



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Importancia de la implementación de la regulación para el uso de energías renovables en Colombia *

Maria Angelica Perdomo Villamil**

Universidad Católica de Colombia

Resumen

Hoy en día, el cambio climático representa una amenaza real para la humanidad. La utilización irresponsable de los recursos naturales por la humanidad ha desplegado diferentes iniciativas en todo el mundo con el fin de evitar consecuencias fatales para el planeta. Entre las alternativas propuestas para reducir las emisiones tóxicas, las fuentes alternativas o las llamadas fuentes no convencionales de generación de energía eléctrica han surgido como la forma factible de reducir la dependencia de los combustibles fósiles, que son una de las principales fuentes del agotamiento ambiental. En Colombia, el Decreto 1715 emitido en 2014 establece incentivos para la instalación de generación de energía no convencional dentro del país. Además, este acto legal promueve la autogeneración con plantas de energía alternativas, que es básicamente la producción local de energía que puede ser utilizado por los hogares y la industria sin utilizar la red eléctrica. A pesar de los evidentes beneficios para el mix de generación y el entorno nacional, el futuro de las tecnologías alternativas sigue enfrentándose a diferentes desafíos que deben abordarse a corto plazo.

Palabras clave: Energía eléctrica, Confiabilidad, Energía Renovable, Regulación, Medio ambiente, Ecología.

* Artículo de reflexión presentado como requisito para optar al título de Abogada de la Universidad Católica de Colombia, bajo la asesoría del doctor Jairo Cabrera, docente de la facultad de Derecho, 2017.

** Estudiante de Derecho con materias culminadas, perteneciente a la Facultad de Derecho de la Universidad Católica de Colombia, identificada con código estudiantil N° **2108853**. Correo electrónico: mariaaper15@gmail.com

Abstract

Nowadays, climate change represents a real threat to the humankind. Irresponsible utilization of natural resources by mankind has deployed different initiatives around the world with the aim to avoid fatal consequences for the planet. Among the proposed alternatives to curb toxic emissions, alternative or the so called non-conventional sources of electric power generation have emerged as the feasible way to reduce the dependence of fossil fuels, which are one the main sources of the environmental depletion. In Colombia, Decree 1715 issued in 2014 establishes incentives to install non-conventional power generation within the country. Additionally, this legal act promotes the self-generation with alternative power plants which it is basically local production of energy that can be used by households and industry without using the power grid. Despite of the fact of the evident benefits for the generation mix and the national environment, the future of alternative technologies is still facing different challenges that need to be addressed in the near term.

Key words:

Electric Power, Reliability, Renewable Energy, Regulation, Environment, Ecology.

Tabla de contenido

Introducción.....	5
Servicio público domiciliario de energía eléctrica	7
Politica energética en Colombia.....	10
Fuentes no convencionales de energía eléctrica	13
Tecnologías derivadas de fuentes no convencionales.....	15
Ley 1715 de 2014 sobre energía renovable en Colombia.....	22
Autogeneración y generación distribuida	24
Conclusiones.....	27
Referencias	30

Introducción

El cambio climático representa en la actualidad un desafío para el planeta debido a los diferentes eventos que se han presentado que evidencian un deterioro notable de los ecosistemas y los recursos naturales, Colombia no escapa a estas dificultades ambientales que presentan un riesgo para el desarrollo humano y su calidad de vida.

La adaptación al cambio climático y las acciones que se deben tomar por parte de los estados para evitar que este fenómeno siga creciendo de manera desmedida, es un tema que ha sido ampliamente analizado, resultado de esto nace la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), dicho tratado busca soluciones reales a la problemática del cambio climático y entro a regir desde el año 1994.

Posteriormente el tema ha presentado un desarrollo significativo que se ha llevado a cabo mediante la expedición de herramientas como el Protocolo de Kyoto, el acuerdo de Paris, entre otras herramientas vinculantes que buscan un compromiso real por parte de los estados con el fin de mejorar las condiciones medioambientales del planeta.

Los beneficios de la integración de energías renovables en los sistemas eléctricos de los países comprenden desde disminución de emisiones hasta seguridad en materia energética, ya que la integración de fuentes no convencionales para la generación de energía eléctrica permite contar con un parque generador robusto que pueda responder de manera eficiente ante condiciones climatológicas adversas o fallas técnicas en las plantas generadoras convencionales.

