

Transición energética en Colombia.

Elaborado por:

Óscar Santiago Mora Carvajal

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Zona Centro Bogotá Cundinamarca

CEAD José Acevedo y Gómez

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios (ECACEN)

Programa Especialización en Gestión de Proyectos

Bogotá

2019

Transición energética en Colombia.

Elaborado por:

Óscar Santiago Mora Carvajal

Proyecto de Grado para optar al Título de Especialista en Gestión de Proyectos, bajo la
Modalidad de Monografía

Director:

Camilo Ernesto Sierra

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Zona Centro Bogotá Cundinamarca

CEAD José Acevedo y Gómez

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios (ECACEN)

Programa Especialización en Gestión de Proyectos

Bogotá

2019

Resumen

En el documento da a conocer el contexto nacional de la transición energética en Colombia haciendo énfasis en sus avances, dificultades y oportunidades, observando sus fuentes energéticas y disponibilidad de las mismas. Se presentan las necesidades que impulsan dicha transición; así mismo se muestran las principales repercusiones económicas y ambientales, consecuencia de la explotación de hidrocarburos, además de las principales barreras institucionales, económicas, regulatorias y tecnológicas que han intervenido en la transición energética, por último, se enuncian dos proyectos de infraestructura energética como reseña de los pasos que el país ha venido desarrollando.

Contenido

Contextualización.....	3
Planteamiento del problema.....	6
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Transición energética.....	9
Energía no renovable.....	9
Carbón.....	9
El Petróleo.....	11
Gas natural.....	14
Energías renovables.....	15
Energía Hidráulica.....	15
Energía Eólica.....	16
Energía Solar.....	17
Energía Geotérmica.....	18
Biomasa.....	18
Los biocombustibles.....	19
Necesidad de reformar el sector energético.....	20
Cambio climático.....	21
Acuerdo de París.....	21
Crecimiento de la población en Colombia.....	22

Volatilidad climática	23
Agotamiento de los combustibles fósiles	24
Marco regulatorio.....	25
Ley 142 de 1994 (ley del sector eléctrico).....	25
Ley 143 de 1994 (ley del sector eléctrico).....	25
Ley 629 de 2000 (ley de energía renovable).....	26
Ley 697 de 2001 (ley de energía renovable).....	26
Ley 1665 de 2013 (ley de energía renovable).....	26
Ley 1715 de 2014 (ley de energía renovable).....	26
Dificultades en el desarrollo de proyectos energías renovables.....	27
Barreras institucionales	28
Barreras económicas	28
Barreras regulatorias	30
Barreras tecnológicas	31
Impactos de la transición energética en Colombia.....	31
Desarrollos en infraestructura energética.....	33
Parque solar El Paso.....	34
Complejo eólico Jemeiwaa Kai.....	35
Vehículos eléctricos	36
Proyecto Hidroeléctrico Ituango	37
Refinería Cartagena - REFICAR	40

Conclusiones 43

Bibliografía 45

Lista de tablas

Tabla 1. Potencial eólico para diferentes regiones del país.....	16
Tabla 2. Potencial eólico para diferentes regiones del país.....	18
Tabla 3. Plantas de etanol en producción.....	19
Tabla 4. Plantas de producción de biodiesel	20
Tabla 5. Potencia mundial instalada por tipo de energía alternativa renovable.....	28
Tabla 6. Desempeño de la arquitectura energética de las naciones	34

Lista de figuras

Figura 1. Consumo energía primaria 2016.....	3
Figura 2. Demanda interna recursos energéticos primarios	4
Figura 3. Reservas de carbón en Colombia.....	10
Figura 4. Evolución de la producción Colombiana de petróleo.....	11
Figura 5. Campos productores con producción mayor a 10.000 BPD.....	12
Figura 6. Reservas de petróleo en Colombia	13

Contextualización

Las fuentes de energía primaria se componen de recursos no renovables (son consumidos al utilizarlas) y renovables (no se agotan por el uso), el primero comprende; los combustibles fósiles como el petróleo, gas y carbón, y el uranio que es utilizado como insumo en la generación de energía nuclear. La segunda comprende la energía solar, eólica, la geotermia, la biomasa, el bioetanol, el biodiesel y la energía hidráulica (Energía de mi país, s.f.).

La representación del consumo de distintas fuentes de energías primarias renovables y no renovables en un tiempo determinado, se representan en una matriz energética (Aprende con energía, s.f.).

Como se indica en la figura 1, en el mundo para el año 2016 el consumo de energía primaria estaba constituida por un aporte del 85,5% de los combustibles fósiles, y un 14,6% lo aportaron fuentes de energía renovable.

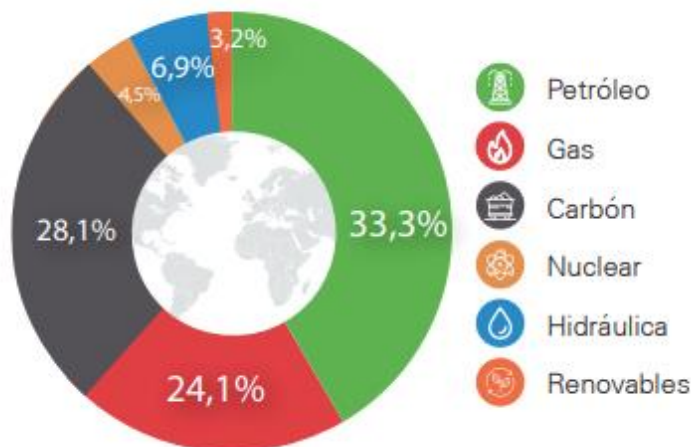


Figura 1. Consumo energía primaria en el mundo para el año 2016 (BP Statistical Review of World Energy 2017, 2016)

Como se indica en la figura 2, en Colombia la demanda de energía primaria se compone de un consumo del 78% energía proveniente de los combustibles fósiles y un 22% proviene de fuentes de energías renovables (UPME, 2015).

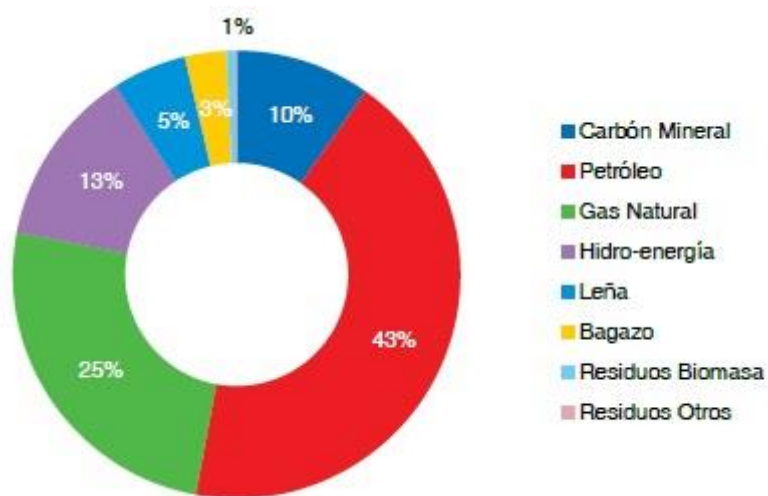


Figura 2. Demanda recursos energéticos primarios en Colombia para el año 2015 (UPME, 2015)

En la matriz energética mundial se posiciona a las energías no renovables como el energético primario de mayor consumo, y como estima (Sans Rovira & Pulla Escobar, 2013) si las necesidades energéticas actuales se incrementan en un 50% para el 2050, en consecuencia el petróleo y gas se agotaran en el 2040, el carbón en el 2060 y el uranio en el 2050 (Sans Rovira & Pulla Escobar, 2013).

La explotación de los combustibles fósiles contribuye con el calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en particular del monóxido de carbono CO₂, que en su mayoría es generado por las fábricas y el sector de transportes. Se estima que este último es el causante del 40% de las emisiones de (GEI) a nivel mundial, considerando que en el mudo

circulan cerca de 1.000 millones de vehículos y se espera para el 2025 se encuentren en circulación 1.800 millones de vehículos (Marlyn Ahumada, 2015). El acuerdo de París establece como objetivos, limitar el calentamiento global evitando un incremento de la temperatura promedio mundial en un 2°C, aumentar la capacidad de los países para adaptarse al cambio climático y la promoción de tecnologías bajas en carbono y desarrollo sostenible (Ministerio para la transición ecológica, 2016).

La diversificación de la matriz energética mundial, tiene como objetivo disminuir el uso de uso de combustibles fósiles, incursionando con las fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER), como la energía eólica y solar fotovoltaica, además de la potencialización de la explotación de los recursos hídricos y de la biomasa (Enersinc, 2017).

Planteamiento del problema

En Colombia y en el mundo, la transición energética tiene como objetivo aumentar el uso de nuevas fuentes de energía limpias como; la biomasa, el viento y la radiación solar, logrando así diversificar la matriz de energías primarias reduciendo gradualmente el uso de los combustibles fósiles como; el petróleo, el gas y el carbón. En el ámbito mundial las principales potencias pioneras en la transición energética, han presentado dificultades en el proceso, (Ordoñez, 2017) afirma. “La integración de energías renovables en los mercados eléctricos de Alemania, Estados Unidos, Japón, China, Suecia, Dinamarca e Italia experimentaron dificultades asociadas al fomento de desarrollo tecnológico, falta de infraestructura, presión de monopolios energéticos y el déficit de seguridad energética” (p.72).

En el ámbito nacional son similares las causas que dan lugar al estancamiento de la transición energética, donde podemos destacar:

El desarrollo de proyectos de energías alternativas son nuevos en Colombia, y su rezago obedece a la falta de incentivos al sector privado (El Espectador, 2017).

