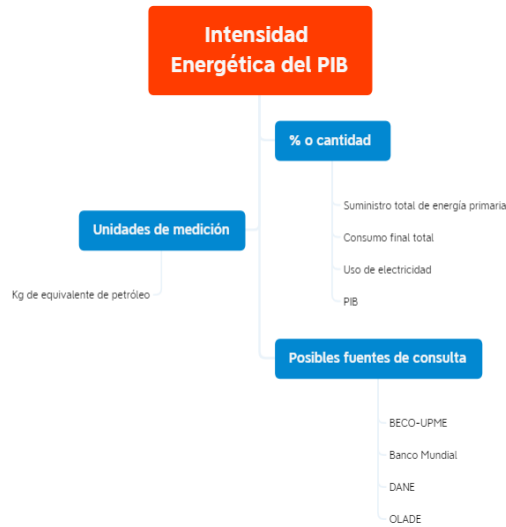
Uso de energía per cápita



Nota. Adaptado de: (Sánchez, Vásquez, & Vilorio, 2018).

Figura 14

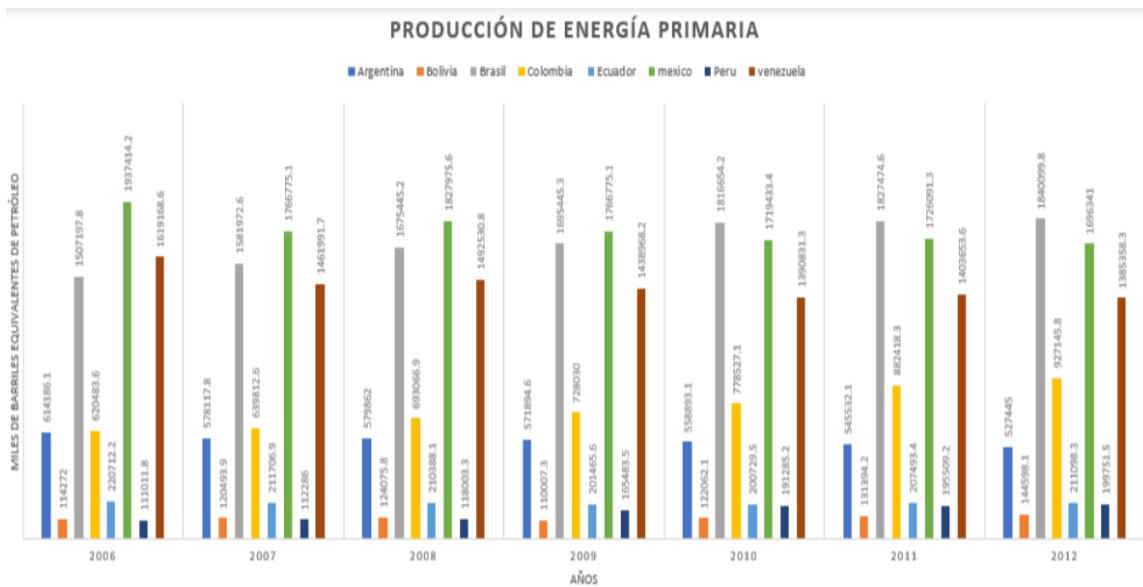
Intensidad energética del PIB



Nota. Adaptado de (Sánchez, Vásquez, & Vilorio, 2018).

Figura 15

Producción de energía primaria

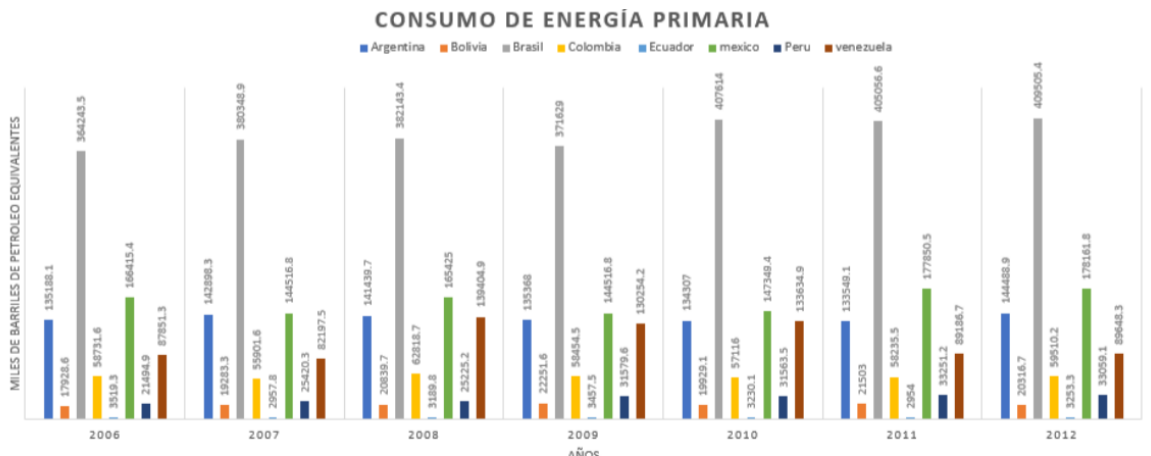


Nota: Adaptado de (CEPAL, 2014).

Según datos de (CEPAL, 2014), Colombia ocupó el tercer puesto entre los años 2006 y 2012 en Sudamérica. Eso significa un aporte promedio de 752783.471 [Mbbbl] en los 7 años del análisis y aumentando entre el 2006 y 2012. Colombia aportó el 10.18% de esa producción, lo cual significa 306662.2 [Mbbbl], respecto al promedio de producción de energía primaria entre 2006 y 2012.

Figura 16

Consumo de energía primaria.

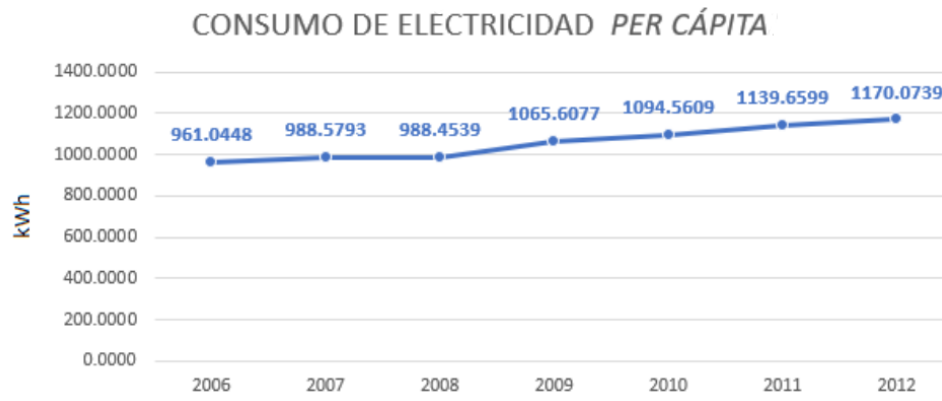


Nota. Adaptado de (CEPAL, 2014).

Según datos de (CEPAL, 2014), Colombia ocupó el tercer puesto en consumo de energía entre los años 2006 y 2012 en Sudamérica, consumiendo un promedio de 58681.16 [Mbbbl] en los 7 años del análisis y disminuyendo entre el 2006 y 2012. Colombia consumió el 5.10% de ese consumo, lo que significa 778.6 [Mbbbl], respecto al promedio de consumo de energía primaria entre 2006 y 2012.

Figura 17

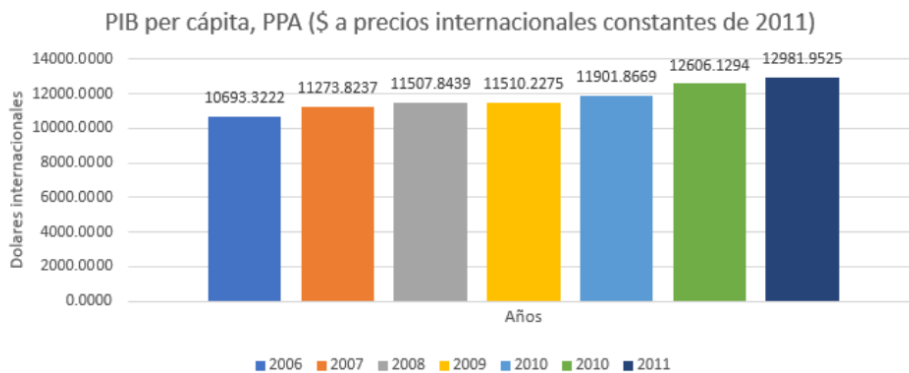
Consumo de electricidad per cápita



Nota. Tomado de Banco Mundial⁷.

Figura 18

PIB per cápita



Nota. Tomado de Banco Mundial⁸.

Finalmente, con el consumo eléctrico y PIB *per cápita* identificados, adicional con la población por año anteriormente incluida en los índices sociales, se tiene la información para calcular los indicadores.

⁷ Referirse a: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?locations=CO>

⁸ Referirse a: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.KD?locations=CO&view=chart>

5.3.2. Relación existente entre reserva y producción.

Mide la disponibilidad de reservas de energía con respecto a la generación de electricidad.

Figura 19

Relación reservas/producción

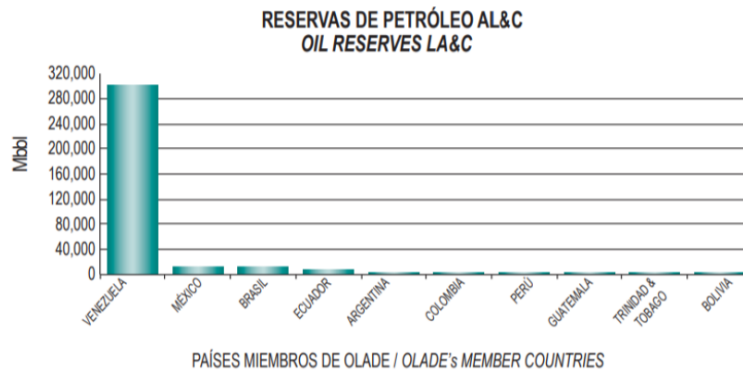


Nota. Adaptado de (Sánchez, Vásquez, & Viloria, 2018).

Petróleo

Figura 20

Reservas de petróleo

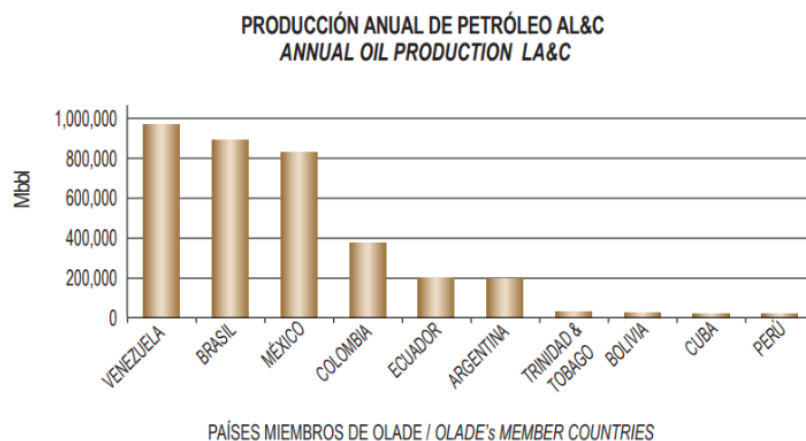


Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Para el 2015, Colombia ocupaba el sexto lugar en reservas de petróleo de países que conforman la OLADE.

Figura 21

Producción anual de petróleo



Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Para el 2015, Colombia ocupó el cuarto lugar en producción de petróleo de países que conforman la OLADE.

Tabla 14

Datos para hallar la relación entre reserva y producción de petróleo

OLADE	Reservas probadas [Mbbbl]	Producción [Mbbbl]	Alcance (Años)
Argentina	2394.8	194.32	12.32
Brasil	12999.73	821.2	14.59

Colombia	2002	377.61	5.3
Ecuador	7632	198.23	38.5
México	13017.4	827.83	15.72
Venezuela	300878.03	968.66	310.61

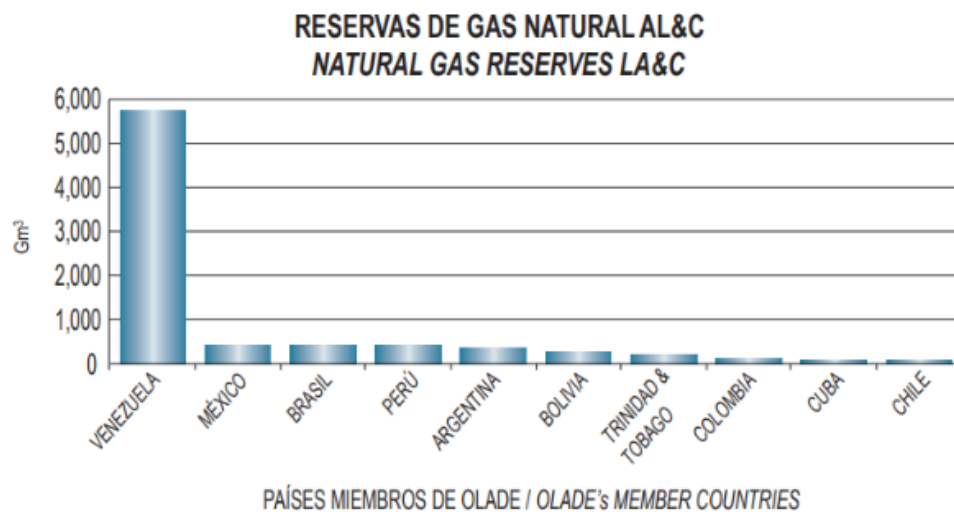
Nota. Tomado de (UPME, 2016).

Con los datos anteriores se puede calcular la relación mediante el cociente entre las reservas y producción de petróleo.

GAS

Figura 22

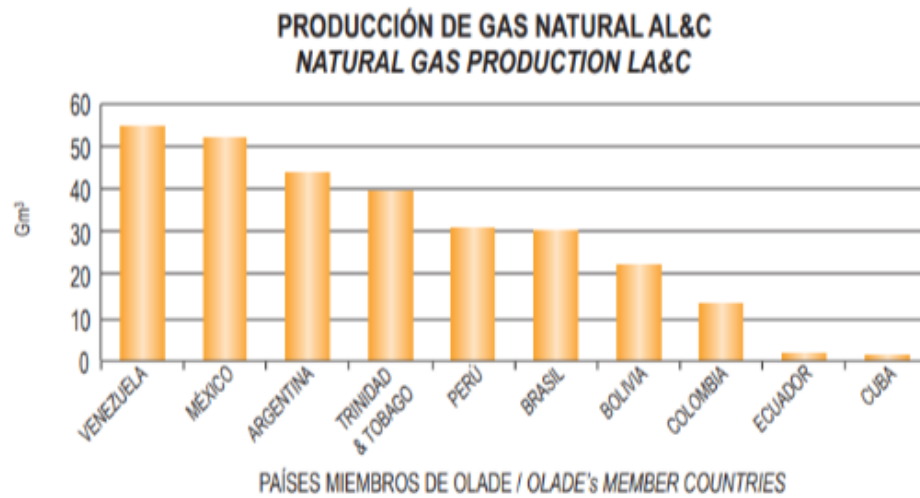
Reservas de gas natural



Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Figura 23

Producción de gas natural



Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Para el 2015, Colombia ocupó el octavo lugar en reservas y producción de gas en países que conforman la OLADE.

Tabla 15

Datos para hallar la relación entre reserva y producción de gas

OLADE	Reservas probadas [Gm ³]	Producción [Mbbbl]	Alcance (Años)
Argentina	350.40	43.83	8
Brasil	429	30.41	14.14
Colombia	123.49	13.44	9.19

Ecuador	11.1	1.68	6.62
México	432.98	51.9	8.34
Bolivia	251.35	22.17	11.33
Venezuela	404.89	31.04	13.05
Trinidad y Tobago	199.57	36.61	5.04
Perú	5716.94	54.76	104.41

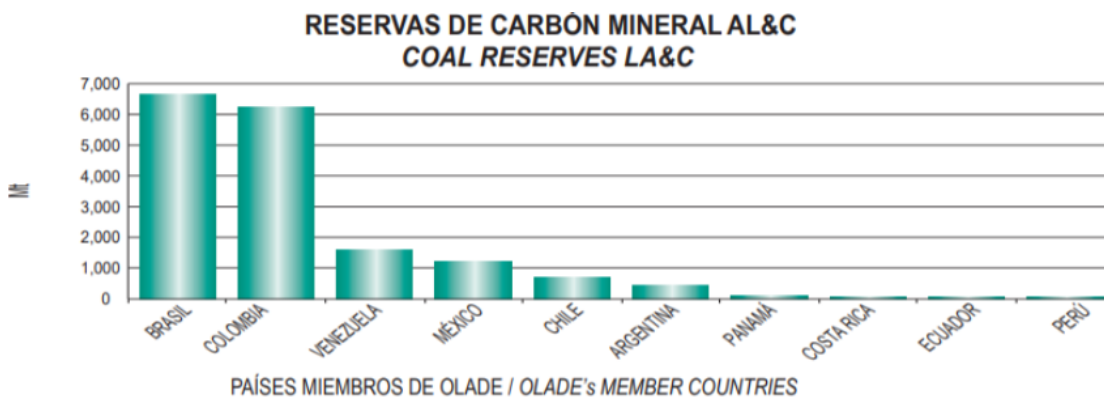
Nota. Tomado de (UPME, 2016).

Con los datos anteriores se puede calcular la relación mediante el cociente entre las reservas y producción de gas.

Carbón

Figura 24

Reservas de carbón

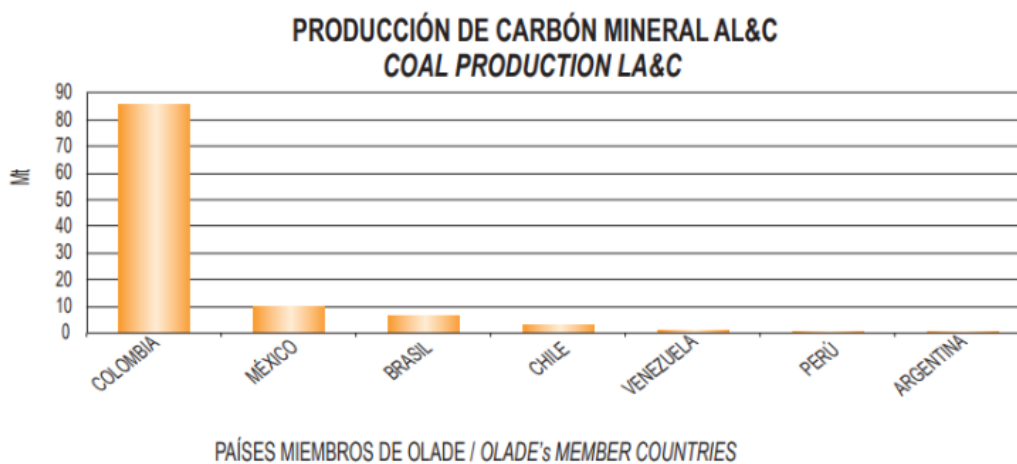


Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Para el 2015, Colombia ocupó el segundo lugar en reservas de carbón de países que conforman la OLADE.

Figura 25

Producción de carbón



Nota. Tomado de (OLADE, 2016).

Para el 2015, Colombia ocupó el primer lugar en producción de carbón de países que conforman la OLADE.

Tabla 16

Datos para hallar relación entre reserva y producción de carbón

OLADE	Reservas probadas [Mbb]	Producción [Mbb]	Alcance (Años)
Argentina	421	0.028	15289.19
Brasil	6630	6.374	1040.1

Colombia	6247.71	85.55	73.03
Ecuador	22	0	0
México	1211	9.81	123.48
Venezuela	1599.8	0.83	1928.15

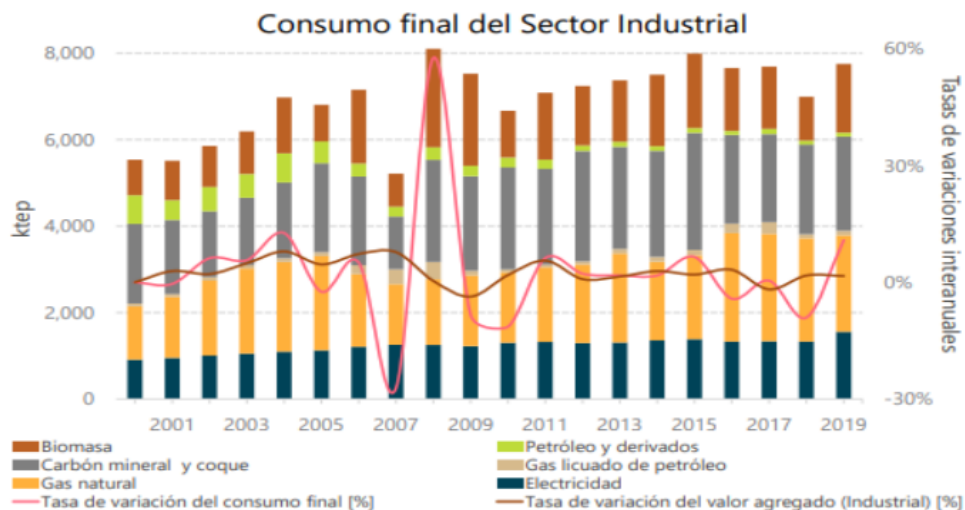
Nota. Tomado de (UPME, 2016).