“Colombia es una economía emergente donde la tecnología aplicada de las fuentes de energía renovables se hace costosa, además el ingreso de estos productos al territorio nacional no se constituyen en un proceso fácil” (Revista Dinero, 2018).

“Los asuntos de licenciamiento no marchan a la velocidad requerida, evidenciando una desarticulación entre las entidades del estado para la aprobación de proyectos, demostrando que el estado no es un ente eficiente en la administración de sus recursos” (ANDEG, 2014).

En Colombia los problemas de institucionalidad como señala (Rodríguez, 2017). “El rol del poder y de los intereses detrás de la implementación de modelos diferentes que abren espacio a nuevos actores sociales, políticos y económicos, ha estancado al país en la corrupción”.

La transición energética, es un proceso desafiante que se convierte en un pulso económico entre los interesados en impulsar las energías alternativas renovables y los interesados en continuar con la explotación de los combustibles fósiles, en donde surge como interrogante: ¿En Colombia se cuenta con las garantías políticas, económicas y tecnológicas para dar lugar a una transición energética exitosa?

Objetivo general

- Dar a conocer el contexto nacional de la transición energética en Colombia haciendo énfasis en sus avances, dificultades y oportunidades.

Objetivos específicos

- Indicar la disponibilidad de recursos naturales que forman parte de las fuentes de energías renovables y no renovables
- Identificar las causas que impulsan la necesidad de llevar a cabo la transición energética
- Presentar las iniciativas constituidas en el marco legal de la transición energética en Colombia
- Identificar las principales barreras institucionales, económicas, regulatorias y tecnológicas de la transición energética
- Enunciar la evolución de proyectos de infraestructura energética

Transición energética

En busca de diversificar, complementar e impulsar la competitividad de nuestra matriz energética, Colombia dada la necesidad originada por los cambios sustanciales en los consumos de energía local, la exposición que tenemos frente a riesgos hidroclimáticos y el panorama mundial, ha iniciado un proceso desafiante de transición, dando su primer paso hacia la transición energética con la asignación por subasta de ocho proyectos de generación, seis eólicos y dos proyectos de generación solar como alternativa para abastecer de energía a los colombianos y como percutor para la diversificación de fuentes de energía en nuestra matriz.

A continuación de los dos grandes tipos de energías que existen, se enuncia las diferentes fuentes y su disponibilidad de recursos en:

Energía no renovable

Son aquellos recursos naturales que se encuentran de manera limitada, y su fase de explotación para su consumo es más acelerado que su proceso de regeneración. Dentro de estos recursos tenemos; los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural; también conocidas como fuentes convencionales para la generación de energías.

Carbón.

En Colombia el carbón es relativamente de buena calidad, su explotación para el consumo interno es menor se encuentra por el orden de 3 millones de toneladas anuales, cuando en el 2017 en los Estados Unidos el consumo de carbón llegó a ser aproximadamente de 560 millones de toneladas. El uso doméstico del carbón es destinado en su mayoría a la generación de energía

eléctrica, y en una menor proporción para calefacción y cocción de alimentos (Otero Prada, 2018).

Como indica, (UPME, 2012). “Las reservas medidas son de 6.508 Mt, distribuidas en las tres cordilleras: Oriental, Central y Occidental. Se ubican principalmente en la costa atlántica, donde se encuentra el 89.80% del total del carbón nacional, que a su vez corresponde al 98% del carbón térmico” (p.36). En la figura 3 se presenta las reservas de carbón en cada uno de los departamentos productores de este energético.

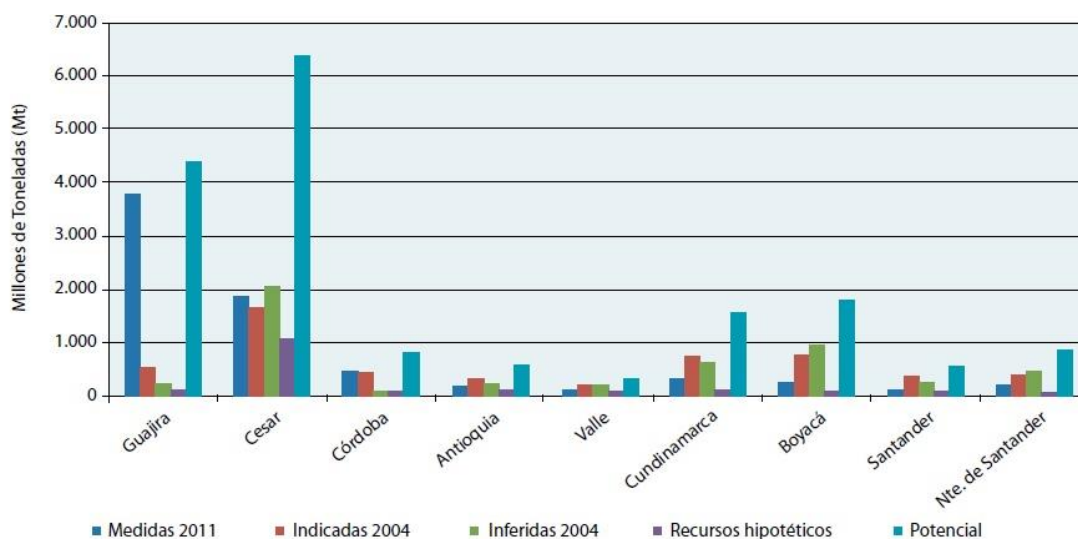


Figura 3. Reservas de carbón en Colombia (UPME, 2012)

Colombia es el primer país con las mayores reservas de carbón en América Latina y contemplando la actual tasa de explotación, las reservas de carbón se estiman hasta los 92 años. La abundancia de este recurso en nuestro país, se constituye en garantía para la generación de energía eléctrica frente a periodos de verano muy intensos o del fenómeno del niño (UPME, 2012).

La explotación de este recurso presenta la afectación al medio ambiente durante su extracción a cielo abierto y la generación de emisiones de CO₂ por la combustión en plantas termoeléctricas y en la generación de calor, provocando afectaciones a la salud con la aparición de enfermedades como; el asma, cardiacas y cardiovasculares (Otero Prada, 2018).

El Petróleo.

La producción petrolera Colombiana ha tenido periodos de bonanza donde se ha exportado crudos y periodos críticos que se han solventado con el descubrimiento de nuevos petroleros. Las empresas petroleras ante la dificultad y riesgo para obtener nuevos hallazgos, han invertido en la optimización en la explotación de los pozos petroleros existentes ampliando su vida útil con nuevas técnicas para extracción de los hidrocarburos (UPME, 2013). Estas prácticas se han aplicado en Colombia, obteniendo como resultado una evolución en la producción representada en la figura 4.

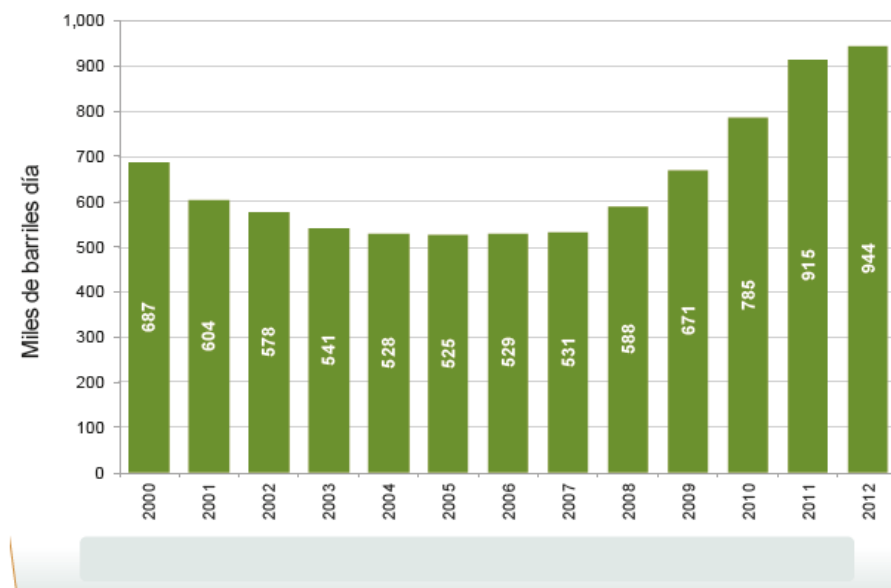


Figura 4. Evolución de la producción Colombiana de petróleo (UPME, 2013)

En la figura 5 se representan los pozos petroleros en Colombia que producen más de 10.000 barriles por día, como se observa los primeros cinco pozos (Campo Rubiales, Castilla, Castilla Norte, Quifa y Chichimene) se ubican en el departamento del Meta, lugar donde se concentran nuevas exploraciones para dar con nuevos pozos (UPME, 2013).

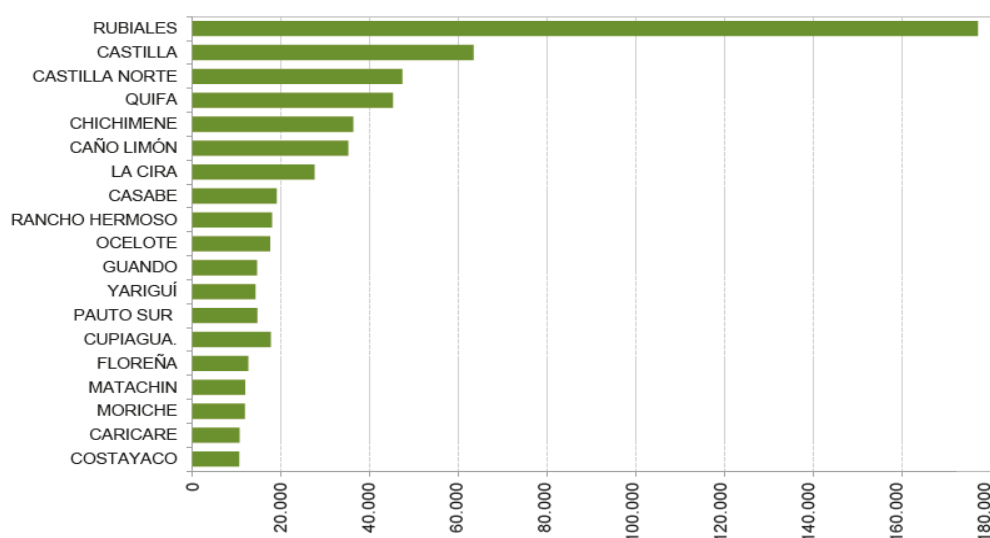


Figura 5. Campos productores con producción mayor a 10.000 BPD (UPME, 2013)

Las reservas de petróleo probadas, corresponde a la cantidad de petróleo que se encuentra en el subsuelo y que se puede extraer para su comercialización, teniendo en cuenta que no todo el petróleo que se encuentra en un yacimiento puede ser declarado como reserva, esto depende que cumpla con especificaciones químicas y físicas, que se cuente con la tecnología para su extracción y hasta su precio comercial. Teniendo en cuenta las condiciones anteriores, la capacidad de extraer cierta cantidad de petróleo de un yacimiento se le denomina factor de recobro. De esta manera, las reservas de petróleo se catalogan según su incertidumbre para su extracción la cual se clasifica como: reservas probadas 1P, 2P y 3P, en donde se tiene una probabilidad de ser extraídas del 90%, 50% y 10% respectivamente (Petroleum, 2018).

En un país las reservas de petróleo aumentan, cuando las empresas operadoras declaran el aumento de sus reservas para extracción y esto ocurre debido a dos situaciones; primero, con la optimización de los procesos de extracción empleando nuevas tecnologías en yacimientos ya descubiertos, y segundo, mediante la exploración sísmica y perforación de nuevos pozos de prueba (Petroleum, 2018).

En la figura 6 se representa; las reservas probadas en millones de barriles, la incorporación de nuevas reservas y la producción anual. Con la anterior información se establece la relación reservas/producción que es con la que se proyecta en cuanto tiempo se agotaran las reservas actuales de petróleo.

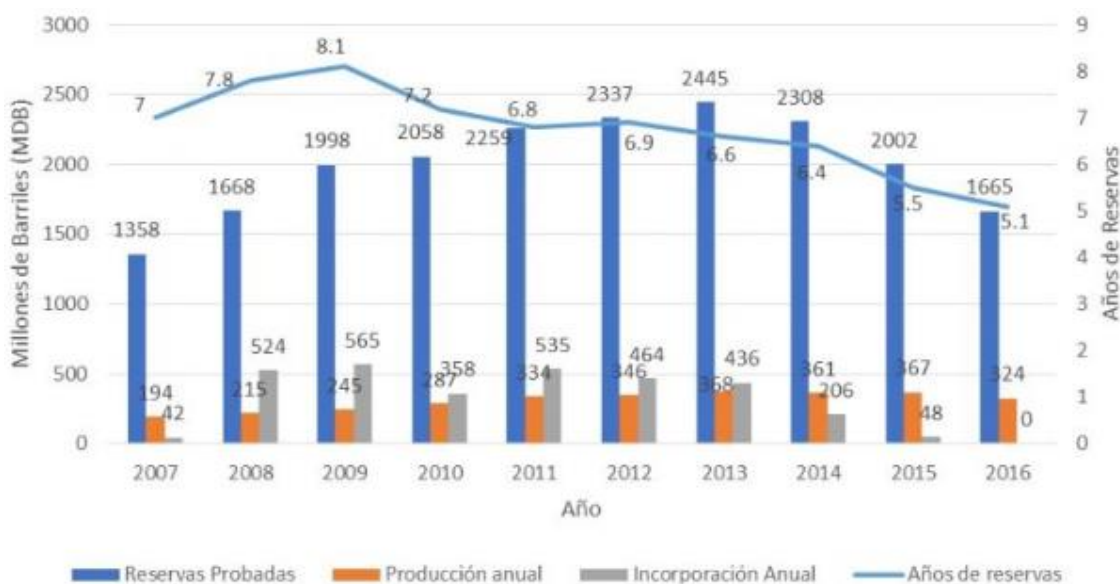


Figura 6. Reservas de petróleo en Colombia (Petroleum, 2018)

El Fracking.

En el ámbito nacional una de las propuestas que promete aumentar las reservas de petróleo es la técnica del fracking (fracturación de rocas), esta es una técnica desarrollada desde el principio

del siglo XXI, por el estadounidense George Campbell, como indica (Marlyn Ahumada, 2015). “Consiste en inyectar a alta presión enormes cantidades de agua con aditivos químicos y arena para fracturar la roca y liberar el gas metano. Cuando el gas comienza a fluir de regreso, lo hace con parte del fluido inyectado a alta presión” (p.41).

Las complicaciones ambientales resultan cuando el agua con los aditivos químicos empleada en el proceso se mezcla con las aguas subterráneas y estas puedan llegar de nuevo a la superficie.

Actualmente en Colombia, esta técnica está suspendida hasta que el Consejo de Estado reciba la nueva ponencia del Ministerio de Minas (El Tiempo, 2019). Sin embargo, de acuerdo con el informe económico de la Asociación Colombiana del Petróleo (ACP), el potencial para la explotación de YNC (Yacimientos No Convencionales) se encuentran estimados entre 5 y 10 mil millones de barriles de crudo, que podrían incrementar más de tres veces las reservas actuales, en cuanto a petróleo se refiere (ACP, 2019).

En el mundo, la técnica del Fracking llevó a los Estados a ser un país importador de petróleo a aumentar sus reservas, como indica (Marlyn Ahumada, 2015), “a finales del 2013 Estados Unidos se convirtió en el mayor productor mundial de hidrocarburos, al punto de superar a Rusia y Arabia Saudita” (p. 24)

Gas natural.

Una vez iniciado el desarrollo de la industria de gas natural por los años 70 y tras los diversos programas que han venido implementado el Gobierno Nacional, para estimular el crecimiento a lo largo de las dos últimas décadas, Colombia hoy en día, según (Promigas, 2019) indica:

Las reservas probadas del país son en la actualidad de 3.8 TPC, un factor R/P de 9.8 años. Por lo tanto, se concluye que Colombia tiene alternativas para abastecerse, entre ellas:

Yacimientos Offshore, Yacimientos No Convencionales, e importaciones de GNL o desde Venezuela a través del gasoducto Antonio Ricaurte, de una longitud de 224 kilómetros y capacidad de 500 Mpcd, por medio del cual Ecopetrol y Chevron exportaron a Venezuela 0.5 TPC de gas natural entre 2008 y 2015.

Energías renovables

Las energías renovables son: los recursos hídricos, el viento, el sol y la biomasa. Estos recursos se caracterizan por ser fuentes de energía limpias e inagotables, en el empleo de estas fuentes para la generación de energía no genera emisiones de CO₂. Su disponibilidad es ilimitada, poniendo en consideración el recursos hídrico y la biomasa, siendo el primero un recurso vital para la supervivencia del ser humano, y el segundo se encuentra restringido a la explotación medida de recursos forestales y uso del suelo. Cada uno de estos recursos se encuentra concentrados potencialmente en diferentes regiones de la geografía colombiana.

Energía Hidráulica.

Se aprovecha la energía cinética del agua, propiciando la caída del recurso hídrico sobre una turbina con la que se genera la energía eléctrica. El agua es almacenada a través de represas ofreciendo la disponibilidad del recurso hídrico garantizando la generación constante de energía eléctrica, en consecuencia este es un proceso que se ve afectado por las épocas de sequía (Sans Rovira & Pulla Escobar, 2013).

Colombia se posiciona en el mundo como uno de los países con mayor riqueza de recursos hídricos, por consiguiente la matriz de energía eléctrica está compuesta en un 70% por el aprovechamiento del recurso hídrico, lo que hace que tengamos una matriz de la energía eléctrica

limpia y renovable y menos contaminante en el mundo por no depender en su mayoría de los combustibles fósiles. (Arango, 2019)

Energía Eólica.

El aprovechamiento de la energía eólica en Colombia es muy bajo, en el SIN (Sistema Interconectado Nacional) se encuentra conectados 19,5MW que no han incrementado desde el 2003, mientras que países de la región cuentan con capacidades eólicas instaladas mayores, como por ejemplo: Perú 148 MW, Panamá 220MW, Chile 836 MW, México 2,3 GW y Brasil 5,9GW. Colombia cuenta con lagunas regiones propicias para la explotación del recurso eólico en los departamentos de: La Guajira, Santander, Norte de Santander, Risaralda, Tolima, Cauca, el Huila y Boyacá. La Guajira presenta un régimen de vientos de 9m/s a 80 metros de altura, de explotar este recurso se podría llegar a instalar una capacidad hasta de 18 GW. En la tabla1, se relacionan los potenciales eólicos que se pueden llegar a explotar en algunas regiones del país (UPME, 2015).

Tabla 1.

<i>Potencial eólico para diferentes regiones del país</i>	
<i>Área</i>	<i>MW de capacidad instalable</i>
Costa Norte	20.000
Santanderes	5.000
Boyacá	1.000
Risaralda - Tolima	1.000
Huila	2.000
Valle del Cauca	500

(UPME, 2015)

La explotación de una fuente eólica como en la Guajira, ofrece una mayor confiabilidad en el suministro de energía eléctrica en la región caribe, sin que esta dependa del suministro de energía eléctrica proveniente del centro y occidente del país. Frente a cambios climáticos por el fenómeno del niño, se genera confiabilidad al sistema eléctrico. Se puede desplazar considerablemente la generación de energía eléctrica producto de los combustibles fósiles, reduciendo las emisiones de CO₂ al medio ambiente (UPME, 2015).