Con los datos anteriores se puede calcular la relación mediante el cociente entre las reservas y producción de carbón.

5.3.3. Intensidad energética en sistemas de energía.

Figura 26

Consumo final del sector industrial



Nota. Tomado de OLADE sieLAC⁹.

⁹ Referirse al siguiente enlace para más información:

Con la información presentada el gráfico que proporciona la OLADE, se infiere que la electricidad, la biomasa, el carbón y el gas natural son los combustibles que más aportan a la seguridad energética del país, al presentar una elevada participación en los consumos finales del sector industrial.

Según la UPME, para el 2014, la participación del consumo energético en el sector industrial estuvo liderada por el carbón mineral con un 28.3%, seguido por el gas natural con 27.9%, bagazo con un 20.8%, electricidad con un 13%, siendo estos los porcentajes de mayor magnitud. En términos de promedios generales, el sector industrial representa cerca del 30% del consumo energético. A partir del 30%, un 17% se adjudica a usos eléctricos incluyendo energía adquirida, auto y cogenerada. Por otro lado, sectores energéticos como el gas natural, el bagazo y el carbón representan un 83% (UPME, 2016).

Para este mismo año, los usos de la energía atribuidos a industrias tuvieron una participación del 43.3% para calor indirecto, 41.9% para calor directo y 12.4% para fuerza motriz. El porcentaje restante se adjudicó a iluminación, refrigeración y otros usos (UPME, 2016).

Según la UPME, para el año 2017, el 17% de electricidad que se utilizó en la industria fue empleado en un 75.9% para fuerza motriz, 5.3% para iluminación y refrigeración respectivamente, 9% para calor directo en sectores de químicos, metales básicos y plásticos, 0.4% en calor indirecto, 2.7% en aire acondicionado y 1.5% para otros usos (UPME, 2016).

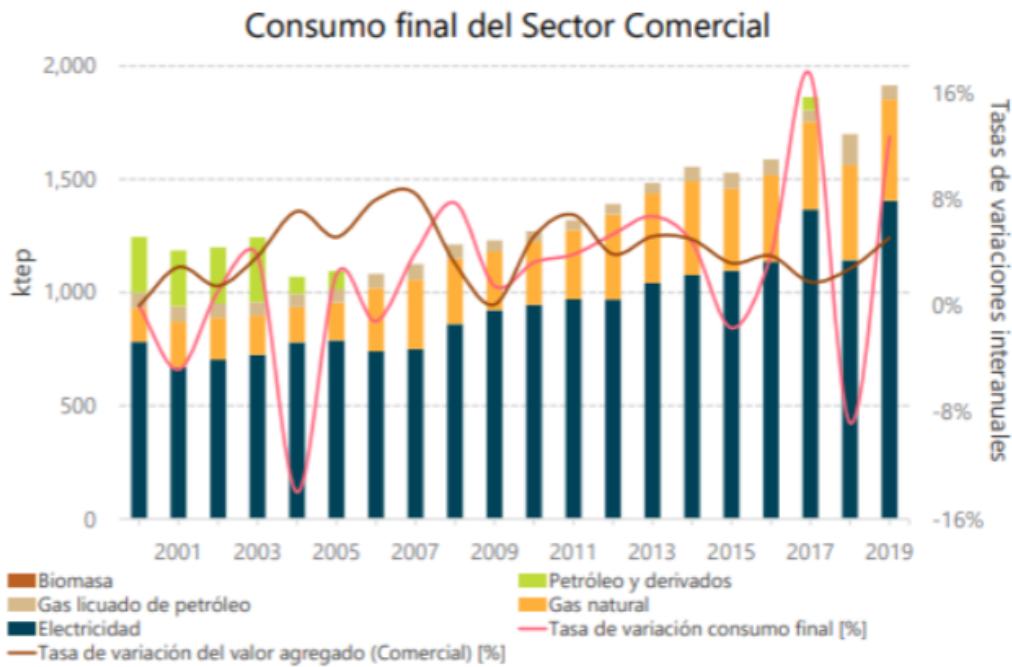
Con relación a los combustibles sólidos, se generan dos clasificaciones de consumo: calor directo e indirecto. Estos representaron el 45% del consumo energético del sector industrial para el año 2014. También afirma que los consumos de coque y bagazo se relacionan de forma directa con el consumo de carbón mineral. El porcentaje de usos de los combustibles sólidos se complementa de la siguiente forma: 38.59% calor indirecto, 61.39% calor directo y 0.02% otros usos. En el

mismo año, el gas natural se empleó de la siguiente manera: 64.27% calor directo, 35.71% calor indirecto y 0.02% otros usos (UPME, 2016).

5.3.4. Intensidad energética presente en sistemas comerciales.

Figura 27

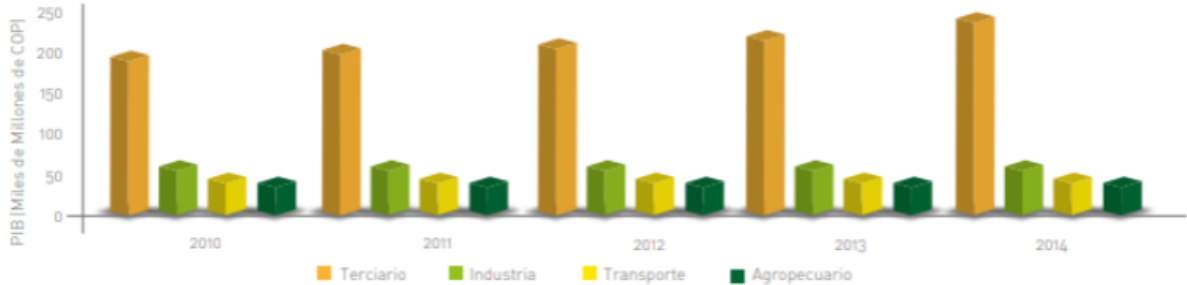
Consumo final del sector comercial



Nota. Tomado de OLADE sieLAC.

La OLADE identifica que entre los años 2001 y 2019, el mayor uso de energía por parte del sector comercial fue de electricidad, seguido por el gas natural, el petróleo y sus derivados (los cuales tuvieron relevancia entre los años 2000 y 2003), año a partir del cual disminuyó su uso hasta el 2017, donde su utilización fue notable, aunque mínima en comparación con otros energéticos.

En el año 2014, la UPME realizó un análisis estadístico en el que agrupa el sector comercial con el público y de servicios (terciario).

Figura 28*PIB según sector en Colombia*

Nota. Tomado de (UPME, 2016).

La participación del sector terciario en la economía colombiana es fundamental, ya que ocupó cerca del 60% del PIB nacional para el 2014 y se utilizó cerca del 7% de la energía final del país. Según la UPME “esto no indica una mayor eficiencia, sino que un sector que consume poca energía está aportando más en el crecimiento económico del país”.

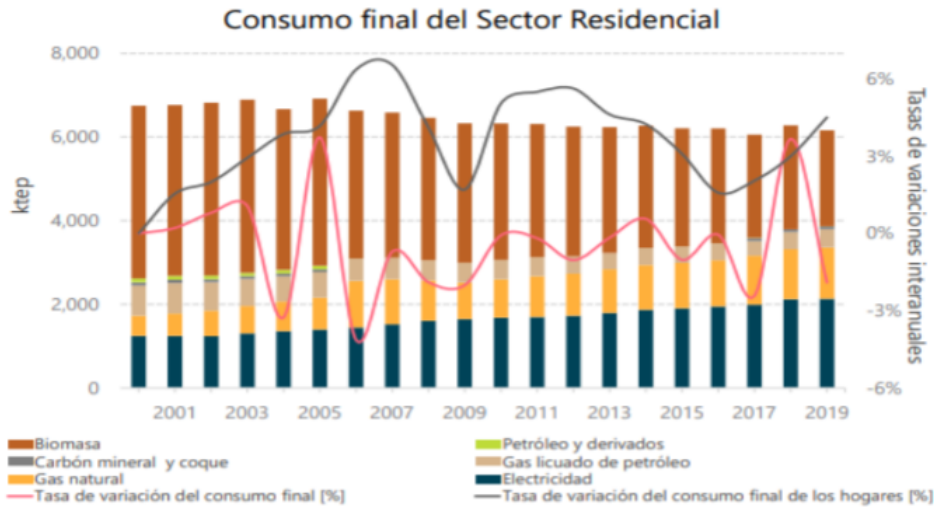
Estadísticas de la UPME indican que, a inicios del 2014, para el sector terciario se realizaron los siguientes consumos:

- -Energía eléctrica: 66.24% ($9.146 * \frac{GWh}{año}$).
- -Gas natural: 28.92% ($414 * 10^6 \frac{m^3}{año}$).
- -GLP: 4.84% ($52 * 10^6 \frac{kg}{año}$).

5.3.5. Intensidad energética presente en zonas residenciales.

Figura 29

Consumo final del sector residencial



Nota. Tomado de OLADE sieLAC.

De los datos anteriores proporcionados por la OLADE, se puede deducir que entre los años 2001 y 2019, el mayor uso de energéticos fue de biomasa. Esto se relaciona directamente con el uso de combustibles como: la leña en sectores donde la energía eléctrica y el gas no llegan o su uso es restringido por el nivel de ingresos que se tienen. Según la UPME, el DANE calcula que cerca de 1.6 millones de familias cocinan con leña en el país.

La UPME para el 2014 estima que los energéticos más utilizados en el área urbana fueron la electricidad y el gas con una participación respectiva de 55% y 35%. En el sector rural los energéticos más empleados fueron la leña y el GLP con una participación respectiva de 77% y 14% (UPME, 2016).

El consumo del sector residencial se distribuyó de la siguiente manera: 46% cocción, 24% refrigeración, 11% iluminación, 4% climatización, 7% calentamiento de agua y 9% otros usos. El porcentaje de consumo de energía eléctrica se distribuyó así: 39% refrigeración; 10% iluminación 20% televisión; 2% planchado; 6% ducha; 6% ventilación; 6% Ducha; 7% AA Y 10% otros (UPME, 2016).

Según datos de estudios realizados por la UPME, se observa una menor eficiencia energética en estratos 1, 2 y 3. Esto se debe al uso de equipos que no tienen una relación consumo/producción adecuada. El uso del refrigerador acapara casi el 82% de la población colombiana. Se estima una parte de estos equipos cuyo desempeño no es óptimo y consume aproximadamente 60 KWh/mes, frente a los 34.5KWh/mes que puede consumir un equipo nuevo y con mejor rendimiento. En el caso de la iluminación alrededor del 56% de su consumo energético se debe a que cerca del 23% de las bombillas empleadas son incandescentes. A través de normatividades se busca incentivar a que la población disminuya su uso en los hogares, permitiendo más ahorros y aportes ecológicos. Finalmente, el porcentaje restante de iluminación se complementa con la participación de bombillas LFC con un 64%, LED con un 10% y el 2% faltante corresponde a bombillas fluorescentes tubulares (UPME, 2016).

5.3.6. Intensidad energética presente en sistemas de transporte.

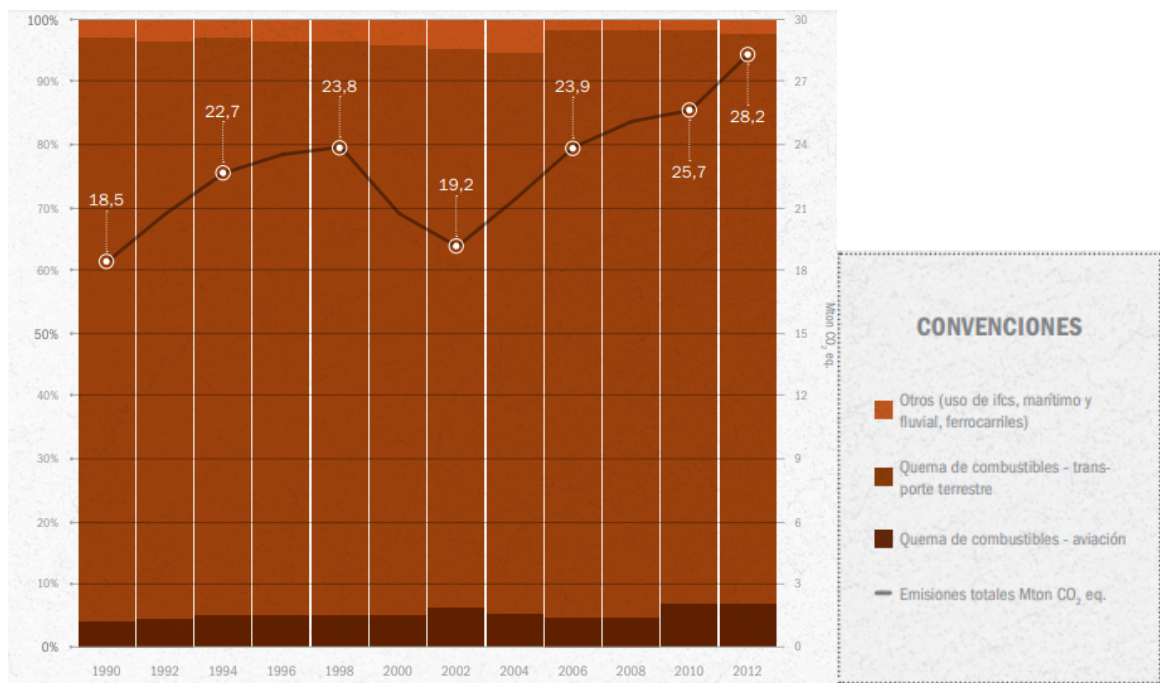
En Colombia el sector del transporte es el que más aporta a emisiones de CO_2 debido a que el uso de combustible es mayor comparado con otros países. Esto se origina a raíz de la diversidad topográfica que presenta el país.

Emisiones CO₂ sector transporte

En el país se emitió cerca de 178.258 millones de toneladas de CO₂. De esa cantidad el 44% fue originado por el sector energético con 78433.52 millones de toneladas, cantidad a la cual el sector del transporte alimentó con 30040.04 millones de toneladas equivalentes a 38.3% que se divide en 32.5% transporte terrestre y 5.7% aviación y ferrocarriles (Cigüenza, 2017).

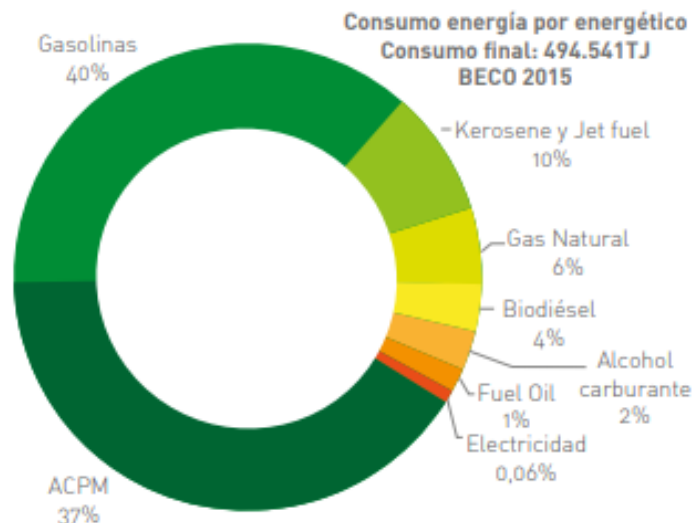
Figura 30

Emisiones de CO₂ generadas a partir del transporte



Nota. Tomado de (IDEAM, PNUD, 2016).

La UPME para el año 2015 estima que el consumo final del sector del transporte fue 495.512 [TJ], alimentándose en gran magnitud de combustibles fósiles. En porcentajes de participación la gasolina y el ACPM aportaron respectivamente 37% y 40%. La electricidad tuvo una participación discreta aportando menos del 1%, al igual que los biocombustibles de aceite de palma y alcohol carburante con 4% y 2% respectivamente (UPME, 2016).

Figura 31*Consumo de energía en el transporte*

Nota. Tomada de (UPME, 2016).

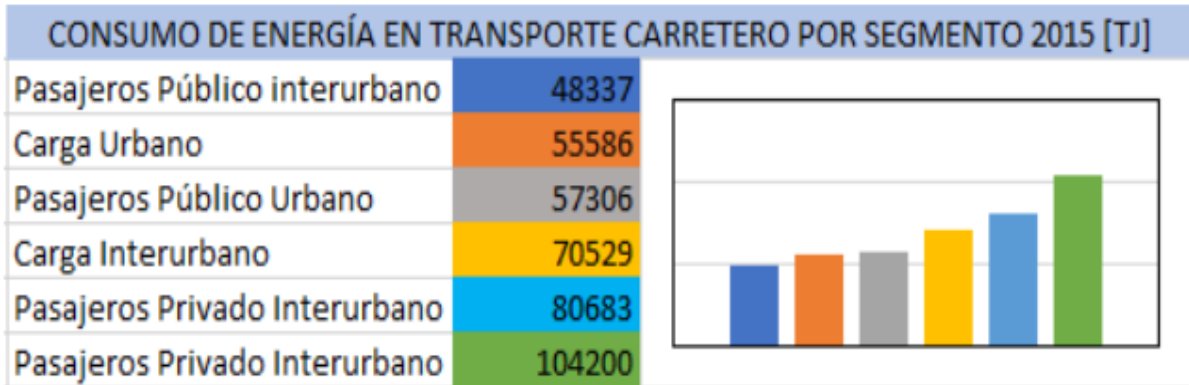
El gráfico anterior proporcionado por la UPME muestra la distribución del consumo energético por sector de transporte. El ACPM y la gasolina acaparan un 77% de utilidad para el 2015, dejando de lado al gas natural y la electricidad que aportaron 6% y 0.06% respectivamente.

Para el mismo año el porcentaje de consumo de energía se distribuyó según sectores de transporte de la siguiente manera (UPME, 2016):

- -Vial: 88% con un promedio de 434459 [TJ].
- -Aéreo: 10% con un promedio de 48199 [TJ].
- -Marítimo: 2% con un promedio de 11417 [TJ].
- -Fluvial: 0.04% con un promedio de 176 [TJ].
- -Ferroviario: 0.06% con un promedio de 291 [TJ].

Figura 32

Consumo de energía en transporte carretero 2015

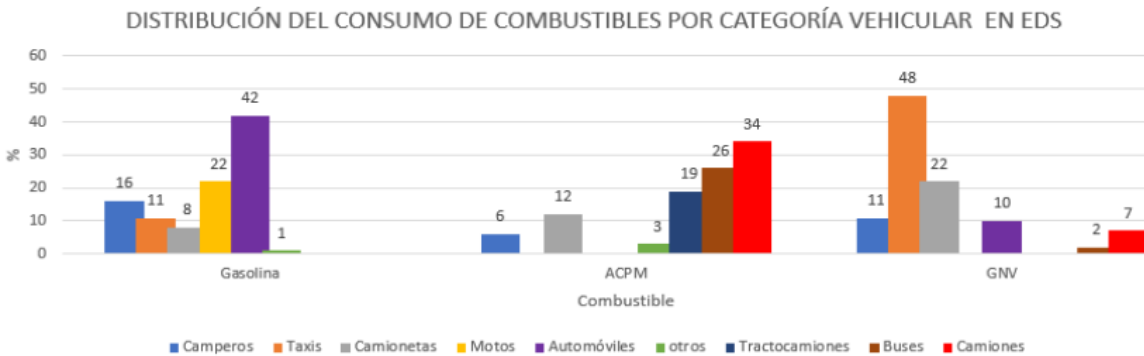


Nota. Adaptado de: (UPME, 2016).

Se puede observar que el consumo de energía es mayor en el sector privado de pasajeros interurbano, superando por 55863 [TJ] al consumo de transporte en sector público de pasajeros interurbanos.

Figura 33

Distribución por consumo de combustible categoría vehicular



Nota. Adaptado de (UPME, 2016).

El mayor consumo de energético realizado se debe a los taxis, en grupo del GNV, con un 48%. En el grupo de la gasolina el mayor consumo lo realizan los automóviles con un 42%. En el grupo del ACPM el mayor consumo lo realizan los tractocamiones con un 34%. Con estos datos se puede realizar una idea aproximada de como varia el índice en estudio en el país, y lo más razonable es que de entre el 2021 y 2030, se realicen algunos cambios en estas estadísticas debido a proyectos que buscan disminuir emisiones de GEI, renovando los medios de transporte y la integración de la matriz de transporte de los vehículos eléctricos.