La Guajira como la región con mayor potencial eólico para su explotación, presenta problemas como: no se cuenta con una infraestructura eléctrica para llevar la energía generada hacia el centro del país, difíciles procesos de negociación con las comunidades indígenas y por tratarse de una fuente de energía intermitente no cuenta con una regulación para que sea viable su participación en el mercado energético (UPME, 2015).

Energía Solar.

En Colombia, la radiación solar diaria promedio se encuentra del orden de 4,5 kWh/m²/d, superando el promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d, y el promedio de radiación solar en Alemania que se encuentra en 3 kWh/m²/d (UPME, 2015).

Las zonas de mayor potencial de radiación solar en el territorio nacional se ubica: La Guajira, Magdalena, Atlántico y Sucre; la zona Norte del Cesar, Bolívar y Córdoba; el nororiente de Arauca y Vichada; Suroccidente del Casanare, Centro y norte del Meta; y Boyacá (UPME, 2015). En la tabla 2 se presentan las regiones donde se presenta una mayor radiación solar durante el año.

Tabla 2.

Potencial eólico para diferentes regiones del país

Región	kWh/m ² /año
Guajira	2.190
Costa Atlántica	1.825
Orinoquia	1.643
Amazonia	1.551
Andina	1.643
Costa Pacífica	1.278

(UPME, 2015)

La tecnología solar fotovoltaica en la última década ha presentado una considerable reducción en sus costos de producción. Colombia al no tener estaciones, cuenta con este recurso por todo el año. El empleo de la energía solar fotovoltaica, puede generar un desplazamiento al uso de combustibles fósiles.

Energía Geotérmica.

Esta energía es la que proviene de la temperatura que se encuentra bajo la superficie de la tierra, esta capacidad termodinámica se mide en entalpia, que es la diferencia de temperatura entre dos cuerpos, que para el caso son la superficie y la corteza terrestre. Las fuentes térmicas subterráneas de entalpia alta, tienen temperaturas superiores a los 120°C, y las de entalpia media, se encuentran ente los 50°C y los 120°C, La primera es utilizada para la generación de energía eléctrica y la segunda para calefacción de los hogares (Sans Rovira & Pulla Escobar, 2013).

Biomasa.

La biomasa se compone de toda materia orgánica como: madera, residuos agrícolas y la ganadería. El proceso de explotación de bosques y suelos para la generación de biomasa, debe

ser un proceso más lento que el proceso de regeneración del mismo suelo y los bosques, una explotación incontrolada conllevará a la deforestación y el daño del suelo. Por esta razón la biomasa es considerada como una forma de generación de energía complementaria (Sans Rovira & Pulla Escobar, 2013).

Los biocombustibles.

El aprovechamiento de materias orgánicas renovables da lugar a la producción del alcohol carburante y el biodiesel, como se describe a continuación:

Alcohol carburante.

“Las tecnología de producción de etanol, hacer referencia a procesos de fermentación e hidrólisis de materias primas comestibles (caña de azúcar y maíz)” (UPME, 2009, pág. 5). En Colombia, los productores de etanol son los ingenios azucareros del Valle del Cauca, con una capacidad de producción de 1.050.000 litros de alcohol por día. En la tabla 3, se relacionan los ingenios que aportan la mayor producción de etanol.

Tabla 3

<i>Plantas de etanol en producción</i>		
Región	Inversionista	Capacidad instalada (litros/día)
Cauca, Miranda	Incauca	300.000
Valle, Palmira	Providencia	250.000
Valle, Palmira	Manuelita	250.000
Valle, Candelaria	Mayagüez	150.000
Risaralda, La Virginia	Risaralda	100.000
Total		1.050.000

(UPME, Biocombustibles en Colombia, 2009)

Biodiesel.

El biodiesel es un combustible de origen vegetal que puede remplazar combustibles fósiles como el Diesel y el ACPM. En Colombia la producción de biodiesel inicio en el 2008, y su materia prima es el aceite de palma, en la tabla 4, se relaciona la capacidad de producción de etanol por regiones.

Tabla 4.

Plantas de producción de biodiesel

Región	Inversionista	Capacidad instalada (litros/día)
Norte, Codazi	Oleoflores	168.719
Norte, Santa Marta	Odin Energy	121.477
Norte, Santa Marta	Biocombustibles Sostenibles del Caribe	337.437
Oriental, Facatativa	Bio D	337.437
Total		965.070

(UPME, 2009)

Estos combustibles de origen vegetal se constituyen como biodegradables y renovables reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, pero en contraparte no deja de preocupar que la agricultura sea vista como una fuente para satisfacer las necesidades de alimentación de la humanidad, sino como fuente de energía para la generación de combustible.

(Marlyn Ahumada, 2015)

Necesidad de reformar el sector energético

Colombia como una economía emergente tiene la necesidad de fomentar y ser partícipe de los cambios en materia energética como ocurre en las demás naciones del mundo, teniendo como referencia el actual escenario donde se presume el agotamiento de los combustibles fósiles y se evidencian los impactos en el medio ambiente por las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dicho lo anterior, a continuación se enuncian las situaciones que impulsan a que Colombia enfoque sus esfuerzos en impulsar la transición energética.

Cambio climático.

El aumento de la temperatura obedece a la emisión de gases de efecto de invernadero (GEI), en particular CO₂. El sector automotor aporta un 40% de las emisiones de CO₂ en el mundo, en carreteras hoy en día circulan un total de 1.000 millones de vehículos, se espera que para el 2025 sean 1.800 millones, esto sin contar con otros medios de transporte como los barcos y los aviones (Marlyn Ahumada, 2015).

Como respuesta ante el cambio climático en el mundo se dio lugar al protocolo de Kioto, acuerdo que fue firmado por la gran mayoría de las naciones del mundo, en el que se comprometen a reducir las emisiones de (GEI). Siendo los Estados Unidos una de los países que emite la mayor cantidad de (GEI), radica como preocupación la no ratificación de esta potencia ante el acuerdo, como consecuencia del retiro de algunos miembros y la imposibilidad de algunas naciones en poder cumplir las metas establecidas (Marlyn Ahumada, 2015).

Acuerdo de París.

Dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para diciembre de 2012 se firmó el Acuerdo de París, el cual tiene metas más ambiciosas en cuanto a la necesidad de limitar el aumento de la temperatura global; este acuerdo entra en vigencia para el año 2020, precediendo así al Protocolo de Kioto.

El acuerdo en sí, (Naciones Unidas, 2015) tiene como objeto:

Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:

- a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;
- b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y
- c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. (p. 2)

Desafortunadamente para los propósitos del acuerdo de París, siendo los Estados Unidos una de las potencias que más emite gases de efecto invernadero en el mundo, dio la espalda al objeto del acuerdo retirándose del mismo.

Crecimiento de la población en Colombia

El crecimiento de la población en Colombia desde 1918, año en que se inició la explotación de petróleo, hasta el año 2018, se calcula en promedio en el 8.24%, esta cifra se estima a partir de los datos obtenidos en el censo de 1918 donde se registró un total de 5.855.077 de habitantes en el territorio nacional (Caracol, 2005), frente al último censo realizado por el Departamento

Administrativo Nacional de Estadística (DANE), donde se observó 100 años después que la población colombiana asciende a 48.258.494 (Dane, 2019).

Ahora bien, no solo el número de habitantes ha cambiado, también el cambio se evidencia en los hábitos de consumo de energía, donde éste, es altamente dependiente de las fuentes convencionales (petróleo y gas esencialmente); la UPME en su Plan Energético Nacional resumen las proyecciones de la demanda de energía total en Colombia con un horizonte de análisis hasta el año 2050; esta proyecciones toman como base los consumos y usos de los energéticos en cada sector, con datos de crecimiento económico y poblacional supuestos por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el DANE respetivamente (UPME, 2015).

Para el año 2050, de acuerdo con el Estudio Censal (Dane, 1998), (UPME, 2015) se prevé una población de 71.549.568 de personas y un consumo de energía del 2.234,89 PJ, casi tres veces más que el registrado en el 2010; se entendería así, que Colombia representará un déficit en el suministro energético total requerido a partir el año 2026 (año en el que se estima las reservas de petróleo actuales cesen).

Volatilidad climática

La robustez de la matriz de energía eléctrica en Colombia amparada por su alto porcentaje de generación hidráulica, tiene a la vez como desventaja la vulnerabilidad de las de fuentes hídricas por la variabilidad climática, esta es ocasionada por condiciones físico - geográficas que de terminan el clima sobre el territorio tales como:

1. Características específicas de ubicación (la continentalidad, la altitud, la cercanía a ríos y lagunas)

2. La localización en la zona tropical de la franja ecuatorial.
3. La localización con relación a los océanos atlántico, pacífico y mar Caribe.
4. El ciclo conocido como "el Niño" y su fase opuesta "la Niña" son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual.

El Fenómeno de "el Niño" es un evento climático que se genera cada cierto número de años por el calentamiento del océano Pacífico. Sus efectos son notables en el norte de la región Pacífica, los departamentos de la región Andina y en los departamentos de la región Caribe. El efecto de "La Niña" en nuestro país se caracteriza por un aumento considerable de las precipitaciones (anomalías positivas) y una disminución de las temperaturas (anomalías negativas) en las regiones Andina, Caribe y Pacífica, así como en áreas del piedemonte de los Llanos orientales, mientras que en la zona oriental (Orinoquía y Amazonía), dichas variables tienden a un comportamiento cercano a lo normal, sin ser muy claro el patrón climatológico ante la presencia de un evento frío. (SIAC, s.f.)

El pasado fenómeno de El Niño (2015-2016) se considera como el más fuerte en los últimos años, dejando sobre la mesa el riesgo de un apagón con posibles efectos negativos en el sistema energético colombiano, dado al elevado peso del componente hidráulico en la generación, esto a su vez hace visible que la seguridad en el suministro de energía eléctrica está fuertemente relacionada con la capacidad de los embalses y la disponibilidad de agua para poderlos llenar.

Agotamiento de los combustibles fósiles

Colombia ha mantenido dentro de sus estadísticas la proyección de sus reservas de petróleo por el término de 6 a 8 años, lo cual no es un panorama favorable cuando se pensaría que en

mediano plazo tendríamos que importar combustibles para el consumo local. Como lo señala (Marlyn Ahumada, 2015). “En la década de 1950, el geofísico M. King Hubbert propuso un modelo matemático señalando el final de los combustibles fósiles cuando el costo energético de extraer un barril de petróleo fuera equivalente a un mismo barril de petróleo” (p. 39)

Marco regulatorio

En Colombia se ha venido estableciendo una serie de normativas con el propósito de reformar el sector energético nacional, tomando como referencia las experiencias vividas en el contexto nacional en los últimos 40 años, como auge petrolero, las crisis energéticas por cuenta del fenómeno del niño en los años 90, el cambio climático y los aportes como estado ante los compromisos internacionales como el acuerdo de París. A continuación se enunciarán algunas leyes que se han formulado y que tiene como fin dar un impulso energético en términos de la transición energética.

Ley 142 de 1994 (ley del sector eléctrico).

Se refiere a los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible y telefonía, cuyo objetivo del estado es garantizar la calidad del servicio, ampliación de la cobertura y la atención prioritaria de las necesidades básicas de los usuarios. (El Congreso de Colombia, 1994)

Ley 143 de 1994 (ley del sector eléctrico).

Establece las políticas para el sistema de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Impulsa el desarrollo de las fuentes de energías

convencionales y no convencionales, y el uso eficiente de los recursos energéticos. (El Congreso de Colombia, 1994)

Ley 629 de 2000 (ley de energía renovable).

Cuyo objetivo es aprobar el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático" (El Congreso de Colombia, 2000) y por lo cual por lo cual las energías renovables se convirtieron en una opción estratégica para Colombia.

Ley 697 de 2001 (ley de energía renovable).

“Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones” (El Congreso de Colombia, 2001). Además, creó el Programa Nacional de URE (PROURE), con el que se promueve la eficiencia energética y otras formas de energías no convencionales; está reglamentada por el Decreto Nacional 3683 de 2003

Ley 1665 de 2013 (ley de energía renovable).

“Por medio de la cual se aprueba el “Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)”, hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009” (El Congreso de Colombia, 2013)

Ley 1715 de 2014 (ley de energía renovable).

El objeto de esta ley es fomenta la inversion, la investigacion y el desarrollo para la utilización e integración de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER). Esta

iniciativa presente beneficios tributarios y ofrece garantías para el desarrollo de nuevos proyectos contemplando las zonas no interconectadas. (El Congreso de Colombia, 2014)

Dificultades en el desarrollo de proyectos energías renovables

“Hoy los proveedores de energías solar y eólica están monopolizados por compañías europeas que casi todo lo traen del exterior. No tiene sentido cambiar a Exxon o British Petroleum por compañías solares europeas o estadounidenses”. (Otero Prada, 2018, pág. 18)

No se cuenta a la vista con un sustituto del petróleo, gas natural y el carbón, y a pesar sus efectos ambientales negativos, en el corto y mediano plazo no se encontrara sustituto para los combustibles para el transporte ni insumos para la petroquímica. La transición energética tardara décadas en consolidarse, continuando con la dependencia del petróleo por lo menos hasta la segunda mitad del siglo XXI, el consumo del carbón reducirá sustancialmente pero se seguirá explotando y el gas se usara en buena proporción gracias a sus ventajas ambientales. (Otero Prada, 2018)

El desarrollo de las energías renovables en cada región depende de la disponibilidad de sus recursos naturaleza para su aprovechamiento y del manejo de las restricciones de carácter político y económico. Las energías alternativas se han visto como un complemento a la canasta de generación de energía, pero en realidad se ha logrado demostrar lo contrario, y como lo indica (Marlyn Ahumada, 2015) “pues lo que ha resultado es que las limitaciones estaban dadas por la carencia de políticas consecuentes, y de legislaciones y acciones pertinentes” (p. 43).

En el mundo el desarrollo de las energías renovables a un es muy incipiente, como se presenta en la tabla 5, la generación hidráulica cuenta apenas con un 17% de la capacidad instalada en el mundo, (Marlyn Ahumada, 2015)

Tabla 5.

Potencia mundial instalada por tipo de energía alternativa renovable

Tipo de energía	Potencia (GW)	Total
Total en el mundo	5700	100
Hidráulica	980	17
Eólica	275	4,8
Fotovoltaica	80	1,4
Solar concentrada	2	0,03
Biomasa	75	1,3
Geotérmica	13	0,2
Oceánica	0.5	0,008

(Marlyn Ahumada, 2015)

Barreras institucionales

La participación de diferentes entidades llega a entorpecer los procesos de trámite de permisos y ejecución de proyectos de infraestructura, por ejemplo en el trámite de licencias ambientales, conexiones con operadores de la red de transmisión eléctrica, aprobación del proyecto por parte de la UPME.

La falta de liderazgo de las instituciones gubernamentales como el ministerio de minas y energía, el cual es criticado por no proponer políticas que faciliten la entrada de las FNACER

En la política energética, Colombia presenta una matriz energética limpia sustentada en su potencial en recursos hídricos, dando lugar a que no se requiere con urgencia de nuevas fuentes de energía renovables.

Los operadores de red contemplan como competencia la conexión a la red de pequeñas plantas fotovoltaicas, al no existir una política clara para su conexión (Enersinc, 2017).

Barreras económicas

Recientemente se ha observado que los precios de nuevas tecnologías de las FNACER como paneles solares y turbinas eólicas, han presentado una disminución de sus precios, pero para la

personas del común en el desarrollo de proyectos residenciales, la percepción que se contiene corresponde a que hoy en día esta es una tecnología de muy alto costo.

Para los proyectos de las FNCER para los productores mayores, tienen un cargo por confiabilidad muy bajo, ya que este tipo de proyectos no garantizan una energía firme y disponible en cualquier instante. En este caso se requiere una reglamentación que mantenga un cargo de confiabilidad por energía no firme.

Los problemas de financiamiento persisten por situaciones en las que los proyectos de FNCER no cuentan con contratos largos de operación y su cargo por confiabilidad es muy bajo, para las entidades financieras el hecho de que esta tipo de tecnologías no sean muy conocidas, provocan que la percepción de riesgo sobre el mismo sea mayor.

Frente a las dificultades producto de los altos costos de inversión y financiación, la ley 1715 de 2014 impulsa una serie de beneficios tributarios.

La expectativa en el desarrollo de proyectos FNCER se centra en los precios y ventas de energía en el mercado mayorista de energía (MEM), y este depende de la disponibilidad horaria de los recursos y del precio de la bolsa (MEM). Ante esta situación, la generación de energía de fuentes como el viento y la solar fotovoltaica, no son programables el sol y el precio de la bolsa de energía es volátil frente a la demanda, oferta y disponibilidad de transporte del sistema eléctrico. De esta manera para los generadores de energía FNCER, los ingresos obtenidos por este concepto sería muy variable y esto no respalda los gastos fijos. El escenario más favorable en este caso correspondería a un contrato en el que venda lo generado.

En el ámbito internacional la contratación a largo plazo se emplea para promover la generación de energías no convencionales. En Colombia, en la MEM los contratos suelen ser de 12 a 36 meses, y estos contratos suelen ser exclusividad con generadores de fuentes

convencionales que cuentan con respaldo y capacidad instalada. En la bolsa de energía no existe la obligación de comprar energía exclusivamente generada por fuentes no convencionales, esto implica que la competencia con el precio de la energía en bolsa depende del ofrecimiento de los generadores convencionales.

El cargo por confiabilidad tiene como fin remunerar la firmeza que tiene una central generadora para vender energía eléctrica a los que se le llama energía en firme del cargo por confiabilidad (ENFICC). Este ENFICC es reconocido con mayor entereza a las centrales de generación hidráulica por la disponibilidad de sus embalses, y a las centrales térmicas por la disponibilidad de combustibles para su generación, en el caso de las FNCER el ENFICC reconocido es mucho más bajo.

El mecanismo para concebir un proyecto de FNCER como el trámite de licencias y permisos, la estructuración financiera, la licitación para su construcción, interconexión al sistema y los acuerdos de venta energía, son los mismos como para las fuentes convencionales (Enersinc, 2017).

Barreras regulatorias

El cargo por confiabilidad busca asegurar la atención de la demanda de la energía eléctrica en épocas de sequía, con la estabilización de los ingresos por cargos de confiabilidad las centrales generadoras se apalancan las inversiones en nuevos proyectos. Este mecanismo permite que se asegure un ingreso a las plantas convencionales que poseen energía firme, pero esta medida no favorece las plantas de fuentes intermitentes.

La regulación para la comercialización de la energía eléctrica, está formada para el modelo y necesidades de las energías convencionales, por ejemplo, es difícil para las FNCER el responder con una generación variable ante las desviaciones presentadas en un despacho programado.