5.3.7. Integración de energías renovables y fuentes sin carbono.

Figura 34

Porcentaje de energía no basada en carbono



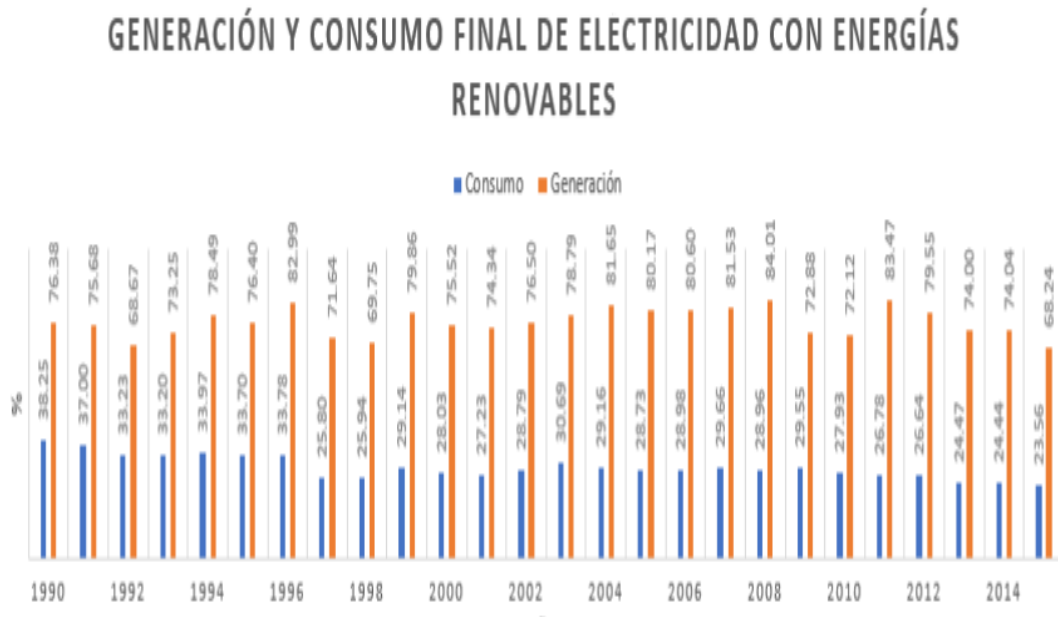
Nota. Adaptado de (Banco Mundial, 2016).

Los datos mostrados en la tabla anterior, no se deben tomar como un valor exacto, ya que su cálculo se realiza a través de la información publicada por *Enerdata* sobre la producción total de energía eléctrica y el Banco mundial con la información publicada sobre el porcentaje de energía

eléctrica basada en el carbón. Esta información sirve de herramienta para entender cómo afecta a Colombia, un país que depende cerca de un 70% de la energía hidráulica.

Figura 35

Generación y consumo final de electricidad



Nota. Tomado de (Banco Mundial, 2016).

5.3.8. Dependencia de importación energética.

Según la OLADE, para el año 2019 Colombia contó con una producción total de energía de 137.41 [Mtep]. Sus importaciones de energía fueron de 3.00 [Mtep], su exportación energética fue de 86.46 [Mtep] con un consumo total de energía de 32.14 [Mtep]. En el siguiente grafico tomado del Comité Colombiano de la CIER, se observa la tendencia del país en importaciones y exportaciones de energía.

Figura 36

Importación y exportación de energía en Colombia



Nota. Tomado de (CIER, 2017).

De lo anterior se puede concluir que Colombia es un país que no es dependiente de sus importaciones de energía en gran porcentaje. Esto se puede asimilar mejor al observar el nivel de autarquía que ha tenido el país. La autarquía se define como la capacidad que tiene un país para abastecer sus necesidades energéticas con sus propias fuentes de energía y se calcula así:

Figura 37

Autarquía energética

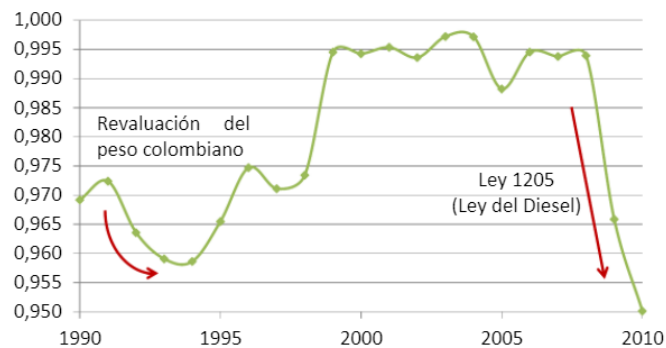
Año	Importaciones (PJ)	Demanda (PJ)	I/D	Autarquía
1990	52,202	1693,644	0,031	0,969
1991	48,373	1751,431	0,028	0,972
1992	64,511	1770,084	0,036	0,964
1993	73,705	1799,605	0,041	0,959
1994	76,373	1845,225	0,041	0,959
1995	66,216	1918,238	0,035	0,965
1996	50,341	1991,077	0,025	0,975
1997	58,552	2025,616	0,029	0,971
1998	54,805	2062,794	0,027	0,973
1999	10,659	1953,157	0,005	0,995
2000	11,428	1986,653	0,006	0,994
2001	8,752	1884,624	0,005	0,995
2002	12,564	1960,205	0,006	0,994
2003	5,607	2007,922	0,003	0,997
2004	5,823	2047,794	0,003	0,997
2005	24,031	2040,468	0,012	0,988
2006	11,598	2122,695	0,005	0,995
2007	12,86	2067,739	0,006	0,994
2008	12,996	2140,210	0,006	0,994
2009	73,309	2147,442	0,034	0,966
2010	104,325	2090,921	0,050	0,950

Nota. Tomado de (Echeverry & Ruiz, 2014).

En esta grafica se observa como el nivel de autarquía disminuye notablemente en el año 2010, debido a que la importación de energía aumenta al igual que la demanda energética.

Figura 38

Autarquía energética 1990-2010



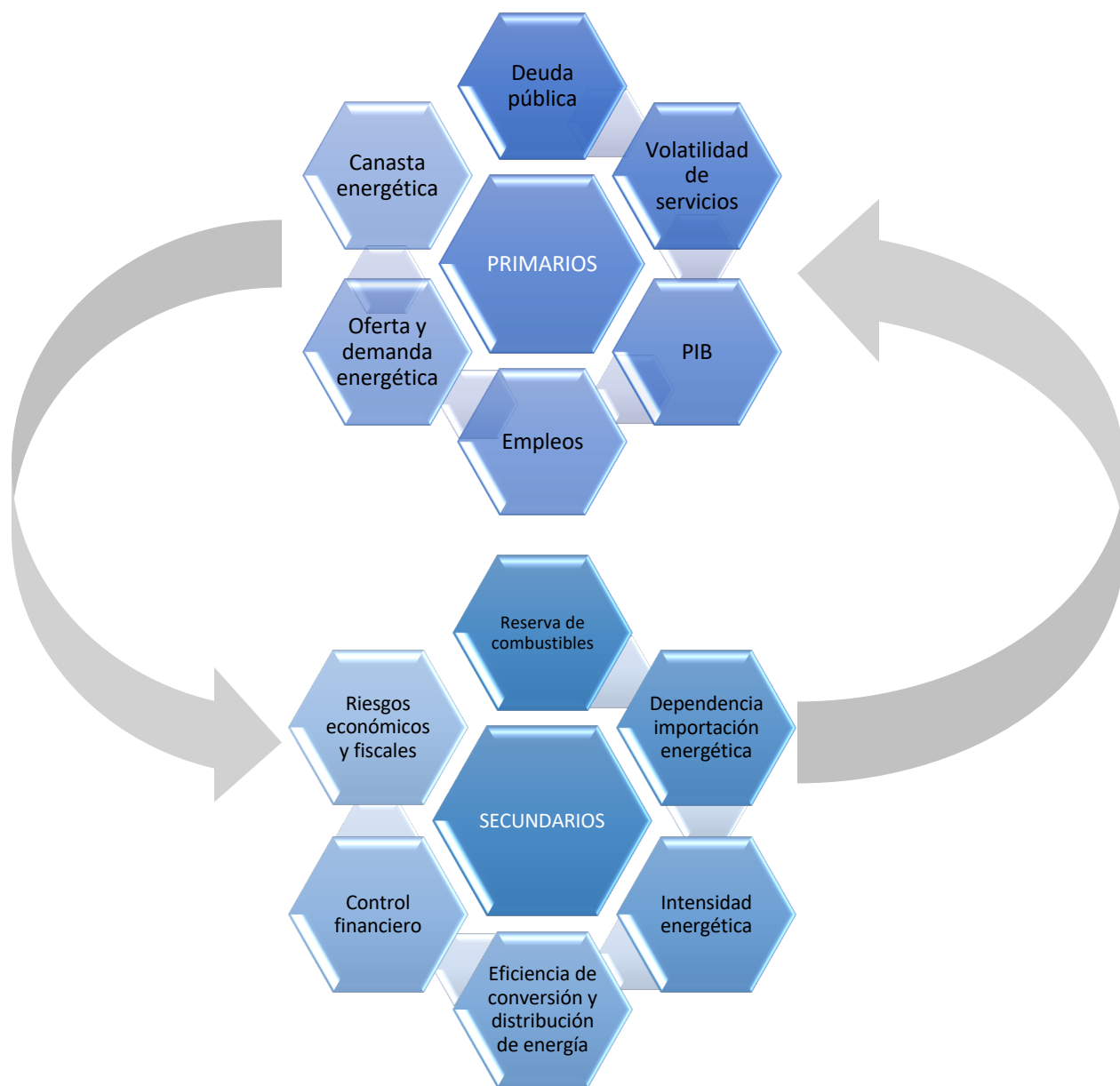
Nota. Tomado de (Echeverry & Ruiz, 2014).

5.3.9. Dimensionamiento económico

Para la consolidación de un marco económico sostenible, se deben revisar los índices implícitos en la dimensión económica, considerando las necesidades que un país tiene.

Figura 39

Indicadores primarios y secundarios de dimensionamiento económico



Nota. Elaboración propia.

5.3.10. Índices de Consumo Energético.

Consumo energético. Es considerado como un factor directamente proporcional con la seguridad energética de un país, en cuanto al uso adecuado y ahorro de la energía empleados en los diferentes actores energéticos que componen un país, como lo es la industria, transporte, comercio y zonas residenciales. Según (Cervan Prado, 2016), para determinar este índice se deben revisar tres factores: eficiencia energética, intensidad energética, diversidad de consumo de incremental de precio.

Eficiencia energética (E). Es la relación entre el consumo final y oferta interna de energía. Se dispone de la siguiente ecuación:

$$Eficiencia = \frac{CF}{OI}$$

Donde:

- *CF*, equivale al consumo final de energía.
- *OI*, se considera a la oferta interna de energía.

Intensidad energética (I). Es la relación existente entre el consumo de energía y el producto interno bruto, que se conoce como la intensidad energética, expresada a continuación:

$$Intensidad = \frac{CE}{PBI}$$

Donde:

- *CE*, corresponde al consumo energético de un país.
- *PBI*, es el producto interno bruto.

Diversidad energética (Di). Ante la posibilidad de interrupciones del suministro energético de un país, se emplea el estudio de diversas fuentes energéticas consideradas como “sustitutas”, obteniendo la siguiente ecuación:

$$Diversidad = 1 - HHI(N_i)$$

Donde:

- HHI, corresponde al método de medición de concentración del mercado (Rhoades, 1993).
- N_i , se considera la participación de una fuente de energía en el consumo final.

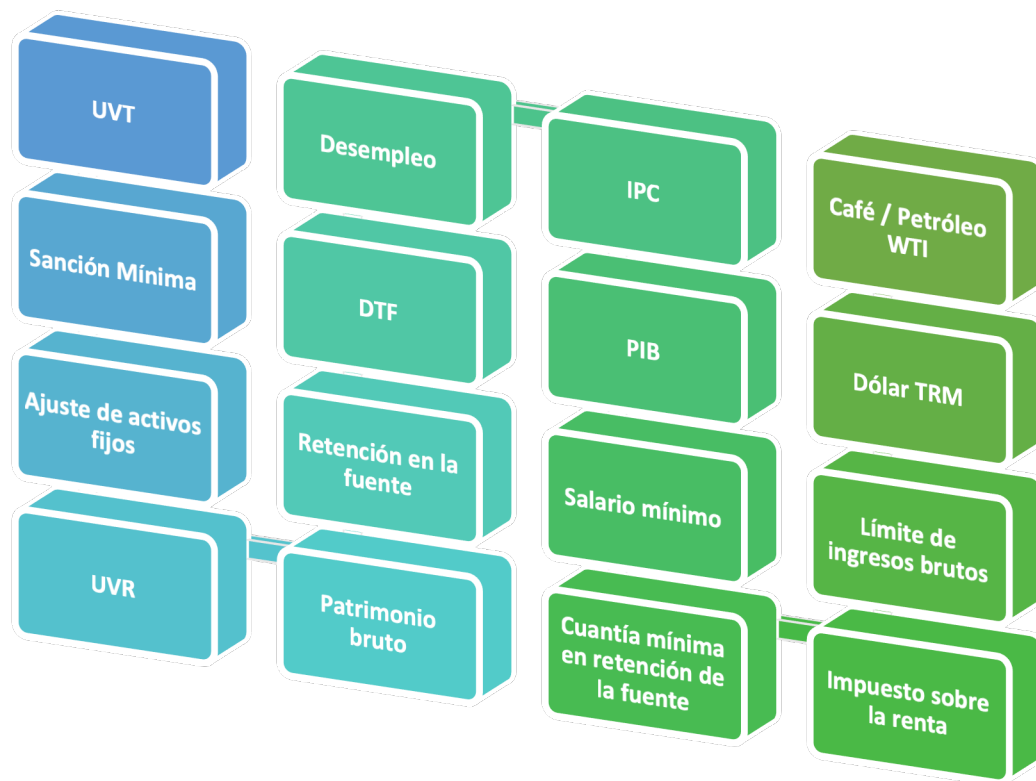
Índice incremental de precio (IIP). Finalmente, se emplea el índice incremental de precio mediante el método de agregación de indicadores compuestos que permite correlacionar los efectos negativos ocasionados por el consumo y su impacto en el precio del paquete energético. Se lleva a cabo mediante el promedio aritmético ponderado de las variables normalizadas y los factores de pesos (Schuschny, 2009).

5.3.11. Índices tributarios

Por el cual se aplican los índices de auditoría tributaria declarada por entidades reguladoras como la DIAN en Colombia, visualizados en el anexo D. A continuación, se indican los índices más figurativos que componen el esquema de un país y que contribuyen con la seguridad energética de Colombia:

Figura 40

Indicadores tributarios de Colombia



Nota. Elaboración propia.

5.4. Índices Geopolíticos

Las decisiones políticas pueden ser afectadas por aspectos geográficos, esto es algo que históricamente se ha visualizado. También es una forma de prever el futuro de un determinado lugar. Sectores fronterizos con cualidades energéticas atractivas señalan que el poder político sobre estas zonas incrementa, al igual que las relaciones internacionales por garantizar una participación en la explotación o preservación de este. Es por eso que la geopolítica es una rama importante en la academia, ya que brinda la posibilidad de aprender a tomar mejores decisiones sobre territorios estratégicos y así ayudar a mantener la soberanía, no solo ante amenazas externas sino también internas. Además, permite integrar distintas ramas del conocimiento lo que facilita mantener el control y el poder en estos lugares, pero a la vez garantizar que los recursos y las personas que lo habitan sean respetados. Teniendo en cuenta esto, un punto a favor para las multinacionales que quieran realizar proyectos en estas zonas es dar cumplimiento a las normativas ambientales y establecer un canal de inversiones que puedan captar el interés del estado para ser más competitivas ante otras empresas que busquen instalarse en dichas zonas.

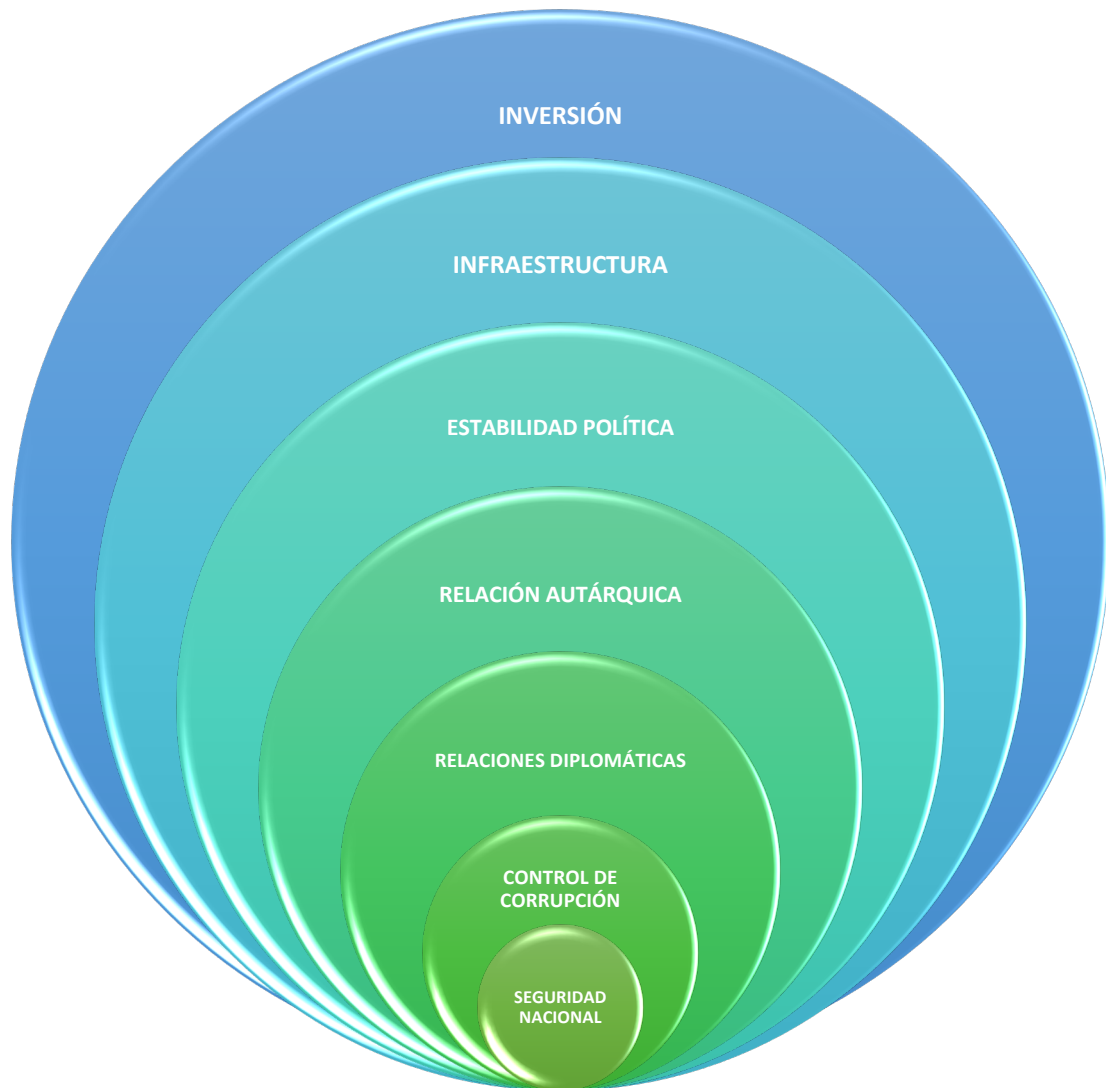
Los índices geopolíticos buscan mostrar los criterios elementales que debe manejar un país para ser sostenible y fuerte en todos sus territorios, y a la vez el comportamiento que desde el gobierno se debe brindar en cuanto a relaciones diplomáticas, ya que la esencia de la protección de sus espacios fronterizos recae en los esfuerzos realizados por los ministerios de relaciones exteriores, aliados fundamentales en las alianzas geopolíticas y diplomáticas entre las naciones.

5.4.1. Contexto del país.

En el cual se establecen los criterios que componen el marco geopolítico.

Figura 41

Criterios del contexto de un país



Nota. Elaboración propia.

Inversión. Por el cual todo país permita reguladamente la inversión nacional y extranjera, rigiendo los parámetros de responsabilidad social, en el que tanto los empresarios como la sociedad implícita se beneficien mutuamente mediante una relación simbiótica compacta, sin afectar los intereses de ambas partes.

Infraestructura. Junto con el criterio de inversión, un país deberá destinar recursos para la construcción y restauración de establecimientos públicos que contribuyan con el desarrollo sostenible del país y que protejan los intereses de este.