Paradójicamente siendo catalogadas las FNCER como energías limpias renovables, esta tipo de proyectos requiere el tramita de licencia ambiental bajo los mismos términos como se realiza con los proyectos de energías convencionales (Enersinc, 2017).

Barreras tecnológicas

En Colombia no se cuenta con personal en el área de la tecnología y de la investigación que profundice en el desarrollo de energías alternativas.

La falta de experiencia en el desarrollo de proyectos de energías alternativas conlleva a que se genera cierta incertidumbre sobre su desarrollo en el aspecto económico, ambiental y social.

La integración de las FNCER en ocasiones puede llegar a requerir obras de infraestructura en el campo de la transmisión y distribución, debido a que los centros de generación con energías alternativas, se encuentran retirados de los centros poblados (Enersinc, 2017).

Impactos de la transición energética en Colombia

Frente al panorama actual de las energías convencionales, se reflejan en los cambios que llevan hacia las energías renovables como principal medio de producción energética, reduciendo progresiva y planificadamente el uso de energías fósiles en donde sea conveniente.

En el camino al cambio, Colombia ha dado pasos importantes a diferentes niveles que poco a poco van integrando y consolidando el trabajo y compromiso del Gobierno Nacional en mitigar los efectos del cambio climático.

Entre los impactos positivos significativos encontramos:

1. El compromiso hecho dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático CMNUCC en 2015, mediante la firma del Acuerdo de París el pasado para alcanzar las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque Colombia tiene 0.4% de emisiones a nivel global

2. El diversificación de las fuentes de energía en la matriz de generación del país, donde para el 2015 los hidrocarburos representaban un 78% y para el 2018 correspondió a casi el 30%, abriéndole paso a las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) (eólica, solar, y biomasa) y fortaleciendo con un 68.4% la generación hídrica.

3. El en sector de transporte de carga y pasajeros también se está presentando impactos positivos, pues un modelo que favorece vehículos individuales no es sostenible, debido al alto consumo de energía per cápita, las tendencias muestran un cambio hacia vehículos híbridos y eléctricos. Los cambios en los sistemas de transporte apuntan también a generar aumentos de eficiencia en toda la cadena.

4. El en marco regulatorio, sean aprobado diferentes leyes para impulsar la transición, regulado así el cómo y el cuándo de la misma, originando estrategias, incentivos tributarios, entre otros, e integrando los planes energéticos nacionales hasta 2050.

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

6. Se asignan bajo subasta de nuevos proyectos de generación, para el cargo de confiabilidad como alternativa para la demanda de energía 2022-2023

7. Las nuevas tecnologías que llegan para el uso y generación óptima de las energías limpias y el aprovechamiento de las existentes.

8. Los nuevos proyectos y las nuevas tecnologías, llevan implícitos nuevos frentes de trabajo y campos de aprendizaje y desarrollo del factor humano.

9. La energía es clave para el desarrollo económico y Colombia podría agregar un impulso adicional a su ya buen crecimiento económico al reducir los costos de energía con el desarrollo de proyectos competitivos con respecto a las condiciones de los mercados.

En estudio realizado por el Foro Económico Mundial (FEM), se calificó al país como uno de los de mejor desempeño en temas de transacción, posicionándolo en el puesto 34 de 115 naciones estudiadas., sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer para lograr los objetivos del Gobierno, pues los avances no son lo suficientemente rápidos para cumplir con el objetivo del Acuerdo de París, y la incertidumbre y expectativa local por la puesta en marcha de estos proyectos llevan consigo una gran inversión económica es aún muy alta.

Desarrollos en infraestructura energética

El Foro Económico Mundial (World Economic Forum), se encarga de analizar los sistemas de energía de 124 países, en la tabla 6, se presentan los 10 primeros países que en el 2014 contaron con el mejor desempeño de la arquitectura energética, siendo esta última resultado del promedio de los puntajes obtenidos en: el crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental y el acceso a la energía. En esta clasificación Colombia obtiene el séptimo puesto, y como manifiesta (Marlyn Ahumada, 2015). “por la transformación de su sector de petróleo y gas, cuya producción ha

crecido por el éxito de la inversión y sin duda afectado positivamente el desempeño nacional en materia de seguridad energética y crecimiento económico” (Marlyn Ahumada, 2015, pág. 46)

Tabla 6.

Desempeño de la arquitectura energética de las naciones

País	Desempeño de la arquitectura energética		Crecimiento económico		Sostenibilidad ambiental		Acceso a la energía	
	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto
Noruega	0.75	1	0.69	5	0.60	21	0.96	1
Nueva Zelandia	0.72	2	0.63	18	0.70	7	0.85	5
Francia	0.72	3	0.63	19	0.73	1	0.81	18
Suecia	0.72	4	0.59	30	0.73	2	0.85	6
Suiza	0.72	5	0.73	3	0.59	23	0.82	14
Dinamarca	0.71	6	0.71	4	0.54	39	0.88	3
Colombia	0.70	7	0.74	2	0.50	51	0.84	7
España	0.67	8	0.69	6	0.55	38	0.78	30
Costa Rica	0.67	9	0.68	7	0.56	31	0.77	35
Letonia	0.66	10	0.58	35	0.65	12	0.77	36

(World Economic Forum, 2014)

Parque solar El Paso

El 14 de marzo de 2017, Enel Power Green (EGP) a través de la resolución 0136 expedida por Corpocesar, obtiene la licencia ambiental que le permite dar inicio con la construcción del proyecto EL PASO, el cual es pionero en la conversión de energía solar a energía eléctrica en Colombia.

Ubicado en el departamento de Cesar, el parque solar, con una capacidad instalada de 86,2 MW, representa el 80 % de la capacidad solar total instalada en el país, convirtiéndose en el mayor parque solar construido hasta la fecha en Colombia. (Enel Green Power, 2019)

Con una inversión de 70 millones de dólares en la construcción del parque que ocupa un área cercana a las 210 hectáreas, y que cuenta con cerca de 250.000 paneles solares instalados sobre

una estructura innovadora que cuenta con tecnología de punta que permite seguir el sol para maximizar la producción de energía.

La planta fue inaugurada el 5 de abril de 2018, habiendo recibido asignación de obligaciones de energía firme, es decir, la capacidad de generar energía de manera constante, igual a 87,6 GWh/año a partir de diciembre de 2022, en la subasta de Cargo por Confiabilidad realizada el pasado mes de febrero, donde por primera vez participaron las energías renovables no convencionales.

Complejo eólico Jemeiwaa Kai

En el año 2010 mediante inversión de capital extranjero, se creó la compañía Jemeiwaa Ka'í S.A.S con el fin de desarrollar proyectos de energía eólica en Colombia. Esta entidad presentó inicialmente ante la UPME entre abril y agosto del 2014 tres parques eólicos inicialmente.

Comprado recientemente por la empresa generadora AES Colombia, hoy en día el complejo eólico Jemeiwaa Kai, que está conformado por cinco parques, con una capacidad instalada de 648 megavatios (MW), y ubicado en el municipio de Uribia (La Guajira), los cuales se encuentran actualmente en etapa de desarrollo y que ya cuentan con permiso de conexión garantizada al Sistema Interconectado Nacional; según el convenio, el nuevo dueño será la encargado de continuar con el desarrollo, construcción y operación del complejo.

De los cinco parques que componen el complejo, cuatro (Irraipa (99 MW), Carrizal (195 MW), Casa Eléctrica (180 MW) y Apotolorru (75 MW) se encuentran fase 2 y uno en fase 1 (Jotomana 99MW).

El proyecto aportará confiabilidad al sistema eléctrico nacional y se estima que entre en operación antes de finalizar el 2022 entregando al sistema 2.900 gigavatios hora (GWh), momento en el que también estaría lista la línea de transmisión.

En la ronda inicial de la subasta de energía renovable, celebrada en febrero, no se adjudicaron proyectos, pero Colombia se está preparando para la segunda ronda que tendrá lugar en el segundo semestre de 2019, donde se espera adjudicación oficial de contrato.

Vehículos eléctricos

Bajo la ley 1964 del 11 de julio de 2019, el Gobierno Nacional promovió el uso de vehículos eléctricos en el país, con una ley tiene como objeto: “Generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y cero emisiones, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero.” (El Congreso de Colombia, 2019, pág. 1)

Entre otras medidas se contempla beneficios que van desde que los vehículos eléctricos no tengan pico y placa, descuentos el SOAT y revisión tecno mecánica, además se espera que para el año 2035, las flotas de transporte público deberán componerse 100% por vehículos eléctricos.

Actualmente se venden seis modelos 100% eléctricos de BMW, BYD, Kia y Renault y en etapa de preventa el modelo eléctrico de Nissan más vendido del mundo; estos carros van desde autos netamente urbanos, hasta hatchbacks que ofrecen 300 km de autonomía. Si bien la oferta de carros eléctricos en Colombia no es muy numerosa, si abarca un amplio rango de necesidades y permite elegir entre modelos para desplazamientos cortos, hasta vehículos que prácticamente se pueden convertir en el único auto de la casa.

El segmento presenta un buen desempeño en el mercado automotor, con más de 900 unidades generales vendidas a Julio de 2019.

Proyecto Hidroeléctrico Ituango

En el año 2010, la Sociedad Hidroituango suscribió con EPM, un contrato tipo BOOMT (Build, Operate, Own, Maintain and Transfer, por sus siglas en inglés), la construcción del proyecto hidroeléctrico Ituango, la obra más grande de infraestructura que actualmente se ejecuta en Colombia. Mediante este contrato EPM se obliga a efectuar las inversiones necesarias para la financiación, construcción, operación, mantenimiento y entrada en operación de la central hidroeléctrica y transferirla de nuevo a la Sociedad luego de 50 años.