Estabilidad política. El surgimiento de nuevos desafíos políticos a nivel global hace necesario el establecimiento de un sistema político flexible y capaz de responder al constante cambio que aseguren la estabilidad geopolítica de un país.

Relación autárquica. Por el cual se establecen las políticas de autosuficiencia de un país, capaz de abastecer con sus propios recursos ante una interrupción inesperada de la energía sin necesidad de acceder a los recursos externos de otros países.

Relaciones diplomáticas. El panorama del complejo ajedrez diplomático siempre ha sido un tema de controversia, debido a la delgada brecha existente entre las diferencias geográficas, culturales, política, religiosas, económicas y sociales que tienen los países. Por esta razón, se debe implementar un plan de acción desde las cancillerías para mantener la evolución diplomática estable y sin incidentes colaterales.

Control de corrupción. Los países deben establecer un sistema de leyes rigurosas anticorrupción, con veedores públicos y privados que monitoreen el desarrollo de los sistemas políticos y económicos de un país, sin atentar los principios normativos y legislativos de un país.

Seguridad nacional. Por el cual se deberán establecer controles de seguridad a nivel nacional e internacional ante cualquier intento de violación de los derechos de un país, ataque terrorista o irrupción violenta que atente contra la seguridad nacional del mismo.

5.4.2. Índices de Vulnerabilidad Energética.

Conectividad (C). Concepto clave en la interpretación del impacto que generaría una interrupción de la seguridad energética en la economía de un país. Para esto, se requiere encontrar el factor de conectividad que permite reflejar la flexibilidad de un país para acudir a diferentes entes internacionales e importar recursos en casos de interrupción del suministro energético (Cervan Prado, 2016).

$$\text{Conectividad} = 1 - \left(\sum_{i=1}^{n=4} p_i * HHI_i \right)$$

Donde:

- p , es el porcentaje de participación de la fuente energética en las importaciones.
- i , es la fuente energética.
- HHI , es el índice de concentración del origen de importación por país.

Dependencia energética (D). En el caso del estudio de la seguridad de abastecimiento energético se obtiene la siguiente ecuación que determina la autosuficiencia de energía, denominada la ecuación de dependencia energética (Cervan Prado, 2016):

$$\text{Dependencia} = \begin{cases} I > OI \rightarrow 1 \\ I < OI \rightarrow \frac{I}{OI} \end{cases}$$

Donde:

- I, corresponde a la importación total de energía.
- OI, corresponde a la oferta interna de energía.

Equidad energética. El cual protege los intereses de la política de seguridad energética en cuanto al uso eficiente y equitativo de la energía. Se expresa en la siguiente ecuación (Cervan Prado, 2016):

$$Equidad = \frac{a + b + c}{3}$$

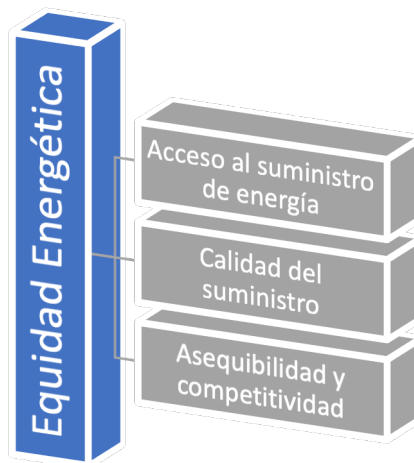
Donde:

- a, corresponde al grado de electrificación.
- b, corresponde a la calidad de suministros eléctricos.
- c, corresponde al acceso de la población a combustibles no sólidos.

De igual manera, este índice consagra los principios de la equidad energética propuesta en el trilema energético (WEC & Wyman, 2020), visualizados a continuación:

Figura 42

Principios de Equidad Energética



Nota. Tomado de (WEC, 2019).

Diversidad energética. Calcula la accesibilidad de los recursos y la producción que un país dispone según sus fuentes energéticas. Se expresa en la siguiente ecuación propuesta por (Cervan Prado, 2016):

$$Diversidad = 1 - \left(\sum_{i=1}^N S_i^2 \right)$$

Donde:

- i , corresponde a las fuentes energéticas primarias.
- S_i , denomina la cuota de mercado de la fuente energética i .
- N , es la cantidad de fuentes energéticas de un país.

5.5. Índices Socioculturales

La transición energética en un país como Colombia puede ser posible gracias a índices en tema de cultura energética, lo cual permite el desarrollo sostenible y de consumo equitativo de los recursos energéticos de la nación. Se puede decir que un país educado en cultura energética es capaz de infundir en los ciudadanos conciencia sobre los consumos de energía y entendimiento de los impactos tanto positivos como negativos que deja el adecuado uso de los recursos energéticos. Para lograr esto, Colombia se ha propuesto a cumplir metas nacionales de reducción en emisiones de CO_2 al medio ambiente, mediante la educación en cultura energética con sus ciudadanos para propagar el consumo eficiente y consciente de los recursos energéticos del país.

Sin embargo, dentro de esta meta nacional solo se proponen retos o actividades como el conocido "Reto de cultura energética de Colombia"¹⁰ implementado en el 2020 por el Ministerio de Minas y Energía, que si bien es una propuesta interesante para aquellos profesionales y entidades relacionadas con el tema, aun así no incluye a toda la ciudadanía en general puesto que el conocimiento sobre la importancia de la cultura energética es muy mínimo, especialmente para la población de escasos recursos cuyo acceso a la educación es reducido. En este trabajo de grado se establecerán propuestas para contribuir en el fortalecimiento de la soberanía energética del país al implementar índices de cultura energética que sean aplicados y compartidos con toda la población del país.

Para el desarrollo de este ítem se traerán a revisión algunos índices mencionados al inicio del capítulo sobre la clasificación de índices sociales expuestos en (UPME, 2016). De manera que se

¹⁰ Minenergía. Reto cultura energética Colombia 2020.

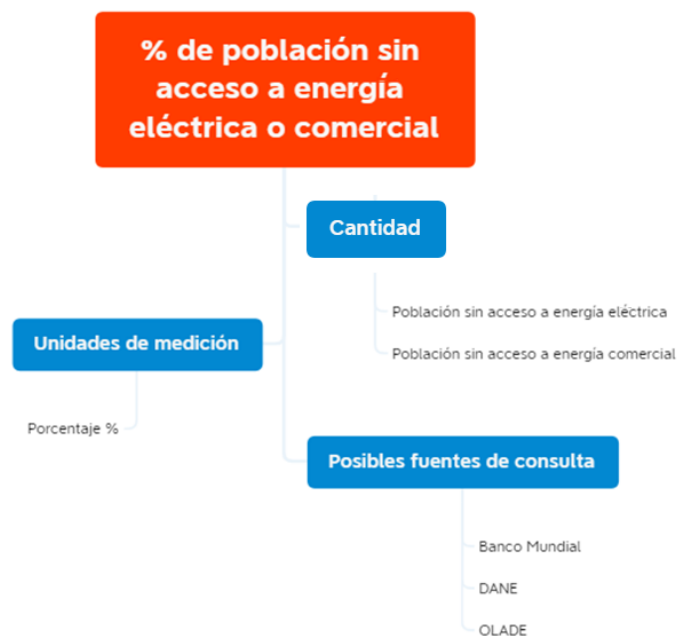
pueda establecer un diagnóstico aproximado de la situación energética que atraviesa Colombia mediante el enfoque de las perspectivas sociales implícitas en el país.

5.5.1. Porcentaje de la población sin acceso al suministro eléctrico.

Este indicador permite medir el porcentaje de hogares o población sin electricidad o que no usan combustibles comerciales para suplir sus necesidades energéticas.

Figura 43

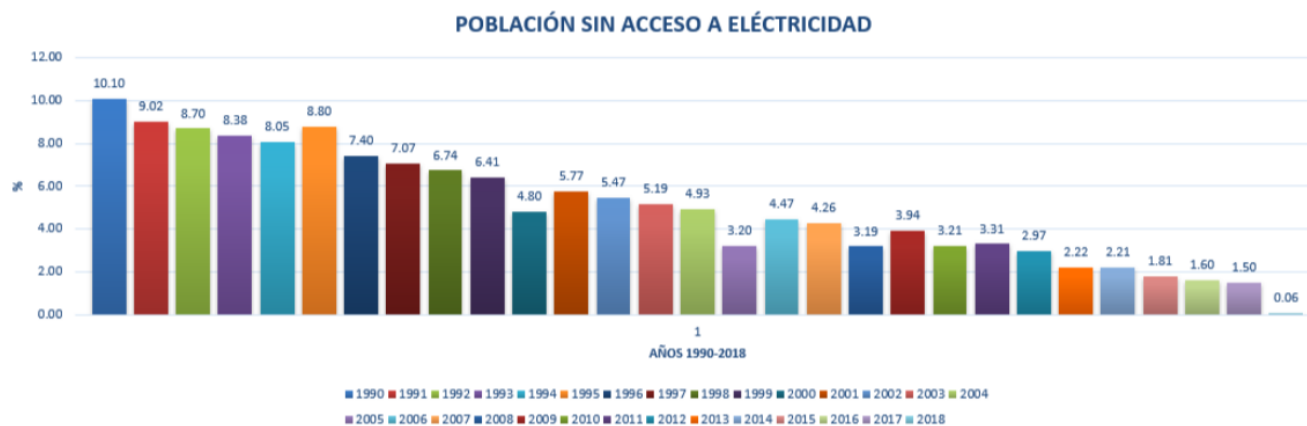
Porcentaje de población sin acceso a energía eléctrica



Nota. Adaptado de (Martínez, Valerio, & Senabre, 2019).

Figura 44

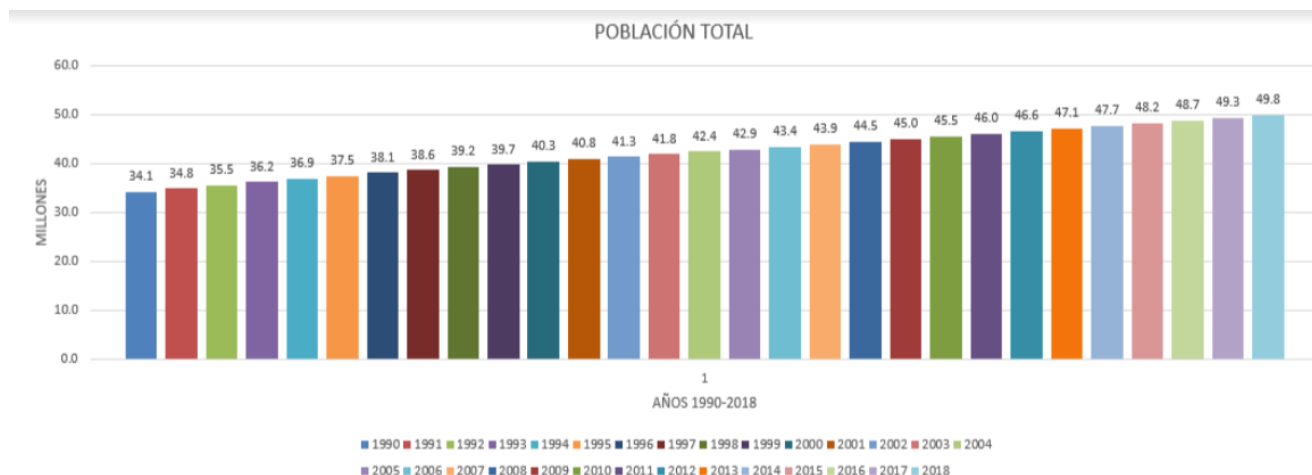
Población sin acceso a electricidad



Nota. Adaptado de DANE y Banco Mundial.

Figura 45

Población total de Colombia



Nota. Adaptado de DANE (Datos Macro, 2019).

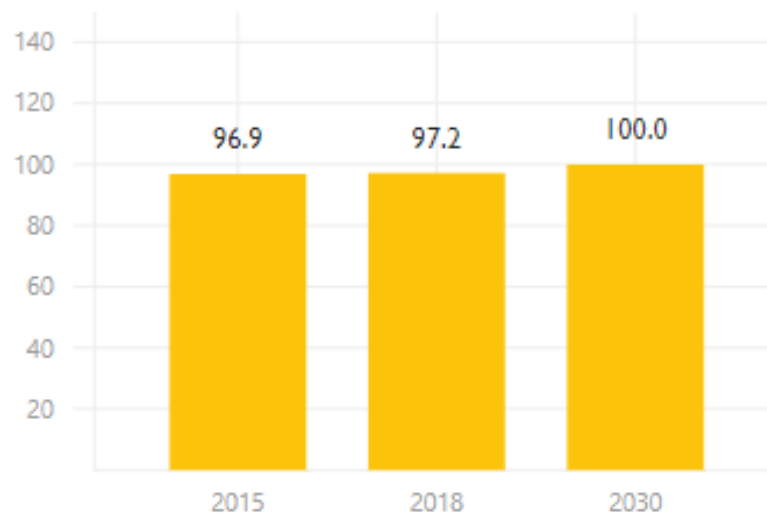
Con la información anterior es posible deducir lo siguiente: entre la década de 1990 y 2000 hubo un incremento del 5.30% de la población con acceso al suministro de energía eléctrica

equivalente a 1.51 millones de habitantes. Por otro lado, entre la década del 2000 y 2010 hubo un incremento inferior en comparación con la década anterior del 1.59% de la población con acceso al suministro de energía eléctrica equivalente a 0.47 millones de habitantes. Finalmente, entre los años 2010 y 2018 hubo un incremento del 3.15% de la población con acceso a energía eléctrica equivalente a 1.43 millones de habitantes.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP), en pro de cumplir con el objetivo número 7 de energía asequible y no contaminante perteneciente a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), calcula los porcentajes de población sin acceso a energía eléctrica y proyecta que para el año 2030 el 100% de la población debe contar con suministro de energía.

Figura 46

Comparación de la cobertura del suministro eléctrico para el 2030



Nota. Tomado de (ODS, 2019).

Estos aumentos permiten identificar los esfuerzos políticos y sociales por hacer presencia en más zonas y aumentar su inversión en estas.

5.5.2. Porcentaje de gastos e ingresos en combustible y electricidad.

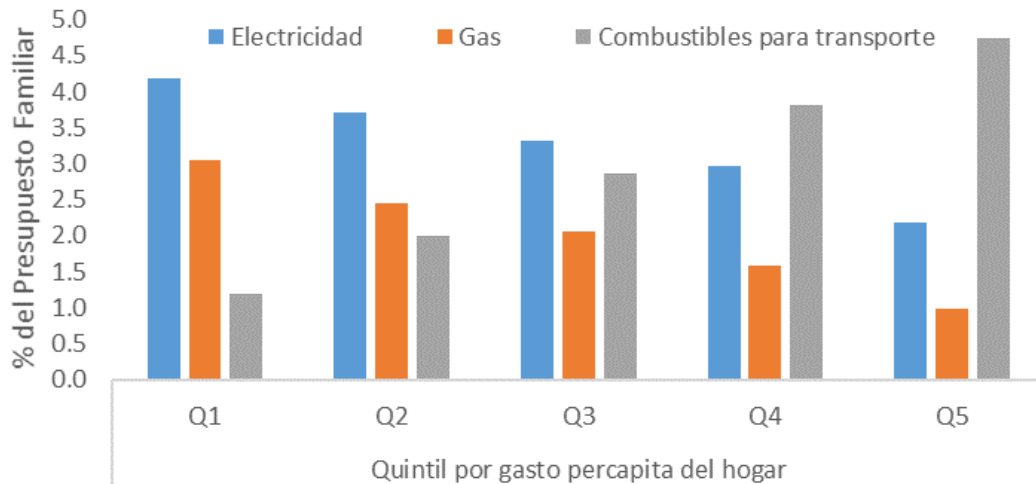
Mide el porcentaje de ingresos que la población destina a pagos de energía de acuerdo con su nivel de ingresos.

Figura 47

Ingresos destinados a pagos de combustible y electricidad



Nota. Adaptado de (Martínez , Valerio, & Senabre, 2019).

Figura 48*Gasto energético en los hogares*

Nota. Tomado de (Yepez & Jiménez, 2017).

El diagrama anterior está basado el cual muestra el porcentaje de gastos en energía eléctrica, gas y combustibles para transporte en los hogares.

El diagrama agrupa la población por quintiles según su nivel de ingresos de la siguiente forma:

- Q_1 es el grupo de población con menos ingresos.
- Q_5 el grupo de población con más ingresos.

Del grafico se deduce que para los quintiles de bajos ingresos, el porcentaje de gastos para electricidad y gas natural es mayor, y el porcentaje de gastos para combustibles de transporte es menor, razón por la cual la condición que va cambiando a medida que la gráfica tiende a Q_5 .

5.5.3. Propuesta de cultura energética.

Figura 49

Propuesta educativa "Juntos por el futuro energético del país"



Nota. Elaboración propia.

En el desarrollo de este trabajo de grado, nace como propuesta educativa “*Juntos por el futuro energético del país*”, la cual tiene como propósito establecer estrategias educativas de enseñanza en cultura energética dirigida a la población en general del país.

Para llevar a cabo esta idea, se fraccionará en cinco (5) secciones diferentes:

1. Plan de cuatro al cubo (4^3).
2. Formación culturo-energética a padres de familia.
3. Organización de actividades recreativas sectorizadas.
4. Plan de acción ambiental.
5. Plan “familia energética”.

Plan de cuatro al cubo (4^3).

La formación docente es la clave para el desarrollo cívico y cultural de la seguridad energética. En este, se propone capacitar al cuerpo docente del país sobre la importancia de esta temática, ya que es gracias a ellos que se puede transmitir la información a las futuras generaciones de manera lúdica e interactiva.

Las capacitaciones serán llevadas a cabo por profesionales de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Energías, quienes tendrán que desenvolver su conocimiento sobre seguridad energética a lo que se denominará como el “*Plan de cuatro al cubo (4^3)*” que se desarrollará durante cuatro (4) sesiones semanales realizadas de forma intensiva a lo largo de cuatro (4) sábados con una intensidad horaria de cuatro (4) horas. En el desarrollo de estas sesiones, se estudiarán los siguientes temas:

I. Primera sesión

- ✓ Concepto de seguridad energética.
- ✓ Importancia de la seguridad energética en el mundo.
- ✓ Fundamentos matemáticos básicos de la electricidad.
- ✓ Simbología energética.

II. Segunda sesión

- ✓ Seguridad energética en Colombia.
- ✓ Visión y misión energética en Colombia.
- ✓ Uso racional de energía.
- ✓ Marco legal energético colombiano.

III. Tercera sesión

- ✓ Seguridad energética mundial.
- ✓ Índices energéticos globales.
- ✓ Entidades supervisoras de la soberanía energética mundial.
- ✓ Normatividad energética mundial.

IV. Cuarta sesión

- ✓ Impacto ambiental.
- ✓ Incentivos y sanciones disciplinarias-tributarias.
- ✓ Conclusiones de la soberanía energética.

Formación culturo-energética a padres de familia.

Esta iniciativa nace de la necesidad de influir mediante los padres de familia, la concientización social y cultural en materia de soberanía energética, debido a que es un tema del que poca información disponen los padres de familia. Es claro, que son un factor clave en la enseñanza y formación de los niños del país quiénes a largo plazo serán el futuro energético de Colombia. Durante la formación culturo-energética, se dispondrán sesiones cortas de dos (2) horas durante dos semanas propuestas los sábados, en el que las instituciones del país solicitarán el acompañamiento de los padres de familia en esta jornada de formación que podrán realizar desde casa mediante modalidad virtual o si así lo prefieren, mediante modalidad presencial en el plantel educativo. En esta formación, se estudiará la siguiente temática:

A. Primera sesión

- ✓ Concepto e importancia de la seguridad energética.
- ✓ Seguridad energética en Colombia.
- ✓ Uso racional de energía.
- ✓ Simbología energética.

B. Segunda sesión

- ✓ Visión y misión energética en Colombia.
- ✓ Incentivos y sanciones disciplinarias.
- ✓ Impacto ambiental.
- ✓ Beneficios para el país.
- ✓ Conclusiones.

Organización de actividades recreativas sectorizadas.

Dentro de las estrategias educativas de esta propuesta, se logra visualizar un entorno dinámico, lúdico y didacta dirigido a toda la población del país, en el que se dispondrán de encuentros organizados por las instituciones educativas al cual podrán asistir los padres de familia con sus hijos y disfrutar del aprendizaje dinámico cuyo tema principal será la seguridad energética. Dichas actividades serán sectorizadas, es decir, se desarrollará semanalmente cada domingo la organización de actividades recreativas en diferentes barrios de cada ciudad, de esta manera se contribuirá al desarrollo no solo intelectual y físico, sino que también se contribuirá al desarrollo económico ya que los habitantes locales de cada barrio podrán aprovechar de estos eventos para vender sus productos a la ciudadanía en general.