El proyecto Ituango se localiza sobre el río Cauca, en el noroccidente del departamento a unos 170 kilómetros de la ciudad de Medellín. Ocupa predios de los municipios de Ituango y Briceño donde se construyen las obras principales y de Santa Fe de Antioquia, Buriticá, Peque, Liborina, Sabanalarga, Toledo, Olaya, San Andrés de Cuerquia, Valdivia y Yarumal. Esta central generará 2.400 MW, cuando empiece a operar comercialmente la central, lo cual representa el 17% de la demanda de energía eléctrica del país. La presa tendrá una altura de 225 m., 20 millones de m³ de volumen y una cresta de 550 metros de longitud, está ubicada a unos 8 km aguas abajo del puente de Pescadero, sobre el río Cauca, en la vía a Ituango, en el sitio de la desembocadura del río Ituango al río Cauca.

Ituango es un proyecto país. La energía que generará esta central permitirá atender la creciente demanda de energía eléctrica de Colombia y por lo tanto contribuirá a una mayor competitividad y productividad, y a un mejor futuro para los colombianos.

Una contribución al desarrollo local y regional

Más allá de una obra de infraestructura, el proyecto hidroeléctrico Ituango es una iniciativa de desarrollo que contribuye a dinamizar un territorio históricamente débil en la presencia institucional. Los 12 municipios que hacen parte de la zona de influencia del proyecto han sufrido de unos enormes pasivos históricos en materia social, económica, cultural, ambiental y de desarrollo institucional, que no pueden ser asumidos en su totalidad por el proyecto, dado que no es de su naturaleza reemplazar la acción del Estado en su conjunto, sin embargo, el proyecto quiere integrarse a unas dinámicas de desarrollo regional para generar un mayor volumen de oportunidades para los ciudadanos.

El proyecto cuenta hoy con la participación decidida de la institucionalidad y los ciudadanos en un trabajo conjunto para impulsar las ventajas competitivas, resaltar las vocaciones y apalancar las capacidades de estas 12 localidades. El desarrollo integral del territorio y el cierre de brechas sociales, económicas, políticas e institucionales es una tarea conjunta de toda la institucionalidad.

Estudio de Impacto Ambiental y la Licencia Ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), que permite dimensionar y calificar los impactos ocasionados por el proyecto sobre el medio físico, biótico y social, se realizó en el año 2007 y fue la base para obtener la Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, mediante resolución 0155 de enero 30 de 2009. Del Estudio de Impacto Ambiental se derivan los respectivos Plan de Manejo Ambiental, el plan de monitoreo y seguimiento, el plan de contingencias y el plan de abandono, este último una vez terminada la construcción del proyecto.

Plan de Manejo Ambiental, PMA

Contiene los programas y actividades que se deben desarrollar para prevenir, mitigar, controlar y compensar los impactos generados con la construcción y operación del proyecto. (Hidroeléctrica Ituango, 2016)

El proyecto estaba inicialmente concebido para entrar en operación en diciembre de 2018, pero dado a la crisis en abril del mismo año, originada por las fallas geológicas causadas por las fuertes lluvias y la inestabilidad propia del terreno lo que conllevó a una obstrucción total del tercer y único túnel habilitado para la desviación del río Cauca, ocasionó que el agua comenzara a represarse en el embalse aun no terminado y amenazaría con desbordar la presa; ante ese panorama, EPM no tuvo más opción que dejar fluir el río hacia el cuarto de máquinas en construcción, causando así millonarias pérdidas provocadas por el agua, el lodo, los sedimentos y toda clase de objetos pesados arrastrados por el río, pérdida de casi nueve años de trabajo y más grave aún, dejando en riesgo de inundación a once municipios aguas abajo, riesgo que finalmente se materializó en el municipio de Puerto Valdivia el 12 de mayo de 2018.

Finalmente, un año después de esta crisis Jorge Lodoño, gerente general de EPM (Portafolio, 2019) afirmó que la central empezará a entregar energía a finales de 2021 y para finales de 2024 estará en plena operación.

El gobierno nacional como plan de contingencia el pasado 28 de febrero, abrió subasta del cargo por confiabilidad para poder cumplir con las obligaciones de energía firme para el período 2022-2023, pues en caso que la hidroeléctrica no entre a operar existiría un déficit de energía en la red, esto paralelo a las pérdidas económicas y las correspondientes sanciones.

Refinería Cartagena - REFICAR

En el año 2006, Glencore, con el 51% de participación, y Ecopetrol, con el 49%, crearon la sociedad Refinería de Cartagena S.A. con el fin de adelantar el proyecto de modernización y ampliación de la refinería. En mayo de 2009, Ecopetrol se convirtió en la propietaria del 100% de la compañía, al comprar las acciones de Glencore.

Durante el 2009 se concluyeron las etapas de ingeniería básica del Plan Maestro de Desarrollo de la Refinería de Cartagena, se inició la búsqueda de financiación del proyecto y la compra de maquinaria de larga entrega. También continuaron las adecuaciones de los terrenos en los cuales se instalarán las nuevas plantas. La refinería ampliará su capacidad hasta 165 mil barriles por día. (Ecopetrol, 2014)

A finales de los años 90 el Gobierno nacional advirtió que el país necesitaba mejorar su capacidad de refinación y que la demanda internacional y nacional de combustibles exigía productos más eficientes y amigables con el medio ambiente.

La decisión de ampliar y modernizar la Refinería de Cartagena, que tenía una capacidad de carga para 80 mil barriles diarios, se dio en un momento coyuntural, cuando en el mundo se estaban cerrando refinerías de conversión media -como lo era ésta, que transformaba el 74% de un barril de crudo en productos valiosos.

Se consideró entonces que modernizarla era un proyecto estratégico para la Nación, entre otras razones, porque de esta manera se reducía la importación de combustibles. Antes de Refinería de Cartagena, Colombia vendía petróleo e importaba diésel y otros combustibles, que con la entrada en operación de la refinería se ha venido reduciendo. (Reficar, s.f.)

En 2008 la DIAN expide la Resolución 01397 con la cual se declara la existencia de un área geográfica como Zona Franca Permanente Especial Refinería de Cartagena,

cuyo operador es Zona Franca de Bogotá S.A. Los beneficios derivados, autorizan a la empresa para que desarrolle sus actividades industriales o de servicios en un área, siempre y cuando se trate de proyectos de alto impacto económico y social para el país, que cumpla con los requisitos de inversión y de empleo que establece el Gobierno.

(Contraloría General de la República, 2015, pág. 3)

En el documento Conpes 3762 de agosto de 2013 “Lineamientos de Política para el Desarrollo de Proyectos e Interés Nacional y Estratégicos –PINES–”, emitido para dar prioridad a los proyectos en infraestructura, hidrocarburos, minería y energía, identificando la problemática y fortaleciendo las funciones de la Comisión Intersectorial de Infraestructura para que incluyan la gestión y el seguimiento a los PINES la identificación de las trabas, barreras o trámites que imposibiliten su realización en condiciones óptima y proponer fórmulas de solución. El proyecto Reficar es uno de los beneficiados de este esquema.

(Contraloría General de la República, 2015, págs. 3-4)

El plazo establecido para el desarrollo y ejecución del proyecto inicial tenía fecha de inicio desde el año 2006 y fecha de culminación a finales del año 2012, sin embargo, estos términos acabaron con dilataciones tanto en los tiempos como en los recursos establecidos, originado una nueva fecha de entrega para el 2015 y finalmente entrando en funcionamiento solo hasta finales de 2017, donde la Nación terminará pagando por la modernización de la Refinería no solo más del doble de lo que se presupuestó inicialmente (US\$3.777 millones), o sea US\$8.326 millones, (lo que equivalente a un 101% por encima de lo estimado inicialmente) sino más de US\$4 mil millones de dólares en intereses por la deuda adquirida para financiar el proyecto.

Lo que inicio como una alerta por los retrasos en la entrega de los trabajos, culmino en una investigación minuciosa por parte de la Contraloría debido a un sin número de irregularidades

detectadas a lo largo de la obra y con la apertura del proceso ordenado mediante Auto Número 382 del 10 de marzo de 2017.

Las investigaciones de la Contraloría llegaron a su punto culminante en el mes de Junio de 2018 cuando se dio a conocer el informe mediante el Auto 773 del 5 de junio de 2018el, donde imputaron responsabilidad fiscal a las personas que actuaron en la defraudación contra el fisco nacional.

Pese a todo este fantasma de corrupción, en la actualidad Colombia cuenta con una operación con capacidad de carga para 150 mil barriles diarios, la cual transforma el 97,5% de un barril de crudo en productos valiosos y el 2,5% lo convierte en coque y azufre, que se utilizan en industrias siderúrgicas y de agroquímicos, respectivamente.

Conclusiones

1. De acuerdo con estadísticas emitidas por la UPME, se estiman reservas de petróleo por seis años las cuales anualmente se actualizar según se realicen descubrimientos de nuevos pozos petroleros y por la restructuración de pozos que se encuentran en servicio. Este margen en la explotación de hidrocarburos debe ser aprovechado de la mejor manera para el desarrollo e inclusión de proyectos de energías alternativas antes de que se presente alguna crisis en el sector de hidrocarburos.
2. Las entidades gubernamentales tienen la responsabilidad de direccionar adecuadamente los recursos económicos generados por concepto de la explotación de hidrocarburos, en garantizar un modelo energético a futuro limpio y sostenible que mitigue las deficiencias a las que se pueda enfrentar ante el agotamiento de los hidrocarburos.
3. Las lecciones del pasado nos señalan que nuestro sistema energético es bastante vulnerable a la volatilidad climática, y en la actualidad se sigue corriendo el mismo riesgo cuando la matriz de energía eléctrica aun depende en su mayoría del recurso hídrico.
4. En los últimos diez años se ha venido avanzando paulatinamente en la inclusión de nuevos proyectos de energías alternativas superando lentamente las barreras de carácter económico, tecnológico y político, logrando hoy en día una proyección en el incremento de la capacidad energética con la inclusión de proyectos de energías alternativas.
5. Si se logra una mayor flexibilidad en la reglamentación que permite la participación de las energías alternativas, con la sesión de contratos largos que asegure los generadores la venta de energía teniendo en cuenta que su disponibilidad no es permanente, se daría un

impulso considerable al desarrollo masivo de proyectos de infraestructura energética solar y eólica.