Las actividades que se realizarán en estos eventos culturales incluirán:

ABC Energético. Actividad dirigida a niños y niñas del país en la cual podrán jugar el famoso juego de la “Rayuela” o mejor conocido en Colombia como la “tangara”. Por cada salto alcanzado, según la ubicación en la que caigan, se les asignará un término o definición que abarquen el tema de seguridad energética y medio ambiente. Se dispondrá de diccionarios a la mano en los cuales los niños deberán buscar el significado y leerlo antes de avanzar al siguiente salto. Quién llegue a la meta en el menor tiempo posible, será el ganador. De esta manera, los niños mediante el juego podrán aprender poco a poco términos educativos en materia de seguridad energética.

Figura 50*ABC Energético*

Nota. Licencia Creative Commons.

Plantando por una vida. Debido a que las actividades se llevarán a cabo semanalmente en diferentes barrios o puntos estratégicos de cada ciudad, se realizarán actividades en las cuales los asistentes que participen tendrán la oportunidad de plantar un árbol en una zona que será determinada por la secretaría de planeación de la ciudad, contribuyendo de esta manera con el impacto reduccionista efectuado por la tala de árboles a nivel mundial. Los participantes serán instruidos en el proceso por el personal encargado.

Figura 51*Plantando por una vida*

Plantando por una vida



Nota. Licencia Creative Commons.

Pasa la palabra. Esta actividad consta de reunir a 10 participantes que formarán un círculo grupal. El instructor antes de iniciar dirá un término de seguridad energética al primer participante, y este deberá pasar la palabra por medio de voz entre sus compañeros de grupo. El último receptor, deberá decir en voz alta la palabra escuchada. Al haber concluido el propósito de la actividad, se procederá a explicar cada terminología con los participantes para cultivar cultura energética.

Figura 52

Pasa la palabra



Nota. Licencia Creative Commons.

Energizando el mundo del cine. Esta propuesta nace de la idea de enseñar mediante el modelo educativo audiovisual, incluyendo cortometrajes y documentales animados sobre temas relacionados con los mercados energéticos. La idea concluirá una duración no máxima de 20 minutos, con el fin de permitir que los asistentes puedan disfrutar de todas las actividades propuestas.

Figura 53

Energizando el mundo del cine



Nota. Licencia Creative Commons.

Charlas educativas sobre el cambio climático. Esta actividad busca realizar charlas orientadas al público en general sobre la importancia de la seguridad energética y las implicaciones que trae consigo para Colombia y el mundo en la actualidad. Por medio de esta propuesta, se busca interactuar con la población para generar conciencia respecto a lo que se está haciendo bien y mal en materia energética, y uso racional de energía en el país.

Figura 54

Juntos contra el cambio climático



Nota: Licencia Creative Commons.

Entendiendo la energía con William. En el marco de la globalización y expansión económica, se hace necesario explorar el funcionamiento del mercado energético mundial. Por esta razón, se visualiza como una oportunidad de enseñanza implementar una propuesta lúdica para niños y jóvenes que podrán aprender sobre la cultura energética de otros países y fomentar en ellos la capacidad de análisis y conclusión mediante la proposición de ideas que mejoren la seguridad energética del país, y el aprendizaje de terminologías del tema en inglés.

Figura 55

Entendiendo la energía con William



Nota. Licencia Creative Commons.

Plan de acción ambiental.

Debido al impacto acelerado del cambio climático a nivel mundial, la propuesta “*Juntos por el futuro energético del país*” visualiza la idea de establecer un plan de acción ambiental que mitigue el impacto ambiental negativo ocasionado en el mundo. Este plan incluye las siguientes acciones:

1. Propuesta de acompañamiento docente en las instituciones educativas de todo el país que semanalmente incluyan un espacio de una hora en el que los estudiantes puedan discutir y reflexionar sobre el impacto ambiental ocasionado, y como desde ellos se pueden implementar planes de acción dentro y fuera del plantel educativo para mitigar el impacto ambiental local.
2. Salidas lúdicas organizadas por las instituciones en el que los estudiantes realicen campañas de acción social en diferentes localidades de la ciudad, con acompañamiento docente. Mediante la voz estudiantil se podrá instruir a la población en general con la implementación de charlas cortas casa a casa sobre la importancia del cuidado ambiental y del aporte que este genera a la seguridad energética del país.
3. “Por un mundo limpio” cuyo plan de acción será la invitación de entidades encargadas de la limpieza municipal como lo es el caso de la *EMAB* en Bucaramanga, *VEOLIA* en Barrancabermeja, entre otros del país; dichas entidades llevarán a cabo una jornada de limpieza cultural en los diferentes parques de cada ciudad al menos dos (2) veces al año. Los estudiantes voluntarios que deseen podrán ser partícipes de esta actividad en ayuda de los trabajadores de estas entidades quienes instaurarán en los jóvenes el sentido de pertenencia de nuestros parques y la importancia de ubicar la basura en los

espacios dispuestos para ello, cómo lo son las cestas o canastas de basura municipales etiquetadas en el color específico del material que se vaya a desechar.

Figura 56

Colores del reciclaje



Nota. Tomado de: <https://www.ecologiahoy.com/colores-del-reciclaje>

4. Medición de competencias ambientales en diferentes instituciones educativas del país. Estas mediciones se deberán realizar trimestralmente supervisadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual medirá indicadores de desempeño ambiental, operativo y de gestión en una organización, así como también los indicadores de condición ambiental. Esto busca generar conciencia social y contrarrestar los efectos negativos ocasionados al cambio climático. Al final de las mediciones, según los puntajes obtenidos, las tres (3) mejores instituciones educativas a nivel regional del país podrían ser premiadas y recibir un reconocimiento del gobierno colombiano. Dentro de los premios obtenidos por las instituciones, se propone la reducción de impuestos de estas y concursar por la acreditación de alta calidad del plantel educativo.

Plan “familia energética”.

Este plan incluye la idea de fomentar el estudio de la cultura energética en familia. Para el desarrollo de este plan, los docentes del país deberán proponer trabajos en casa en el cual los padres de familia tendrán que interactuar con sus hijos en el desarrollo de las actividades, las cuales se discutirán en un espacio de dos horas cada mes. Los trabajos propuestos en casa son los siguientes:

1. Grabación de un video corto en el que los hijos expliquen a sus padres el significado de la seguridad energética y sus implicaciones en Colombia y el mundo.
2. Los padres deben redactar un ensayo de no mayor de una hoja o grabar un breve video en el que expresen su opinión respecto a las conclusiones obtenidas sobre la seguridad energética.
3. Toma de evidencias del ahorro energético en casa las cuales se podrán corroborar con los registros de las facturas de los servicios de energía.
4. Ver en casa documentales o películas relacionadas con el medio ambiente y el sector energético.
5. Aplicación de las tres (3) R's: Reducir, reutilizar y reciclar. Los padres deberán encontrar uso a algunos de los elementos que reutilicen en casa.
6. Inclusión de un espacio deportivo en la agenda familiar de al menos un día a la semana; ya que esto permite el ahorro energético en casa y contribuye al sano desarrollo físico.

5.5.4. Comparación a nivel internacional.

En el marco del desarrollo de la seguridad energética del país y a nivel mundial, se hace necesario conocer la proyección de los conocimientos que poseen los ciudadanos respecto a la cultura energética y la utilidad que esta ofrece a nivel sociocultural de un país. De esta manera, se pueden entrar a visualizar los factores sociales en los cuales se encuentran inmersos los habitantes de otros países, que permiten el desarrollo sostenible y exponencial de la seguridad energética. En este proyecto de grado, se incluye una encuesta cuantitativa por medio de la aplicación *Google Forms*, la cual consta de seis (6) preguntas, permitiendo reflejar el pensamiento colectivo de treinta y seis (36) encuestados de los siguientes países:

- Colombia
- Estados Unidos de América
- Alemania
- China

El objetivo de esta encuesta no es más que revisar la información colectada y así poder analizar el nivel cultural que poseen a menor escala los encuestados de estos países. La decisión de incluirlos recae en la diferencia cultural que cada uno tiene y determinar a grandes rasgos la influencia que tienen las costumbres y tradiciones en la seguridad energética. Los resultados obtenidos en este estudio muestran de manera preliminar que existen brechas culturales que hay en cada país, ya que el comportamiento ciudadano es un factor decisivo en este campo de estudio.

La estructura de la encuesta consta de las siguientes preguntas con sus respectivas opciones de respuesta:

1. ¿Conoce usted el concepto de la seguridad energética?

- A. Sí.
- B. No.

2. ¿Qué es el acuerdo de Paris?

- A. Concepto de seguridad energética.
- B. Propone las medidas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- C. Es la realidad de complejas interconexiones entre los sectores público y privado, entre gobiernos y entes reguladores.
- D. Acuerdo con el cual se establece el uso de energías no renovables.

3. Define las energías renovables como:

- A. Energía que se obtiene a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética obtenida por el sol.
- B. Aquella radiante del sol que transforman las plantas en energía química a través de la fotosíntesis.
- C. Los recursos convencionales encontrados en la naturaleza en cantidades limitadas.
- D. La energía que se obtiene a partir de fuentes naturales inagotables y permite regenerarse por ciclos naturales.

4. Son ejemplos de energías renovables:

- A. Solar, eólica e hidráulica.
- B. Petróleo, carbón y gas natural.

5. En una escala de 1 a 5, en donde 1 es el de menor frecuencia y 5 el de mayor. ¿Qué tan estricto es usted al ahorrar energía en casa?

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

6. Cuando usted ve a una persona arrojar basura a su alrededor, su conducta de comportamiento es:

- A. Justifica el hecho y continua su camino ignorando la situación.
- B. Habla con el ciudadano y exige que por favor recoja los desechos y los ubique en una cesta de basura.
- C. Ninguna de las anteriores.

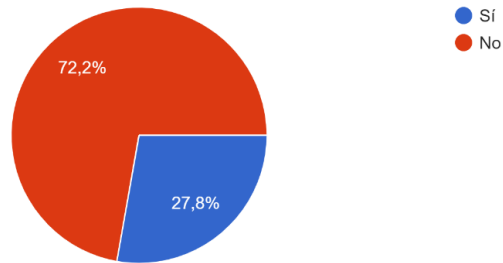
A continuación, se evaluarán las respuestas seleccionadas por los estudiantes de cada país para determinar el comportamiento cultural que tiene cada uno con respecto a conocimientos de seguridad energética y ambiental.

COLOMBIA

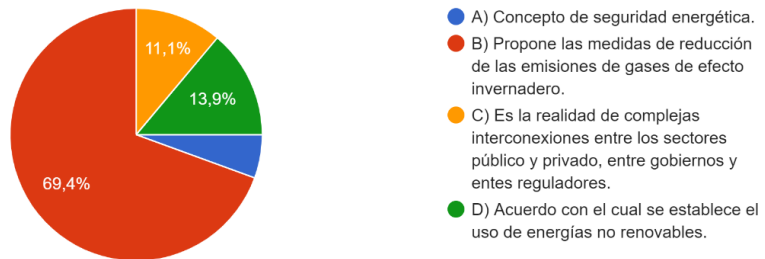
Figura 57

Encuesta sobre cultura energética en Colombia

¿Conoce usted el concepto de la seguridad energética?
36 respuestas



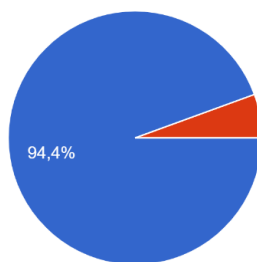
¿Qué es el acuerdo de París?
36 respuestas



Define las energías renovables como
36 respuestas



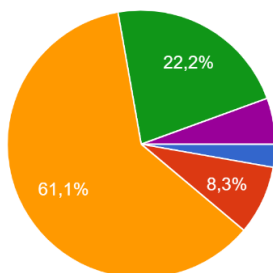
Son ejemplos de energías renovables
36 respuestas



- Solar, eólica e hidráulica.
- Petróleo, carbón y gas natural.

En una escala de 1 a 5, en donde 1 es el de menor frecuencia y 5 el de mayor. ¿Qué tan estricto es usted al ahorrar energía en casa?

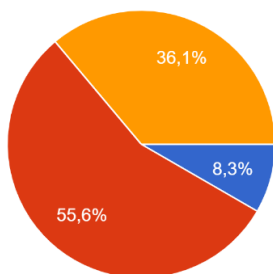
36 respuestas



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Cuando usted ve a una persona arrojar basura a su alrededor, su conducta de comportamiento es:

36 respuestas



- A) Justifica el hecho y continúa su camino ignorando la situación.
- B) Habla con el ciudadano y exige que por favor recoja los desechos y los ubique en una cesta de basura.
- C) Ninguna de las anteriores.

Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos de esta encuesta, logra reflejar en menor escala el conocimiento que tienen los colombianos respecto a la seguridad energética. El 72,2% no saben a que se refiere este término que en la actualidad es importante para el desarrollo de un país. Se logra apreciar en el segundo gráfico que alrededor del 30% de los colombianos no tienen conocimiento sobre acuerdos climáticos como lo es el del acuerdo de Paris. Un punto positivo que puede destacar en este estudio es que el 77,8% acertaron la definición de los recursos renovables y el 94,4% distingue entre recursos renovables y no renovables.

También es remarcable visualizar que el 61,1% ahorran alrededor del 50% del suministro de energía en casa y que solo el 5,6% de la población es realmente estricta con el ahorro energético. Finalmente, el 55.6% concuerda en que se debe dialogar con los ciudadanos cuando están arrojando desechos en presencia de otros, sin embargo, se cuestionó al 36.1% sobre las acciones que tomarían respecto a este tipo de conductas a lo cual responden que ellos mismos se acercarían a recoger esos desechos y ubicarlos en una cesta de basura cercana.

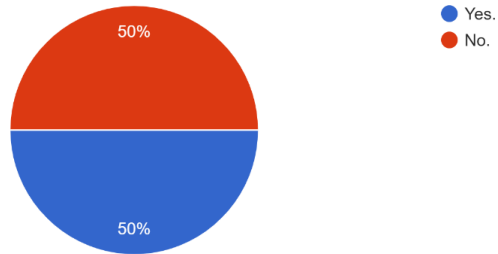
Es notable que los resultados expuestos en esta encuesta son sorprendentes debido a que este tipo de conductas no se ven reflejadas en la práctica cotidiana. Es muy frecuente observar comportamientos indiferentes ante estos hechos normalmente vistos en parques, conciertos, eventos culturales masivos al aire libre, discotecas, entre otros.

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA (USA)

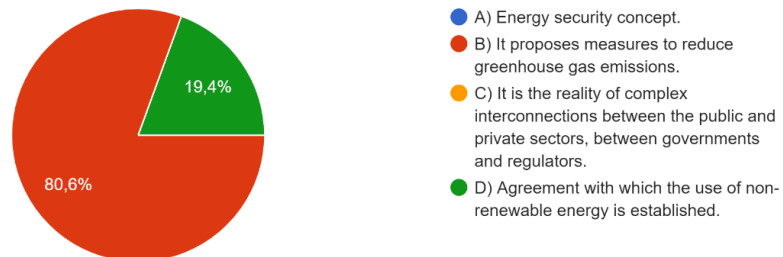
Figura 58

Encuesta sobre cultura energética en Estados Unidos de América

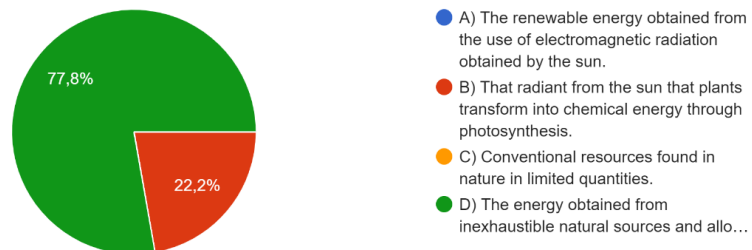
Do you know the concept of energy security?
36 respuestas



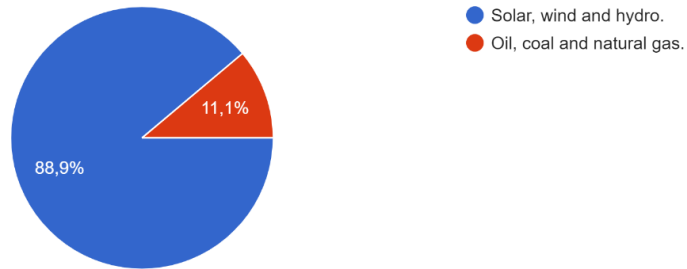
What is the Paris agreement about?
36 respuestas



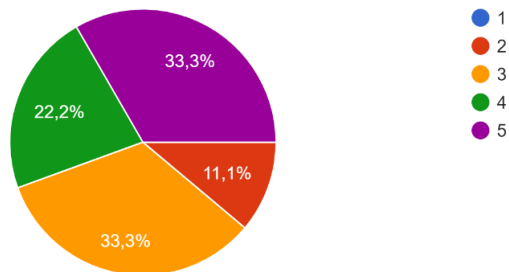
Defines renewable energies as
36 respuestas



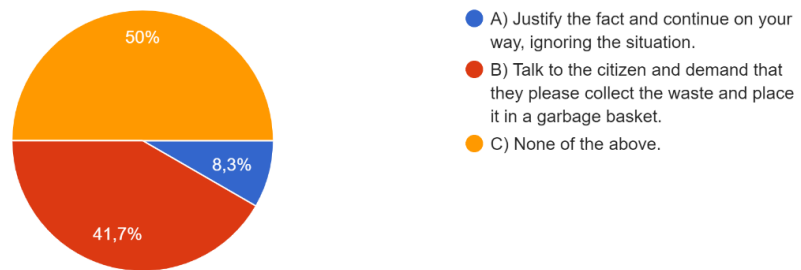
These are examples of renewable energy
36 respuestas



On a scale of 1 to 5, where 1 is the lowest frequency and 5 is the highest. How strict are you when saving energy at home?
36 respuestas



When you see a person littering around them, your behaviour is:
36 respuestas



Nota. Elaboración propia.

En el caso de los Estados Unidos de América, se puede observar una fluctuación en los resultados obtenidos, especialmente en el concepto de seguridad energética. El 50% de la población en estudio tiene conocimiento sobre este término. En el segundo gráfico se puede visualizar que el 80,6% reconoce de que trata el acuerdo de París y un 77,8% define correctamente el concepto de los recursos renovables. Por otro lado, se observa que el 33.3% de los encuestados son estrictos con el ahorro energético y otro 33.3% ahorra solo el 50% del consumo energético, mientras que el 33.3% restante no encuentra importante ni optimiza el ahorro de energía en casa.

Finalmente se puede observar que el 50% de la población encuestada prefiere no confrontar a los individuos que arrojan desechos en presencia. Algunos respondieron que consideran oportuno llamar a las entidades encargadas para que procedan con la limpieza de estos desechos, así como también otros concuerdan en que prefieren acercarse al lugar y limpiar ellos mismos. Se esperaba una proporción cercana a estos valores obtenidos en esta encuesta debido a la diversidad cultural que reside en los Estados Unidos, el cual es considerado un país de carácter multicultural.

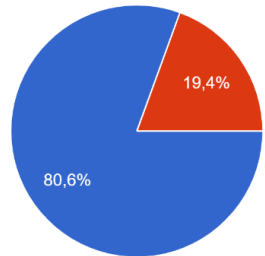
CHINA

Figura 59

Encuesta sobre cultura energética en China

您知道能源安全的概念吗?

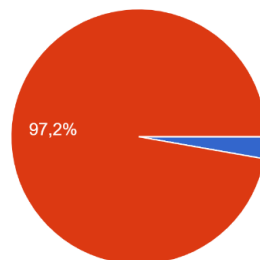
36 respuestas



- 是。
- 没有。

巴黎协定是关于什么的?

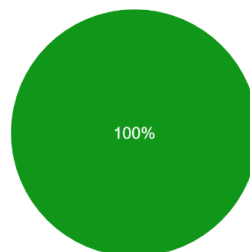
36 respuestas



- 能源安全概念。
- 它提出了减少温室气体排放的措施。
- 这是公共部门与私营部门之间，政府与监管机构之间复杂的相互联系的现实。
- 建立使用不可再生能源的协议。

将可再生能源定义为

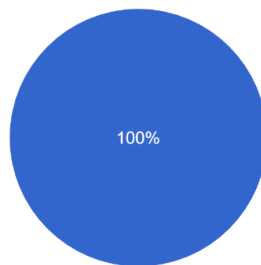
36 respuestas



- 利用太阳获得的电磁辐射获得的可再生能源。
- 植物从太阳辐射到的光通过光合作用转化为化学能。
- 在自然界中发现的常规资源数量有限。
- 能量来自取之不尽的自然资源，可通过自然循环进行再生。

这些是可再生资源的例子

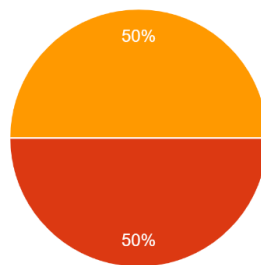
36 respuestas



- 太阳能, 风能和水力发电。
- 石油, 煤炭和天然气。

以1到5的标度, 其中1是最低频率, 而5是最高频率。您在家节能时有多严格?