6. Se hace necesario diversificar nuestra matriz energética como el incremento de la capacidad instalada, como preámbulo para la inclusión masiva del vehículo eléctrico que se pueda dar a un mediano plazo.
7. A pesar de la diversificación de la matriz energética con la inclusión de las fuentes de energía alternativa, las emisiones de CO₂ por concepto del consumo de combustibles fósiles no reducirán. Las metas económicas gubernamentales dependen directamente de la explotación del petróleo y el carbón que son exportados en algún lugar del mundo serán consumidos generando impactos al medio ambiente.
8. La necesidad de ampliar las reservas petroleras en Colombia, conociendo la implicación económica que representa en la cartera nacional, da lugar a las entidades gubernamentales a poner sobre la mesa la implementación del fracking, tema en cuestión que encuentra amigos y detractores para su aplicación. Más que dar un sí o un no a la inclusión de dicha técnica, Colombia debe prepararse y buscar nuevas alternativas de mercado que puedan llegar a sustituir gradualmente los recursos económicos que se obtienen de la explotación de los hidrocarburos.
9. A pesar de los esfuerzos y desarrollos tecnológicos que se realizan en el mundo a favor de las energías alternativas, la industria petroquímica requiere la explotación de los hidrocarburos como materia prima de sus procesos.

Bibliografía

ACP. (2019). *El legado de los Yacimientos No Convencionales (YNC) en Colombia*. Bogotá:

ACP.

ANDEG. (27 de Enero de 2014). *Celsia paga "platos rotos" de ineficiencia del estado*. Obtenido de <http://andeg.org/node/364>

Aprende con energía. (s.f.). *Matriz energética*. (Educarchile, Editor) Obtenido de

<http://www.aprendeconenergia.cl/que-es-una-matriz-energetica/>

Arango, M. C. (5 de Marzo de 2019). *Panorama energético de Colombia*. Obtenido de

<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/actualidad-economica-sectorial/especiales/especial-energia-2019/panomara-energetico-colombia>

BP Statiscal Review of World Energy 2017. (2016). *Consumo de energía primaria 2016*. (bp,

Ed.) Obtenido de <https://www.bp.com/content/dam/bp->

[country/es_es/spain/documents/downloads/PDF/ULTIMA_INFOGRAFIA_INFORME_BP_SR17.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/es_es/spain/documents/downloads/PDF/ULTIMA_INFOGRAFIA_INFORME_BP_SR17.pdf)

Caracol. (28 de Septiembre de 2005). *La historia del Censo en Colombia*. Obtenido de

<https://archive.is/20121205073147/http://www.caracol.com.co/noticias/la-historia-del-censo-en-colombia/20050928/nota/207142.aspx#selection-423.0-423.33>

- Contraloria General de la Republica. (2015). *Refinería de Cartagena: Lecciones Aprendidas y No Aprendidas*. Obtenido de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/452120/Refiner%C3%ADa+de+Cartagena+Lecciones+aprendidas+y+no+aprendidas+de+un+megaproyecto+enero+27+de+2016.pdf/2a5221fa-8b8f-4465-ad5c-000752f04794?version=1.0>
- Dane. (1998). *Colombia : proyecciones quinquenales de población por sexo y edad, 1950-2050*. Bogotá: Publicación gubernamental nacional.
- Dane. (4 de Julio de 2019). *Comunicado de prensa - Censo nacional de población y vivienda (CNPV) 2018*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-comunicado-3ra-entrega.pdf>
- Ecopetrol. (11 de Octubre de 2014). *Refinería Cartagena*. Obtenido de https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/web_es/ecopetrol-web/our-company/about-us/what-we-do/supply-and-marketing/refineria-cartagena
- El Congreso de Colombia. (11 de Julio de 1994). Ley 142 de 1994. Bogotá, Colombia: Diario oficial N°41433.
- El Congreso de Colombia. (11 de Julio de 1994). Ley 143 de 1994. Bogotá, Colombia: Diario oficial N° 41.434.
- El Congreso de Colombia. (27 de Diciembre de 2000). Ley 629 de 2000. Bogota, Colombia: Publicacion Gubernamental.
- El Congreso de Colombia. (3 de Octubre de 2001). Ley 697 de 2001. Bogotá, Colombia: Publicacion Gubernamental.
- El Congreso de Colombia. (16 de Julio de 2013). Ley 1665 de 2013. Bogotá, Colombia: Publicacion Gubernamental.

El Congreso de Colombia. (13 de Mayo de 2014). Ley 1715 de 2014. Bogotá, Colombia: Diario oficial N° 49150.

El Congreso de Colombia. (11 de Julio de 2019). Ley 1964 de 2019. Bogotá: Publicacion Gubernamental. Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201964%20DEL%2011%20DE%20JULIO%20DE%202019.pdf>

El Espectador. (09 de Febrero de 2017). *La granja de energía solar más grande de Colombia*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/la-granja-de-energia-solar-mas-grande-de-colombia-articulo-679075>

El Tiempo. (10 de Septiembre de 2019). *'Fracking' no se podrá hacer hasta que haya una decisión de fondo*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/justicia/cortes/fracking-no-se-podra-hacer-en-colombia-hasta-que-haya-una-decision-de-fondo-pues-esta-suspendido-411024>

Enel Green Power. (8 de Abril de 2019). *Enel Green Power inaugura El Paso Solar, la planta fotovoltaica más grande de Colombia*. Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/medios/news/d/2019/04/planta-fotovoltaica-el-paso-colombia-puesto-marcha>

Energía de mi país. (s.f.). *Fuentes de energía primarias y secundarias*. (Educ.ar, Editor) Obtenido de <http://energiasdemipais.educ.ar/energias-primarias-y-secundarias/>

Enersinc. (2017). *Energy Supply Situation in Colombia*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Supply%20Situation%20vf.pdf>

Hidroeléctrica Ituango. (2016). *Proyecto Hidroeléctrico Ituango*. Obtenido de

<https://www.hidroituango.com.co/proyectos/proyecto-hidroelectrico-ituango/38>

Marlyn Ahumada, Y. (2015). *Energías renovables alternativas futuro sostenible para Colombia*.

Obtenido de

http://web.fedepalma.org/sites/all/themes/rspo/publicaciones/ambientales/Energias_Renovables_Alternativas.pdf

Ministerio para la transición ecológica. (2016). *Principales elementos del acuerdo de París*. (G.

d. España, Editor) Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elmentos-acuerdo-paris.aspx>

Naciones Unidas. (12 de Diciembre de 2015). *Acuerdo de París*. Obtenido de

https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf

Ordoñez, R. E. (2017). Esquema para la transición energética en el sector eléctrico de Colombia.

(tesis maestría) Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

Otero Prada, D. (2018). *El papel del petróleo en la economía Colombiana*. Bogotá: Corporación

Universitaria de Ciencia y Desarrollo Uniciencia.

Petroleum, T. (18 de Octubre de 2018). *EL Agotamiento de las Reservas en Colombia*. Obtenido

de <https://tradingpetroleum.com.co/el-agotamiento-de-las-reservas-en-colombia-a-puertas-de-una-crisis-energetica/>

Portafolio. (10 de Julio de 2019). *‘En 2024 Hidroituango estará operando a plena capacidad’*.

Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/en-2024-hidroituango-estara-operando-a-plena-capacidad-531434>

- Promigas. (3 de Septiembre de 2019). *Informe del sector gas cumple 20 años* . Obtenido de <http://www.promigas.com/Es/Noticias/Paginas/Noticia-41.aspx>
- Reficar. (s.f.). *Historia de la Refinería de Cartagena*. Obtenido de <https://www.reficar.com.co/en/quienes-somos>
- Revista Dinero. (27 de Julio de 2018). *¿Tendrá éxito Celcia con la implementación de energía solar?* Obtenido de <https://www.dinero.com/empresas/articulo/proyectos-de-generacion-solar-de-energia-en-colombia-por-celsia/260402>
- Rodríguez, L. M. (31 de Julio de 2017). *Las 2 Orillas*. Obtenido de <https://www.las2orillas.co/va-la-transicion-energetica-colombia-xiste-no-existe/>
- Sans Rovira, R., & Pulla Escobar, E. (2013). *El colapso es evitable*. Barcelona, España: Octaedro.
- UPME. (2009). *Biocombustibles en Colombia*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Docs/Biocombustibles_Colombia.pdf
- UPME. (2012). *Cadena del Carbón*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_Carbon_2012.pdf
- UPME. (2013). *Cadena del Petróleo*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_Carbon_2012.pdf
- UPME. (2015). *Atlas de Radiación Solar de Colombia*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/1-atlas_radiacion_solar.pdf
- UPME. (2015). *Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia*. Obtenido de http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf

UPME. (Enero de 2015). *Plan Energetico Nacional Colombia: Ideario Energético 2050*.

Obtenido de http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf

World Economic Forum. (2014). *The Global Energy Architecture Performance Index Report*

2014. Obtenido de <http://www.weforum.org/reports/global-energy-architecture-performance-index-report-2014>