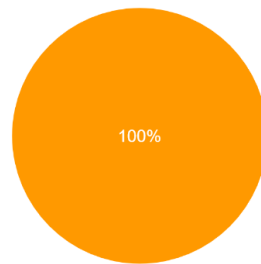
36 respuestas



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

当您看到有人在他们周围乱扔垃圾时, 您的行为是:

36 respuestas



- 证明事实并继续前进, 而不管情况如何。
- 与公民交谈, 并要求他们收集废物并将其放入垃圾篮。
- 以上都不是。

Nota. Elaboración propia.

Las respuestas encontradas en el estudio de los ciudadanos chinos reflejan una brecha cultural con respecto a los demás países encuestados, debido a la proporción compacta que se reflejan en la mayoría de los gráficos expuestos anteriormente. Se puede observar que el 80,6% de la población en estudio tienen conocimiento sobre el concepto de seguridad energética. El 97.2% reconoce la importancia del acuerdo de París, el 100% acierta correctamente la definición de los recursos renovables, así como también el 100% reconoce la diferencia entre los renovables y no renovables. Sin embargo, en cuanto a ahorro energético los chinos restan poca importancia al encontrar que el 100% se encuentra entre el nivel de frecuencia 2 y 3, lo cual es preocupante para el desarrollo energético del país.

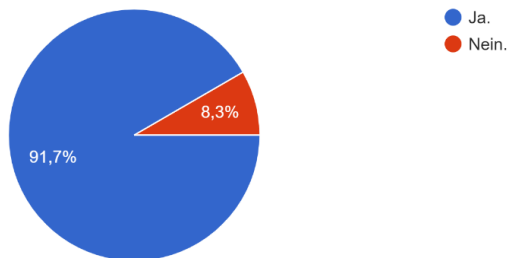
Por último, un factor que destaca notablemente en la cultura china es observar que el 100% de ellos no ignoran la situación, ni confrontan al ciudadano. Según respuestas obtenidas, prefieren recoger ellos mismos los desechos arrojados por otros ciudadanos y ubicarlos correctamente en las cestas de basura, así como también otros prefieren encontrar diferentes soluciones como acudir a las autoridades competentes para que se encarguen de dialogar con el ciudadano o en casos más difíciles adjudicar sanciones y multas a aquellos que no acaten las normas ambientales en China. Este tipo de comportamientos permite observar el nivel de cultura ambiental que poseen países como China en comparación con otros.

ALEMANIA

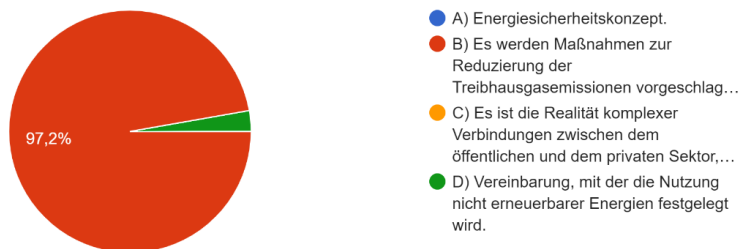
Figura 60

Encuesta sobre cultura energética en Alemania

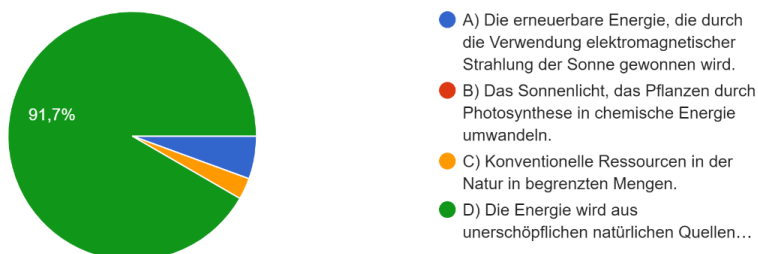
Kennen Sie das Konzept der Energiesicherheit?
36 respuestas



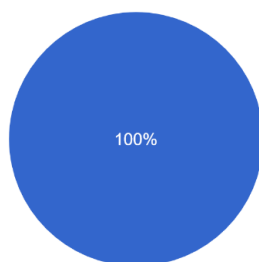
Worum geht es im Pariser Abkommen?
36 respuestas



Definiert erneuerbare Energien als
36 respuestas



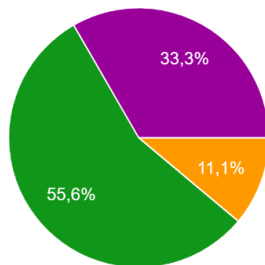
Dies sind Beispiele für erneuerbare Energien
36 respuestas



- Solar, Wind und Wasser.
- Öl, Kohle und Erdgas.

Auf einer Skala von 1 bis 5, wobei 1 die niedrigste Frequenz und 5 die höchste ist. Wie streng sind Sie beim Energiesparen zu Hause?

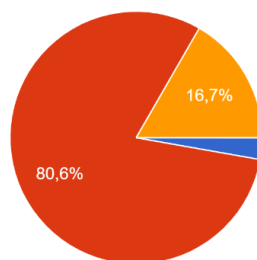
36 respuestas



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Wie reagieren Sie darauf, wenn Sie eine Person sehen, die Müll auf Ihre Seite wirft?

36 respuestas



- A) Begründen Sie die Tatsache und setzen Sie Ihren Weg fort, ohne die Situation zu beachten.
- B) Sprechen Sie mit dem Bürger und fordern Sie ihn auf, den Abfall einzusammeln und in einen Müllkorb zu legen.
- C) Nichts des oben Genannten.

Nota. Elaboración propia.

En el caso de un país como Alemania, país líder de la Unión Europea y promotor de energías renovables y limpias¹¹, arroja resultados coherentes en cuanto a la cultura energética que poseen sus ciudadanos. El 91,7% conoce el término de seguridad energética y el 97,2% reconoce el acuerdo de París. Nuevamente el 91,7% acierta correctamente en la definición de los recursos renovables, así como también la totalidad de los encuestados logra reconocer aquellos ejemplos de energías limpias y renovables.

Un factor que se puede destacar de los alemanes en este estudio y a nivel cultural, es la importancia que tienen con respecto al ahorro energético. En esta encuesta se logra evidenciar que el 33.3% son netamente estrictos y el 55.6% tienen un nivel 4 de frecuencia de ahorro energético, y tan solo el 11,1% restante ahorran el 50% del consumo de energía en casa.

Finalmente, el 80,6% de los alemanes encuestados consideran la confrontación directa con el implicado en arrojar desechos sin ubicarlos en los lugares dispuestos para ello. Según Meyer¹², los alemanes tienden a ser directos cuando observan que una conducta o comportamiento no encaja dentro de los estándares culturales propios de su entorno, por lo que la confrontación directa es el modo de expresar sus ideas y desacuerdos con otros individuos.

¹¹ Clean Energy Wire. Índice de seguridad energética global y su aplicación a nivel nacional.

¹² Erin Meyer. The Culture Map - Breaking Through The Invisible Boundaries Of Global Business.

5.6. Índices Tecnológicos

En el campo de la transformación digital, el internet de las cosas y la inteligencia artificial, se suma la importancia de su implementación en la seguridad energética de un país, puesto que el manejo de los datos e informaciones proveídas en medios de telecomunicaciones y redes sociales son cada vez más frecuentes en el entorno global.

Partiendo del concepto de seguridad energética 5 AS visto en el capítulo 3 de este documento, el cual afirma que esta debe estar acompañada de la adaptabilidad tecnológica, se hace preciso identificar aquellos índices tecnológicos que pueden contribuir al aumento de la seguridad y permitirle avanzar, volviéndola más confiable y preparada ante cualquier amenaza o interrupción que intente desestabilizar los sectores de producción, distribución y comercialización de energía. Por esto, el internet de las cosas como herramienta que permite monitorizar en tiempo real el comportamiento y entorno de cada componente importante, recopilando datos de forma segura, adaptándose a la constante transformación tecnológica que se da a nivel mundial. Esto permite la competitividad, confiabilidad, actualización y resiliencia de un país.

5.6.1. Internet de las cosas y la inteligencia artificial.

La estrecha relación entre estos conceptos y la seguridad energética es amplia, en cuanto a que ambos contribuyen a la innovación tecnológica y científica. Colombia, es un país que claramente cuenta con un atraso tecnológico en estos temas que se deben revisar y complementar para un mayor desarrollo al incentivar entidades que promuevan el acceso a la enseñanza de estas temáticas, para que a futuro se puedan proponer e implementar soluciones tecnológicas que protejan la seguridad energética del país.

5.6.2. Seguridad Informática.

La fiabilidad de un sistema es fundamental en la protección de información que posee un país, por tanto, la soberanía energética podría verse afectada si eventualmente se lograra efectuar un ataque cibernético que extraiga información relacionada con este tema. *Gene Spafford*, experto en Seguridad Informática de la Universidad de Purdue, comparte una premisa que define claramente uno de los pilares de la seguridad energética: "El único sistema verdaderamente seguro es aquel que se encuentra apagado, encerrado en una caja fuerte de titanio, enterrado en un bloque de hormigón, rodeado de gas nervioso y vigilado por guardias armados, y muy bien pagos. Incluso entonces, yo no apostaría mi vida en ello".

En la actualidad, la mayoría de los equipos industriales son controlados mediante autómatas programables cuya información se almacena en las bases de datos de los ordenadores de los complejos industriales. Entonces, si un sistema es robusto, pero que también logra prever la irrupción de intrusos, disminuiría notablemente el riesgo de afección de la seguridad energética de un país. Para que un sistema se considere robusto, debe tener en cuenta los siguientes índices (SGSI, 2017):

Autenticación. Por el cual se comprueba que el usuario ha pasado los filtros de autenticación y se autoriza su acceso.

Confidencialidad. Por el cual solo aquellos usuarios registrados y autorizados pueden acceder a la información solicitada.

Integridad. Por el cual solo aquellos usuarios autorizados tienen acceso a la modificación de datos del sistema.

Disponibilidad. Por el cual se establece que los usuarios pueden tener a su disposición los datos e información en cualquier momento.

5.6.3. Ataques cibernéticos.

Los ataques cibernéticos son frecuentes en empresas cuyos sistemas de protección son bastante débiles. Uno de los problemas es la poca inversión en el mejoramiento de un sistema robusto de protección de datos e información. La seguridad energética debe prever los tipos de ataques cibernéticos frecuentados en la actualidad, por lo que se debe reconocer y recapitular brevemente estos tipos de fraude cibernético. A continuación, se visualizan los tipos de ataques cibernéticos más comunes:

Figura 61

Modus operandi de los ataques cibernéticos



The infographic consists of four horizontal panels, each with a distinct background color and an icon on the left, followed by the attack name and a description.

- Spear Phishing** (Blue panel): An icon of a laptop with a blue arrow pointing to it. Description: •Fraude de suplantación a través de correos dirigidos a empleados con la intención de obtener información.
- Denial of services (DoS)** (Teal panel): An icon of a blue, swirling, tunnel-like structure. Description: •Método por el cual se ve afectada la accesibilidad de los servicios de Internet de una compañía, ocasionando pérdidas económicas e interrupción de procesos energéticos.
- Malware** (Green panel): An icon of a yellow triangular warning sign with a skull and crossbones and the text "MALWARE FOUND". Description: •Son aquellos archivos maliciosos conocidos como los famosos "virus". La variedad de malwares incluye troyanos, gusanos, ransomware y spyware cuya finalidad es la recopilación de información e interrupción del funcionamiento de los equipos de una organización.
- Social Engineering** (Light green panel): An icon of a person sitting at a desk with a computer, with a hand pointing towards the screen. Description: •Es el método de manipulación social debido a las vulnerabilidades humanas, en el que se obtiene información necesaria para acceder a bases de datos.

Nota. Elaboración propia.

5.6.4. Índices regulatorios.

Se establecen las leyes y decretos que protege el acceso a las bases de datos e información tanto de personas naturales como jurídicas y organizacional en Colombia.

Tabla 17

Listado de leyes y decretos que regulan la ciberseguridad en Colombia

Documento	Objeto
Ley estatutaria 1266 de 2008	Por la cual se establecen las políticas de protección del hábeas data y tratamiento de la información financiera, normativa, de servicios y comercial.
Ley estatutaria 1581 de 2012	Por la cual se emite el régimen de seguridad y protección de datos personales en territorio nacional e internacional.
Decreto 1377 de 2013	Por el cual se adoptan las disposiciones que acobijan los lineamientos de la Ley 1581 de 2012 sobre el tratamiento de datos sensibles en el ámbito personal o doméstico.
Ley estatutaria 599 de 2000	Por el cual se expiden las normas rectoras de la ley penal colombiana sobre el respeto a la dignidad humana y prevención de actos que afecten contra su integridad.
Ley estatutaria 1621 de 2013	Por el cual se emite la normatividad que fortalece y protege las entidades de inteligencia y contrainteligencia según el marco constitucional legal.

Nota. Elaboración propia.

5.6.5. Obsolescencia.

Las tecnologías obsoletas tienen una estrecha relación con la seguridad energética de un país, puesto que comprende el desarrollo tecnológico y la actualización no solo de dispositivos electrónicos, sino de también conexión a internet, seguridad informática, sistemas operativos, software, hardware y profesionales cada vez más preparados en asuntos informáticos. La obsolescencia puede ser un factor de riesgo en la soberanía energética de un país si este no tiene a su disposición una infraestructura tecnológica robusta, ya que esto puede aumentar los tiempos de espera y entorpecer los procesos de todos los ámbitos que contribuyen al desarrollo de un país.

Ahora bien, es muy frecuente experimentar diferentes tipos de problemáticas en Colombia las cuales se expondrán a continuación:

Tabla 18

La obsolescencia tecnológica y sus afecciones en Colombia

Ámbito	Problemática
Social	<p>-Congestión en líneas de atención médica para solicitud de citas, debido a la falta de infraestructura tecnológica. Esto conlleva a que los usuarios se acerquen a los centros de salud formando largas filas, lo que atrasa y entorpece los tiempos de atención médica y otros procesos dentro de las instalaciones.</p> <p>-Las conexiones de banda ancha de los hospitales no son suficientes y colapsan ante la falta de ampliación en sus redes de conexión.</p>

-Falta de inversión para la remodelación de centros hospitalarios públicos del país.

-Falta de renovación de equipos médicos en instituciones de salud pública, lo que conlleva al incremento de decesos, frecuentados en las zonas más pobres del país.

-Poca habilitación de UCIs reflejado durante la pandemia de Covid-19, evidenciando una clara debilidad en el sistema de salud del país.

-Falta de capacitaciones a funcionarios de salud y actualización de conocimientos sobre los nuevos software y dispositivos médicos.

-Las universidades públicas no cuentan con la infraestructura adecuada para la implementación de nuevas tecnologías médicas.

Económico

-Transición monetaria de billetes a tarjetas. De este modo se agilizarían los procesos interbancarios y transacciones tanto en línea como en establecimientos de consumo general.

-Inclusión de pagos en línea para la obtención de certificados de bienes comunes como catastro, impuesto predial, entre otros.

-Inclusión de pagos electrónicos NFC en tiendas de centros comerciales, restaurantes, bancos, entre otros.

-Transición progresiva de procesos de venta físicos a electrónicos.

-Déficit de servicios de *streaming* nacionales con precios competentes, reduciendo de esta manera la piratería al adquirir servicios de música, entretenimiento y educación.

-En tiempos de COVID-19, los cines pudieron habilitar sus plataformas con estándares de seguridad informática y así poder ofrecer la cartelera de películas, de tal forma que los usuarios podrán alquilar el servicio desde la comodidad de sus hogares.

Educativo

-Déficit de plataformas nacionales para llevar a cabo reuniones o sesiones virtuales, protegiendo de esta manera la privacidad y los intereses de seguridad nacional sin la veeduría de otras entidades internacionales.

-Déficit de redes sociales nacionales.

-Falta de compromiso y de responsabilidad social por parte del gobierno en cuanto al ABC informático en zonas menos favorecidas del país.

-Poca inversión en la reestructuración de la infraestructura tecnológica de las instituciones públicas del país.

-Bajo porcentaje de capacitaciones sobre la importancia del uso del internet de las cosas y la inteligencia artificial a docentes.

-Remoto apoyo del gobierno a propuestas de renovación tecnológica en el país.

	<ul style="list-style-type: none">-Poca incentivación a estudiantes y docentes en olimpiadas, concursos y competencias que promuevan el desarrollo sostenible del país.
Tecnológico	<ul style="list-style-type: none">-Inversión en renovación de la infraestructura de transmisión de telecomunicaciones.-Ampliación de la cobertura nacional.- Archivo digital de documentos de interés público y privado en medios electrónicos.-Renovación de software que facilite los procesos laborales de una organización.-Renovación de dispositivos electrónicos y equipos informáticos que permitan mejorar la calidad laboral de los funcionarios de una organización.-Propuesta de BYOD (Traer su propio teléfono) en las compañías de telefonía móvil. De esta manera, los clientes pueden acceder a un nuevo dispositivo a un precio menor al entregar su antiguo modelo.-Conectar las zonas menos favorecidas del país por medio de puntos digitales.
Geopolítico	<ul style="list-style-type: none">-Fortalecimiento de la seguridad de los canales de pago de las organizaciones en el país.

-Modernización de la infraestructura de los cuerpos armados a cargo de la seguridad colombiana, como lo es el ejército, policía nacional, entre otros.

-Refuerzo de los dispositivos tecnológicos de respuesta ante intentos de guerra que contribuyan con la protección de los intereses nacionales de Colombia.

-Contratación de personal capacitado que puedan responder ante ataques cibernéticos.

-Disponer de redes de protección de ciberseguridad que establezcan barreras ante cualquier intento de violación de intereses de seguridad nacional.

-Adquisición de nuevas tecnologías armamentísticas.

-Modernización de la infraestructura de las refinerías de Colombia.

-Modernización de los puestos de control fronterizos.

-Modernización de los aeropuertos y zonas aduaneras.

Ambiental

-Implementación de reciclaje electrónico.

-Inversión en nuevas metodologías de tecnología que contribuyan a la limpieza de recursos hídricos, como lo es claramente el río Magdalena, bastante afectado por los desechos químicos de Ecopetrol, entre otros.

-Reestructuración vial mediante la implementación de fuentes de recolección de energía cinética y solar que contribuyan a la alimentación del alumbrado público del país.

-Implementación de cámaras de seguridad y puestos de control en las zonas más contaminadas del país.

-Espacios publicitarios en canales de comunicación sobre la concientización de la responsabilidad ambiental.

-Construcción de puntos ecológicos de reciclaje en cada localidad de la ciudad con información interactiva sobre su importancia.

Cultural

-Traer los eventos culturales a los hogares, mediante la disposición de plataformas con pagos electrónicos.

-Implementación de plataformas en los que los ciudadanos puedan ofrecer servicios de enseñanza de cocina, música, arte, idiomas, entre otros y publicitarlo como eventos de interés nacional.

-Realizar actividades culturales en los parques de la ciudad más frecuentados que promuevan la transición tecnológica en el país.

-Pautar espacios publicitarios con *influencers* para la contribución del desarrollo de la seguridad energética del país.

Nota. Elaboración propia.

6. Conclusiones

Para la concepción de la seguridad energética, un país debe revisar su matriz energética y disponer no solo de un índice en específico, sino de un conjunto sólido y estructurado de parámetros que cuantifiquen que tan resiliente y estable es un país ante una eventual crisis energética. Es claro que la energía como el motor principal de las actividades económicas de un país, requiere del aseguramiento de las fuentes de energía mediante la unión de estrategias ambientales, corporativas, económicas y tributarias, geopolíticas, socioculturales y tecnológicas, ya que se evidencia que el manejo erróneo de estos ámbitos podría influir negativamente, generando inestabilidad y riesgo en la seguridad energética del mismo. Por lo que la introducción de índices de seguridad energética permite indiscutiblemente un mayor aprovechamiento de los recursos y el desarrollo de un sistema energético más sostenible y regulado, mediante la producción interna de energía, creación de mercados, diversificación de fuentes y suministros, reducción de consumo e importancia y fijación de precios a la canasta energética mundial.

La seguridad energética de un país es el eje económico del mismo y es indispensable mantener una relación saludable con los sectores encargados de la producción de energía, garantizando seguridad militar, facilidad para entablar diálogos con comunidades, estudios ambientales y demás factores decisivos para expandir el rango de recolección de recursos, infraestructura y mano de obra calificada. Por esto, no puede ser un concepto enajenado a las poblaciones vulnerables del país, aquellas que quizás no le aportan un flujo económico e industrial decisivo y solo dedicado a las grandes empresas y ciudades que manejan las decisiones políticas y económicas.

Pensar en un futuro equitativo y próspero para Colombia y su modelo político, es también pensar en el desarrollo de regiones como la Guajira, que cuentan con un gran potencial energético

que puede contribuir a las reservas del país, impulsándola en la comercialización internacional de energía y posesionarla como región innovadora comprometida con la producción de energía. Eso también le permite llegar a sectores alejados y mercados por problemas sociales, lo que también les permite crecer económicamente, explotar sus recursos naturales aledaños de forma responsable y a la vez contribuir al crecimiento del país. Así que la seguridad energética de Colombia debe ir enlazada con la estabilidad de todos los ámbitos, buscando la proyección para llegar a todos los rincones del país y así brindar la oportunidad de crecimiento y creación de nuevas reservas, que garanticen que Colombia se mantenga como un país soberano, libre e independiente que pueda ser líder en exportación y producción de recursos.

El año 2020 ha traído un cambio decisivo en el mundo. El paso del COVID-19, puso en evidencia que no se cuenta con la capacidad sostenible ante una emergencia tan grave, lo cual afectó a la producción de energía y puso en jaque la seguridad energética, principalmente en aquellos lugares donde esta depende en gran porcentaje del petróleo.

Finalmente es importante que los nuevos profesionales UIS dispongan de una formación más completa y comprometida en aspectos como lo son energías renovables, seguridad energética y reacción rápida ante crisis energéticas. La Universidad Industrial de Santander (UIS), tiene la capacidad para ser pionera en este campo, por lo que debe impulsar programas educativos, asignaturas y convenios que permita a los nuevos egresados ser conscientes de la realidad energética, política y social del país, y contar con lo mínimo para poder aportar sus conocimientos y destrezas en la matriz energética de Colombia.

Referencias bibliográficas

- Actualícese. (2021). *10 indicadores tributarios más importantes para el 2021*. Obtenido de Actualícese: <https://actualicese.com/infografia-10-indicadores-tributarios-mas-importantes-para-el-2021/>
- Alers, M. (2020). *Cómo la energía limpia puede impulsar la recuperación de COVID-19*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/blog/2020/how-clean-energy-can-power-a-covid-19-recovery0.html>
- Arrieta, A. A. (2020). *Seguridad energética: hidrocarburos y gas natural*. Obtenido de Universidad de Antioquia: <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z1/vVdNd6lwFP0rs3GZ5kH4nB2IKFlt4leVzZwIAZkxALWdn79xGIPW22rnWkZFKDg5nLffY9HwCGe4bCgt1IK64wXdCXG81D7YZi2LFkk9EBTNLC0gaLqcoeMp4Cv9wG-2zYEQLFMYvrSyJFwKG5fBaojybaYP-pqEFjyOOj4G>
- Azzuni, A., & Breyer, C. (2017). *Definitions and dimensions of energy security: a literature review*. Obtenido de Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wene.268>
- Azzuni, A., & Breyer, C. (2020). *Global Energy Security Index and Its Application on National Level*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/10/2502/htm>
- Banco Mundial. (2016). *Banco Mundial*. Obtenido de Producción de electricidad a partir de carbón (% del total): <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.COAL.ZS?end=2015&locations=CO&start=1990>-----<https://datos.enerdata.net/electricidad/estadisticas-mundiales-produccion-electricidad.html>
- Banco Mundial. (2016). *Banco Mundial*. Obtenido de Producción de energía eléctrica renovable (% de la producción total de electricidad) - Colombia: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.RNEW.ZS?locations=CO>

- Barrios, F., Pérez, I., & Orizábal, D. (2020). *La industria energética y el Covid-19: estrategias para la "nueva normalidad"*. Obtenido de PWC Interaméricas: <https://www.pwc.com/ia/es/gestion-de-crisis/La-industria-energetica-y-el-Covid-19.html>
- Baumann, F. (2008). *Energy Security as Multidimensional Concept*. Obtenido de Research Group on European Affairs: <http://www.cap.lmu.de/download/2008/CAP-Policy-Analysis-2008-01.pdf>
- BBVA. (2020). *El impacto del COVID-19 en los planes de transición energética*. Obtenido de BBVA: <https://www.bbva.com/es/el-impacto-del-covid-19-en-los-planes-de-transicion-energetica/>
- Blum, H., & Legey, L. F. (2012). *The challenging economics of energy security: Ensuring energy*. Rio de Janeiro; Berkeley, Brazil; USA: Energy Economics.
- Cabrales, S. (2017). *El fracking en Colombia*. Obtenido de UniAndes: <https://masterpetroleos.uniandes.edu.co/index.php/es/noticias/90-el-fracking-en-colombia#:~:text=Fracking%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20de,gas%20atrapados%20en%20su%20interior.&text=Lo%20que%20realmente%20gener%C3%B3%20el,los%20US%24100%20por%20barril>.
- Centoni, M. (2016). *Energy security: a review of studies of the economic value of energy security*. Obtenido de Universita' degli studi di Padova: http://tesi.cab.unipd.it/53452/1/Centoni_Manuel_tesi.pdf
- CEPAL. (2014). Producción de energía primaria. En CEPAL, *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe* (págs. 172, 173). NU. CEPAL. División de Estadísticas.
- Cervan Prado, D. G. (2016). *Modelo de Seguridad Energética aplicado a países Latinoamericanos*. Huancayo: Universidad Nacional de Ingeniería.

- Cherp et al. (2012). En A. Cherp, A. Adenikinju, A. Goldthau, F. Hernandez, L. Hughes, J. Jansen, & S. Vakulenko, *Chapter 5 - Energy and Security. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future* (págs. 325-384). Cambridge, UK; New York, USA: CHAP.
- Cherp, A., & Jewell, J. (2014). *The concept of energy security: Beyond the four As*. Austria; Hungary; Sweden.
- CIER. (2017). *Importación y exportación de energía*. Obtenido de Comité Colombia de la CIER: <http://www.cocier.org/index.php/en/suramerica/colombia/consumos-de-energia-co/importacion-y-exportacion-de-energia-co>
- Cigüenza, N. (2017). *Conozca cuál es la huella de CO2 que genera al transportarse*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/conozca-cual-es-la-huella-de-co2-que-genera-al-transportarse-2515451>
- Cluster Bogotá. (2020). *La IEA analiza el impacto del COVID-19 en el sector energético mundial*. Obtenido de Cámara de Comercio de Bogotá: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Energia-Elctrica/Noticias/2020/Mayo-2020/La-IEA-analiza-el-impacto-del-COVID-19-en-el-sector-energetico-mundial>
- CONSORCIO SERGEING - SISOCOAL - RMR. (2016). *Informe Final*. Obtenido de UPME.
- CORDIS, E. . (2009). *European Risk Assessment and Contingency planning Methodologies for interconnected energy networks*. Obtenido de EURACOM: http://cordis.europa.eu/project/rcn/92076_en.html
- Datos Macro. (2019). *Población Colombia*. Obtenido de Datos Macro: <https://datosmacro.expansion.com/demografia/poblacion/colombia>
- Departamento de Seguridad Nacional Gobierno de España. (2020). *Repercusión de la pandemia Covid-19 en el escenario energético*. Obtenido de Departamento de Seguridad Nacional de España: <https://www.dsn.gob.es/es/actualidad/sala-prensa/repercusi%C3%B3n-pandemia-covid-19-escenario-energ%C3%A9tico>

- Echeverry, J. S., & Ruiz, B. J. (2014). *Indicadores de sustentabilidad para el sector energético colombiano*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/326655399_Indicadores_de_sustentabilidad_p ara_el_sector_energetico_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/326655399_Indicadores_de_sustentabilidad_para_el_sector_energetico_colombiano)
- Erahman et al. (2016). En Q. F. Erahman, W. W. Purwanto, M. Sudibandriyo, & A. Hidayatno, *An assessment of Indonesia's energy security index and comparison with seventy countries* (págs. Energy, 111, 364–376).
- Escholarium. (2018). *Centrales térmicas clásicas*. Obtenido de Escholarium: https://escholarium.educarex.es/useruploads/r/c/9872/scorm_imported/31224473588732363393/page_29.htm
- Escribano, G. (2020). *Energía y COVID-19 en América Latina: un impacto heterogéneo por sectores y países*. Obtenido de Real Instituto El Cano: http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/ari55-2020-escribano-energia-covid-19-america-latina-impacto-heterogeneo-sectores-paises
- Estratégica, E. (2019). *Diversificación de la matriz energética en Colombia: la visión de EPM sobre la planificación del Gobierno en generación - Energía Estratégica*. Obtenido de Energía Estratégica: <https://www.energiaestrategica.com/diversificacion-de-la-matriz-energetica-en-colombia-la-vision-de-epm-sobre-la-planificacion-del-gobierno-en-generacion/>
- EU Neighbours East. (2020). *Impact of COVID-19 on global energy security and clean energy transitions*. Obtenido de EU Neighbors: <https://www.euneighbours.eu/en/east/stay-informed/news/impact-covid-19-global-energy-security-and-clean-energy-transitions>
- European Union. (2020). *Stenghtening the EU's Energy Security after COVID-19*. Obtenido de European Cluster Collaboration Platform:

- <https://www.clustercollaboration.eu/news/stenghtening-eus-energy-security-after-covid-19>
- Gao, D., Li, Z., Liu, P., Zhao, J., Zhang, Y., & Li, C. (2017). *A coordinated energy security model taking strategic petroleum*. China: Elsevier.
- Gasser, P. (2020). *A review on energy security indices to compare country performances*.
Obtenido de Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520300963>
- IDEAM, PNUD. (2016). Transporte. En I. PNUD, *Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero - Colombia* (pág. 23).
- IEA. (2020). *COVID-19*. Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/topics/covid-19>
- Institute of the Americas. (2020). *Seguridad Energética en el Caribe Y Retos Post-COVID-19*.
Obtenido de Institute of the Americas: <https://www.iamericas.org/2020/08/04/seguridad-energetica-en-el-caribe-y-retos-post-covid-19/>
- IRENA. (2019). *Costos de Generación de Energía Renovable en 2019*. Obtenido de International Renewable Energy Agency: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Costs_2019_ES.PDF?la=en&hash=A74F5A6BA01D86C175702B4F27C7086AF5D23F99
- JERA. (2017). *Types and Mechanism of Thermal Power Generation*.
- Jewell, J., & Riahi, K. (2014). *Energy security under de-carbonization scenarios: An assessment framework and evaluation under different technology and policy choices*. Austria; Hungary; Sweden.
- KAS. (2020). *¿Qué rol jugarán las energías renovables no convencionales en América Latina en un contexto post Covid-19?* Obtenido de Korand Adenauer Stiftung: <https://www.kas.de/de/web/energie-klima-lateinamerika/home>

- Kosak, C. C., Marks, K., Rozenberg, S., & Traweek, L. (2020). *COVID-19 Impacts To Energy Security*. Obtenido de National Governors Association: <https://www.nga.org/webinars/eie-webinars/covid-19-impacts-energy-security/>
- Kruyt et al. (2009). En B. Kruyt, D. P. van Vuuren, H. J. de Vries, & H. Groenenberg, *Indicators for energy security* (págs. 2166-2181). *Energy Policy*.
- Le Coq, C., & Paltseva, E. (2020). *Covid-19: News for Europe's Energy Security*. Obtenido de Free Network: <https://freepolicybriefs.org/2020/05/07/covid-19-energy-security-europe/>
- Lefèvre, N. (2009). *Measuring the energy security implications of fossil fuel resource concentration*. Obtenido de *Energy Policy*: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421509000858>
- León, J. (2018). Sector energético colombiano 2018-2019. Colombia.
- Lukaszewska, H. N., & Przewdziecka, E. (2017). *Modelling Energy Security and International Competitiveness: The Export Perspective*. Obtenido de Research gate: https://www.researchgate.net/publication/317689521_Modelling_Energy_Security_and_International_Competitiveness_The_Export_Perspective
- Macias Parra, A. M., & Andrade, J. (2014). *Estudio de generación eléctrica bajo escenario de cambio climático*. Obtenido de UPME: http://www1.upme.gov.co/documents/generacion_electrica_bajo_escenarios_cambio_climatico.pdf.
- Martínez, A., Valerio, S., & Senabre, C. (2019). Indicadores de la dimensión SOCIAL en el modelo EISD. En *Estado del arte de modelos y metodologías de indicadores utilizados para evaluar la sostenibilidad energética de las naciones* (pág. 37). Universidad Miguel Hernandez.
- Matsumotoa, K., Doumposb, M., & Andriosopoulosc, K. (2017). *Historical energy security performance in EU countries*. Japan, Greek, UK: Elsevier.

- Ministerio de Minas y Energía, & UPME. (2016). Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017-2022. Colombia.
- Narula, K., & Sudhakara, R. B. (2015). A SES (sustainable energy security) index for developing countries. India: Elsevier.
- ODS. (2019). *Energía asequible y no contaminante*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.ods.gov.co/es/objetivos/energia-asequible-y-no-contaminante>
- Office of Cybersecurity, Energy Security, and Emergency Response. (2020). *COVID-19 Energy Sector Response Efforts and Frequently Asked Questions*. Obtenido de U.S. Department of Energy: <https://www.energy.gov/ceser/articles/covid-19-energy-sector-response-efforts-and-frequently-asked-questions>
- OIEA. (2008). Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: directrices y metodologías.
- OLADE. (2016). Reservas y producción de fuentes de energía. En *Sistema de Información Económica Energética* (pág. 3).
- Paravantis, J., Kontoulis, N., Ballis, A., & Tsirogitis, D. (2018). *A Geopolitical Review of Definitions, Dimensions and Indicators of Energy Security*. Obtenido de Research gate: https://www.researchgate.net/publication/330879521_A_Geopolitical_Review_of_Definitions_Dimensions_and_Indicators_of_Energy_Security
- Pardo, E. (2020). *¿Cuál es el panorama minero energético en 2020?* Obtenido de Asuntos legales: <https://www.asuntoslegales.com.co/analisis/estefanny-pardo-515736/cual-es-el-panorama-minero-energetico-en-2020-2970596>
- Paredes, J. R. (2020). *Renovables, la mejor vacuna de seguridad energética en tiempos del COVID-19*. Obtenido de Energía para el futuro: <https://blogs.iadb.org/energia/es/renovables-la-mejor-vacuna-de-seguridad-energetica-en-tiempos-del-covid-19/>

- Paredes, J. R., & Ramírez, J. J. (2017). Energías renovables variables y su contribución a la seguridad energética: complementariedad en Colombia. Colombia.
- Penchansky, R.R.; Thomas, J. (1981). En R. R. Penchansky, & J. Thomas, *The concept of access: definition and relationship to consumer* (págs. 127-140). Med Care.
- Rhoades, S. A. (1993). The Herfindahl-Hirschman index.
- Rodríguez, E. (2017). *Componentes de instalación fotovoltaica*. Obtenido de Área tecnología: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/instalacion-fotovoltaica.html>
- Sánchez, A. S. (2020). *Covid-19 y crisis del petróleo: una oportunidad para repensar la matriz energética*. Obtenido de Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales: <https://www.clacso.org/covid-19-y-crisis-del-petroleo-una-oportunidad-para-repensar-la-matriz-energetica/>
- Sánchez, L., Vásquez, C., & Vilorio, A. (2018). Indicadores Energéticos del Desarrollo Sostenible. En *Políticas públicas en el sector suministro de energía e indicadores energéticos del desarrollo sostenible en Latinoamérica* (pág. 9). COMPENDIUM Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Sanchis, A. (2020). *Si la energía solar quiere triunfar, va por buen camino: es ya un 89% más barata que hace diez años*. Obtenido de Magnet: https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/energia-solar-quiere-triunfar-va-buen-camino-89-barata-que-hace-diez-anos?fbclid=IwAR0uVpDm4Wtcfxh_GXCmLL7la-j-ulymENWqYyDTmc-bVO-vPhGGbiWuQz8
- Schuschny, A. (2009). Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Santiago de Chile, Chile: Naciones Unidas.
- Sebastián, E. (2018). *Diagramas paneles fotovoltaicos aislados*. Obtenido de Eliseo Sebastián Energía Solar: <https://eliseosebastian.com/diagramas-paneles-fotovoltaicos-aislados/>

- Senado de la República de Colombia. (2020). *Los retos de la seguridad energética, en audiencia pública del Senado*. Obtenido de Congreso de la República de Colombia: <https://senado.gov.co/index.php/prensa/lista-de-noticias/1265-los-retos-de-la-seguridad-energetica-en-audiencia-publica-del-senado>
- SGSI. (2017). *SGSI*. Obtenido de ¿Qué es el CIA (Confidencialidad, Integridad, Disponibilidad) en la seguridad de la información?: <https://www.pmg-ssi.com/2017/07/cia-confidencialidad-integridad-disponibilidad-seguridad-de-la-informacion/>
- Sovacool, B. K. (2013). *An international assessment of energy security performance*. Obtenido de Elsevier: <http://web.mit.edu/mission/www/m2018/pdfs/japan/security.pdf>
- Stavytskyy, A., Kharlamova, G., Giedraitis, V., & Šumskis, V. (2018). *Estimating the interrelation between energy security and macroeconomic factors in European countries*. Obtenido de Journal of International Studies: https://www.jois.eu/files/18_577_Stavytskyy%20et%20al.pdf
- Turton, H., & Barreto, L. (2006). Long-term security of energy supply and climate change. *Energy Policy*.
- UPME. (2014). *Plan de expansión de referencia generación-transmisión 2014-2018*. Obtenido de UPME: http://www.upme.gov.co/Docs/Plan_Expansion/2014/Plan_GT_2014-2028.pdf
- UPME. (2015). *Atlas potencial hidroenergético de Colombia 2015*. Obtenido de UPME: <http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1336>
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencional en Colombia*. Obtenido de UPME: http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVABLES_WEB.pdf
- UPME. (2016). Indicadores de Energía para el Desarrollo Sostenible - IAEA. (Vera et al., 2001). En UPME, *Seguridad Energética para Colombia* (págs. 135,136).


- UPME. (2016). Participación consumos de energía. En UPME, *Plan de acción indicativo de eficiencia energética 2017-2022* (págs. 17, 18, 19, 27, 28, 29, 31, 33, 38, 39, 40). Ministerio de Minas y Energía.
- UPME. (2016). Plan Energético Nacional 2020-2050. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia.
- UPME. (2020). Comparativo internacional de consumo de energía en transporte - PJ. En UPME, *Plan Energético Nacional - PEN* (pág. 17).
- UPME. (2020). *Energías renovables: descripción, tecnologías y usos finales*. Obtenido de SI3A: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Iluminacion/CarFNCE.pdf>
- Vilariño, A. (2020). *La oportunidad del sector energético ante la COVID-19*. Obtenido de Compromiso Empresarial: <https://www.compromisoempresarial.com/coronavirus/2020/06/la-oportunidad-del-sector-energetico-ante-la-covid-19/>
- WEC. (2019). *World Energy Trilemma Index 2019*. Obtenido de World Energy Council: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WETrilemma_2019_Full_Report_v4_pages.pdf
- WEC. (2020). *Perfil de Colombia*. Obtenido de World Energy Council : <https://trilemma.worldenergy.org/#!/country-profile?country=Colombia&year=2020>
- WEC, & Wyman, O. (2020). *World Energy Trilemma Index 2020*. Obtenido de World Energy Council: https://www.worldenergy.org/assets/downloads/WETrilemma_2019_Full_Report_v4_pages.pdf
- XM. (2020). *Capacidad efectiva neta*. Obtenido de Informe anual XM: <https://www.xm.com.co/corporativo/Paginas/Nuestra-empresa/informes-anales.aspx>
- Yepez, A., & Jiménez, R. (2017). *¿Cuánto Gastan los Hogares en Energía?* Obtenido de BID: <https://blogs.iadb.org/energia/es/cuanto-gastan-los-hogares-en-energia/>

Apéndices


Apéndice A

Contexto actual de costos combustibles fósiles y renovables





Inicialmente el costo de la producción de energías renovables era muy alto, lo que no permitía aprovechar al máximo el potencial natural. Esto ha cambiado en los últimos años donde por ejemplo la producción de energía a partir del potencial solar, se ha ubicado en un 89% menos que en el 2009.



¿COMÓ SE UTILIZAN ACTUALMENTE LOS COMBUSTIBLES?

10 años atrás era más factible generar energía a partir de combustibles fósiles que renovables, llegando a posicionar de forma progresiva la generación eólica y solar en un 22% y 223% respectivamente.

Los combustibles fósiles siguen siendo la fuente de energía más utilizada en gran parte del mundo, por lo que para el 2019 estas fueron las estadísticas registradas en generación de energía eléctrica:

- Carbón 37%
- Gas 14%
- Nuclear (no es combustible fósil ni renovable) 11%

En el gráfico derecho se observa el comportamiento de los costos de energía de la siguiente manera:

- Carbón: se mantuvo casi constante
- Gas: disminuyó un 37%
- Nuclear: aumentó un 22%



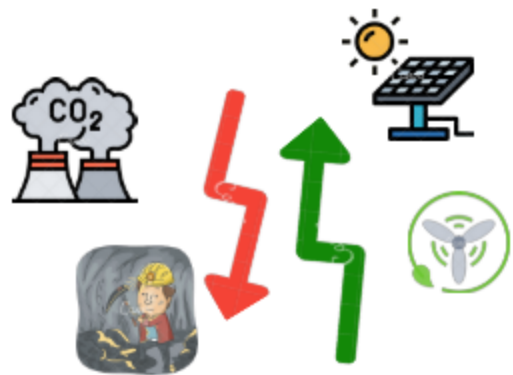
RENOVABLES Y EFICIENCIA



El costo de la producción de energía a partir de renovables es netamente un valor asociado a la infraestructura, ya que no se necesita invertir en combustible.

Con fines de reducir importaciones de combustibles fósiles y exportaciones de CO2 a la atmósfera, la generación a partir de renovables ha sido altamente estimulada y optimizada; llegando a reducir costos alrededor de un 89% en energía solar y duplicar la producción de los módulos FV.

Estos avances se visualizan en el gráfico izquierdo de precios (2009-2019) con una disminución.



Renovables en el mundo

Tendencia pro-solar liderada por:



14% de su mix energético.

8.7% de su mix energético.

8.6% de su mix energético.

Tendencia renovables liderada por:



Capacidad equivalente a 10 centrales nucleares en parques solares.

102 GW en la red eléctrica del país.



Capacidad de energía renovable 86 GW.

Añade 7.5 GW de capacidad solar.

Añade 2.4 GW de capacidad eólica.

Nota. Adaptado de (Sanchis, 2020)

Apéndice B*Potencial energético de residuos agrícolas*

Cultivo	Toneladas producto (2012)	Residuo agrícola	Toneladas residuo (2012)	Potencial energético (TJ/año)
Palma	1.137.984	Cuesco	246.714	3.428
		Fibra	712.946	8.845
		Raquis	1.206.490	8.622
Caña Azúcar	2.681.348	RAC	8.741.194	42.761
		Bagazo	7.186.013	78.814
Caña panelera	1.284.771	Bagazo	4.817.888	52.841
		RAC	3.250.469	15.901
Café	1.092.361	Pulpa	2.327.929	8.354
		Cisco	224.262	3.870
		Tallos	3.303.299	44.701
Maíz	1.206.467	Rastrojo	1.126.840	11.080
		Tusa	325.746	3.389
		Capacho	254.564	3.863
Arroz	2.318.025	Tamo	5.447.359	19.476
		Cascarilla	463.605	6.715
Banano	1.834.822	Raquis	1.834.822	788
		Vástago	9.174.108	5.172
		Rechazo	275.223	484
Plátano	3.201.476	Raquis	3.201.476	1.374
		Vástago	16.007.378	9.024
		Rechazo	480.221	844
			Total	330.350

Nota. Tomada de (UPME, 2015)

Apéndice C*Potencial energético de residuos pecuarios*

Residuos pecuarios	Toneladas residuo (2008)	Potencial energético (TJ/año)
Bovino	99.168.608	84.256
Avícola	3.446.348	29.183
Porcino	2.803.111	4.308
Subtotal		117.748

Nota. Tomada de (UPME, 2015).

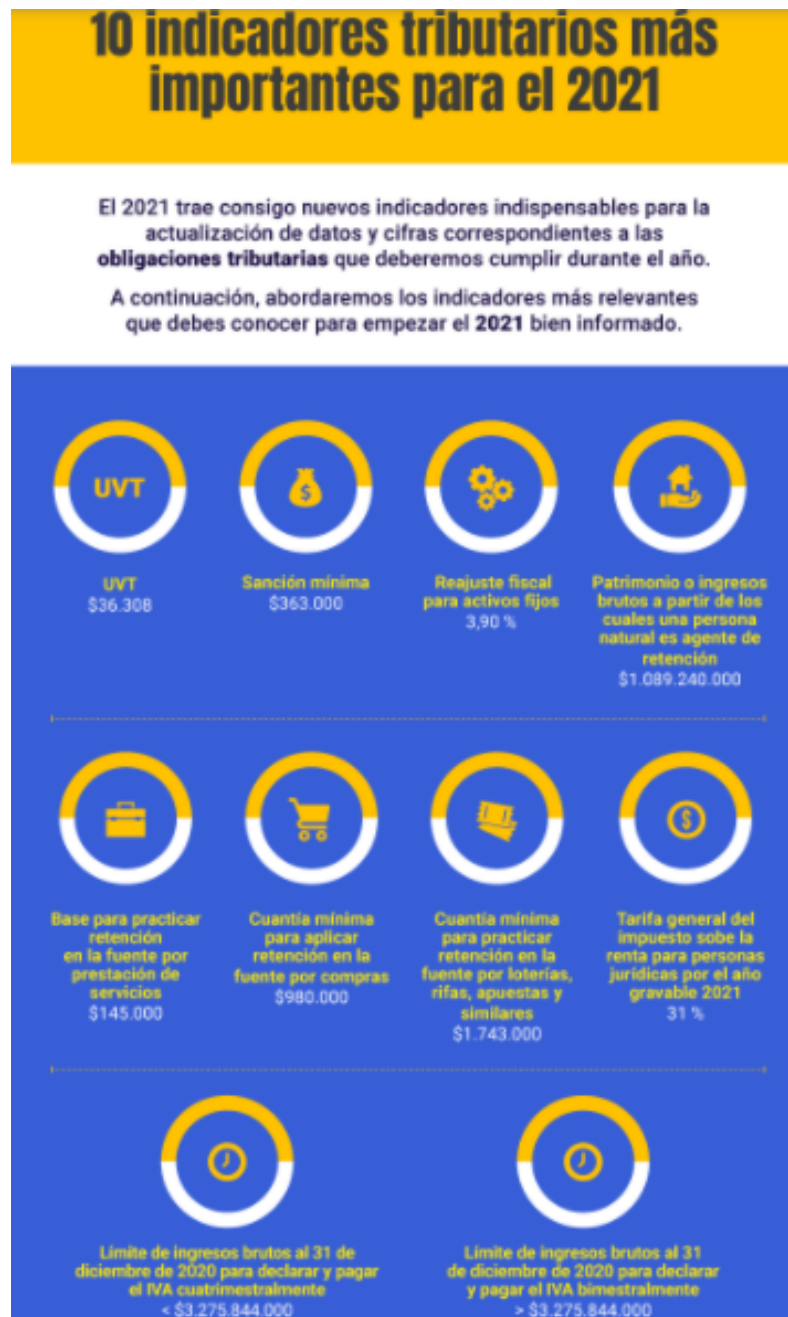
Apéndice D*Potencial energético de otros residuos*

Otros residuos	Toneladas residuo (2008)	Potencial energético (TJ/año)
Residuos de poda	44.811	318
Centros acopio y plazas de mercado	120.210	92
Subtotal		410

Nota. Tomada de (UPME, 2015).

Apéndice E

Indicadores tributarios 2021 en Colombia

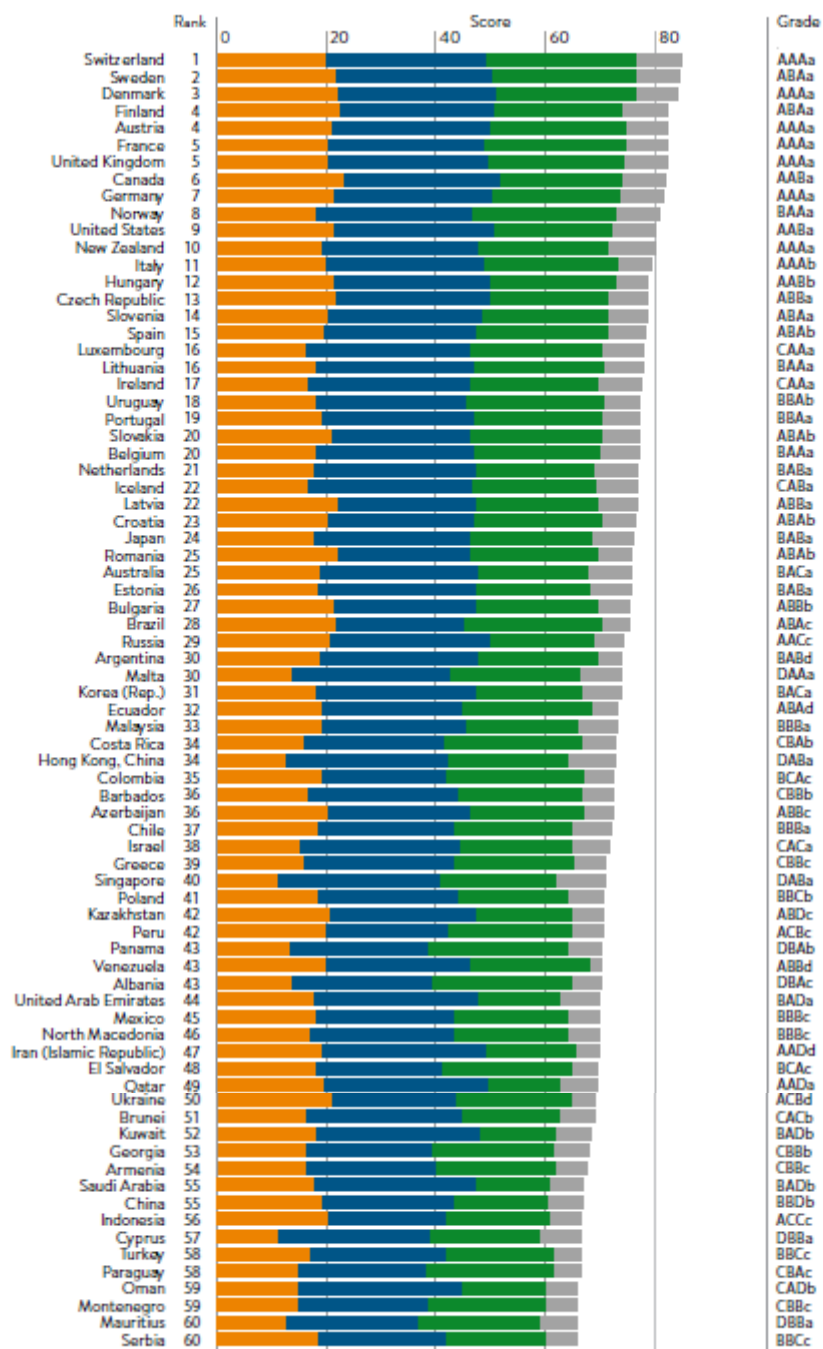


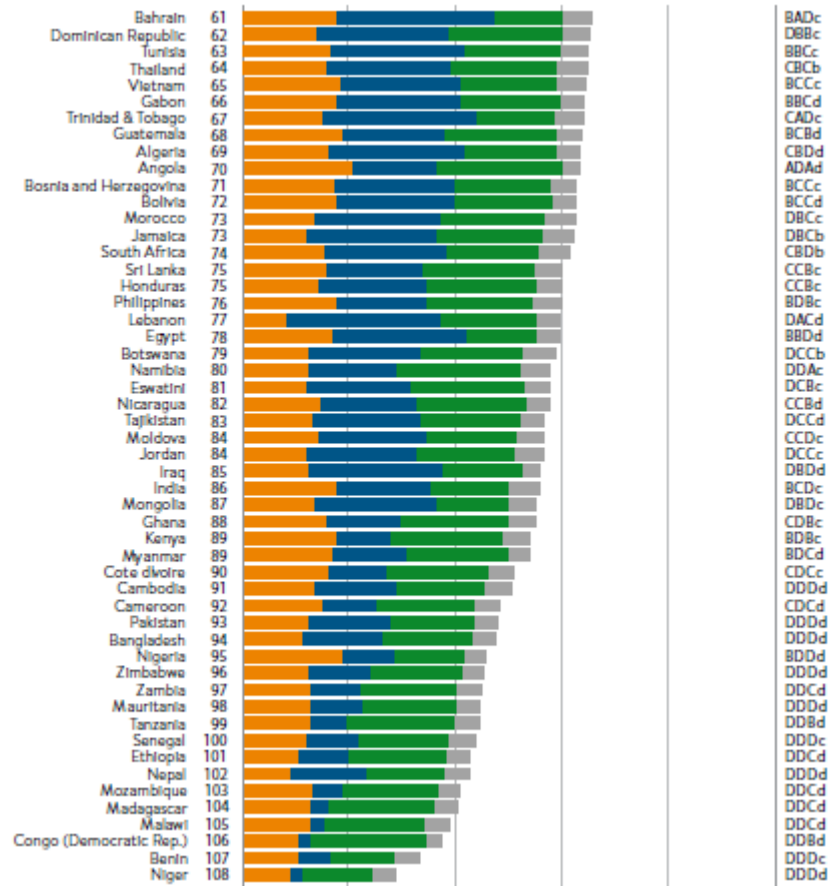
Nota: Tomado de <https://actualicese.com/infografia-10-indicadores-tributarios-mas-importantes-para-el-2021>

Apéndice F

Índice mundial del trilema energético 2020

 **WORLD ENERGY TRILEMMA INDEX 2020**

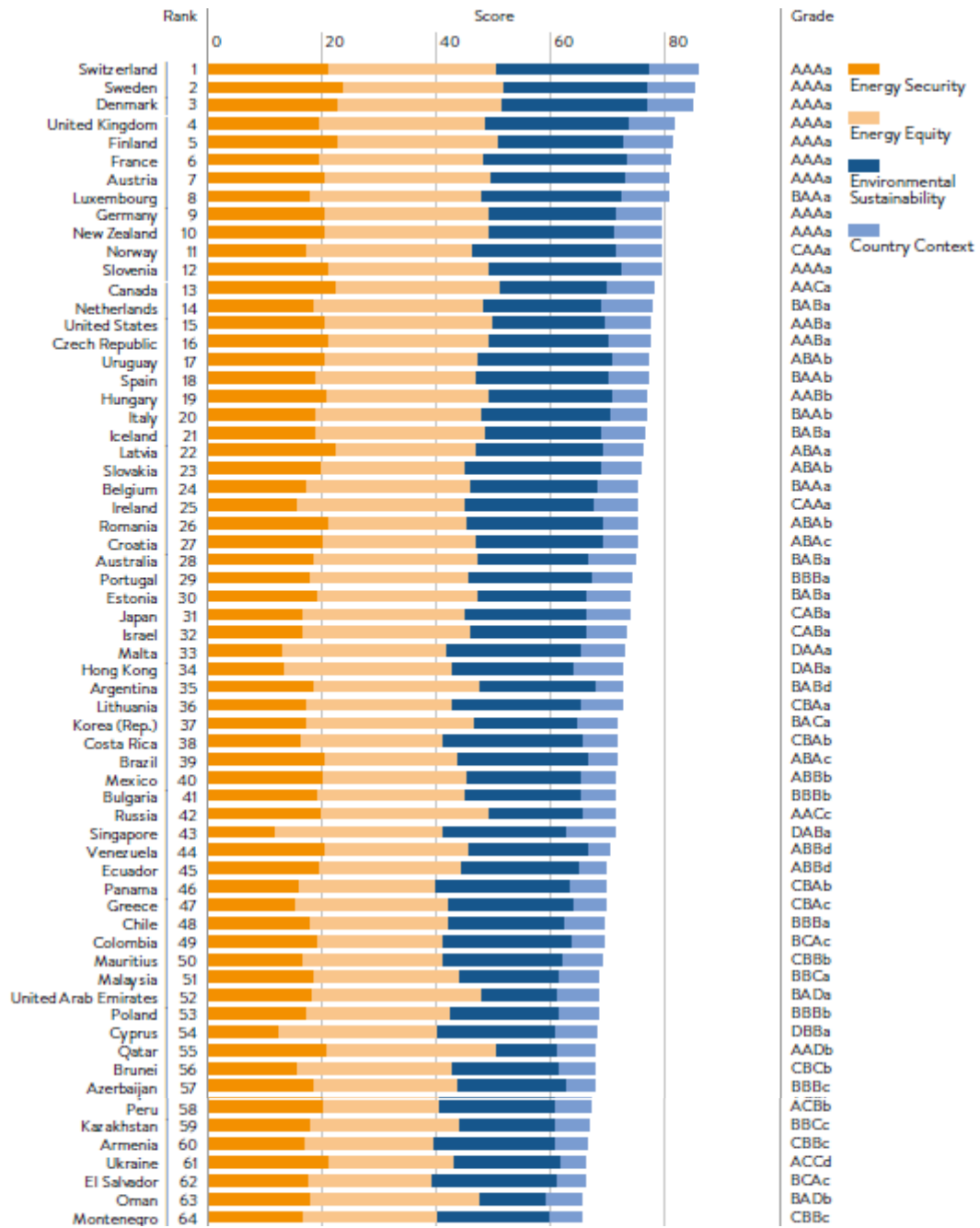


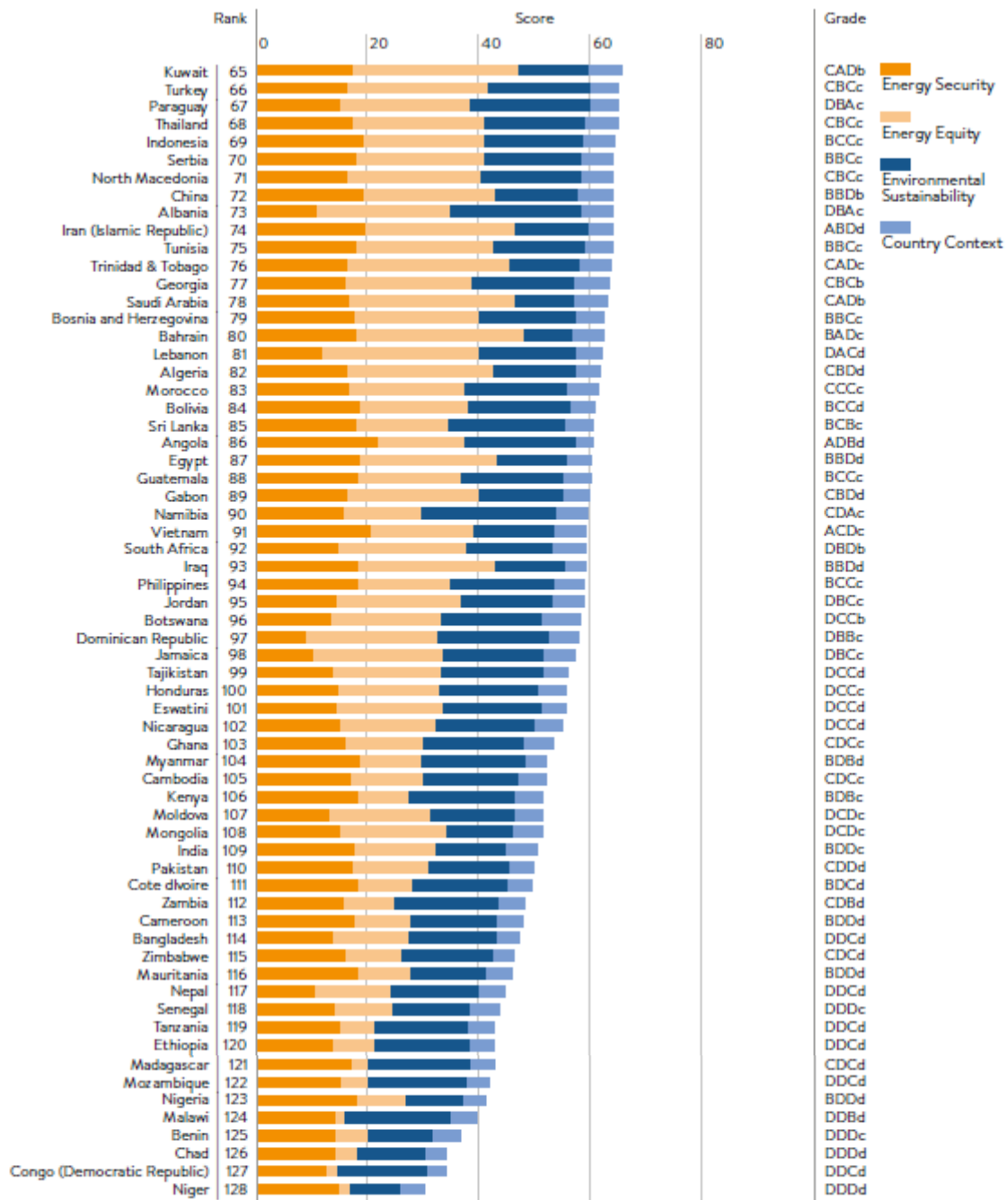


Nota. Tomado de (WEC & Wyman, 2020).

Apéndice G

Índice mundial del trilema energético 2019





Nota. Tomado de: (WEC, 2019).