Colombia así lo entendió y en razón de esto expidió la Ley 1715 de 2015 que busca fomentar el uso de energías renovables, sin embargo hasta la fecha no se

logrado el desarrollo integral de todos los factores asociados a la autogeneración de energía eléctrica, como se puede observar a lo largo del desarrollo del artículo

1. Servicio público domiciliario de energía eléctrica en Colombia

El avance en Colombia en materia de prestación de servicios públicos domiciliarios ha sido progresivo y ha permitido cambios significativos en temas de cobertura y acceso a los mismos. La constitución de 1991 introdujo una serie de cambios importantes en materia de servicios públicos en Colombia entre ellos la integración al espectro de la prestación de estos servicios públicos a las empresas privadas, que mediante criterios desarrollados en la Ley 142 de 1994 desarrolla la actividad de prestación de servicios públicos domiciliarios.

Como consecuencia de la naturaleza jurídico-política del Estado colombiano como Estado social y democrático de Derecho, esto es, como “Estado de prestaciones” a favor de todas las personas que habitan en su territorio, los servicios públicos se definen en el mismo texto fundamental como “inherentes a la finalidad social del Estado”, lo cual comporta para este la obligación de “asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional”. (Echeverri Uruburu, 2011, p.118).

Puede observarse entonces que la prestación de los servicios públicos en general constituye una actividad esencial que garantiza unas condiciones de vida dignas a los ciudadanos, por lo cual es obligación del estado disponer de los mecanismos necesarios para la cobertura de estos para la mayor cantidad de ciudadanos que sea posible.

El mercado eléctrico en Colombia cuenta con varios actores, quienes intervienen en las condiciones económicas y legales de la prestación de este servicio público domiciliario.

Figura 1. Estructura Institucional del Mercado de Energía Mayorista.

Política	Ministerio de Minas y Energía	
Planeación	Unidad de Planeación Minero-Energética	
Regulación	Comisión de Regulación de Energía y Gas	
Control y Vigilancia	Superintendencia de Servicios Públicos	
Operación del Sistema	CND	
Administración del Mercado	ASIC	

Fuente: Tomado de CREG 2017

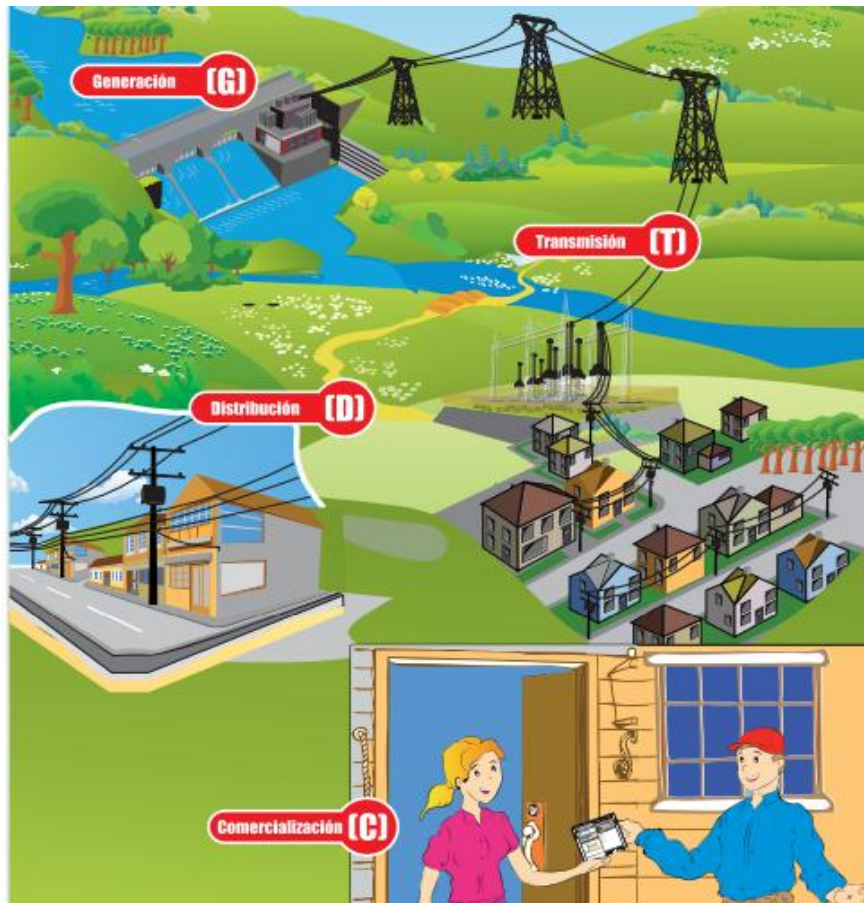
Como se puede observar en la gráfica el mercado eléctrico en Colombia tiene una organización específica en la cual se han determinado los roles que debe cumplir cada entidad, de esta manera se ha logrado un fortalecimiento notorio del mercado de energía eléctrica en Colombia y de la cobertura que se presenta en la actualidad en el país.

La prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica se compone de una serie de actividades que hacen parte del proceso para suministrar energía al consumidor final, es decir una cadena que permite la eficiente prestación del servicio a los consumidores.

Para que las personas puedan contar con el servicio de energía eléctrica de forma inmediata cuando la requieren (por ejemplo, al oprimir un interruptor para encender un bombillo, o conectar un electrodoméstico y encenderlo) es necesario efectuar una serie de procesos: 1. Producir la energía eléctrica (Generación) 2. Transportar

la energía eléctrica (Transmisión y Distribución) 3. Comprar la energía eléctrica y venderla al usuario final (Comercialización) (CREG, 2012).

Figura 2. Actividades del sector eléctrico en Colombia.



Fuente: Tomado de CREG 2017

Cabe resaltar que la prestación del servicio de energía eléctrica en Colombia cuenta con un sistema interconectado nacional (SIN), dicho sistema es una integración de redes eléctricas conformada por las actividades descritas en la gráfica que se observa anteriormente, sin embargo algunas zonas del país aún no se encuentran dentro de ese sistema interconectado por lo que la prestación del servicio de energía eléctrica no se presenta de la misma manera.

Las Zonas no Interconectadas (ZNI) son áreas geográficas que no se encuentran conectadas al Sistema Interconectado Nacional (SIN) y la prestación del servicio de energía eléctrica se realiza mediante soluciones locales de generación de energía, las empresas que prestan el servicio en estas zonas pueden desarrollar de manera integrada las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2017).

Se puede observar entonces que el desarrollo del sector eléctrico colombiano se encuentra en una etapa de madurez que permite contar con una alta capacidad instalada de generación, sin embargo, la actividad de generación se encuentra aún muy concentrada en tecnologías hidráulicas y térmicas y no se han integrado de manera significativa otros métodos de generación que permitirían fortalecer el sistema eléctrico en Colombia.

1.1 Política energética en Colombia:

La Unidad de Planeación Minero energética (UPME) en su Plan Energético Nacional Ideario Energético 2050 establece una política energética de largo plazo que tiene en cuenta como elementos esenciales la situación del sector eléctrico en Colombia, el desarrollo económico y las expectativas.

El objetivo general de una política energética debería ser lograr el abastecimiento interno y externo de energía de manera eficiente, con el mínimo impacto ambiental y generando valor para las regiones y poblaciones. Se busca entonces, mejorar tanto la seguridad como la equidad energética, incorporando criterios de sostenibilidad ambiental. Este objetivo coincide con las dimensiones propuestas por el World Energy Council (WEC) en su índice de sostenibilidad energética (UPME, 2015, p.81).

De conformidad con la política en mención, se distinguen varios aspectos principales sobre la prestación del servicio de energía eléctrica como lo son la garantía en el abastecimiento que permita la continuidad en el servicio, igualmente

se pretende mitigar los impactos ambientales que se derivan de la construcción de hidroeléctricas y la contaminación derivada de la energía producida a través de combustibles fósiles en las termoeléctricas.

El actual modelo energético no atiende la demanda de la totalidad de la población colombiana, y sus efectos sociales, ambientales, económicos y culturales no justifican la implementación de más proyectos de represas y termoeléctricas. Las alternativas existen y son factibles para atender las necesidades de todos los colombianos, ya que la energía es condición necesaria para tener una vida digna. Entre ellas, se cuentan las energías renovables de pequeña escala, la descentralización, la reducción del consumo, la priorización de uso, el aumento de la eficiencia energética, entre otras. (Movimiento Ríos Vivos, 2016, p. 02).

Como puede identificarse son varias las críticas que han surgido alrededor del modelo energético colombiano que ha basado la generación de energía en la capacidad de las hidroeléctricas que en condiciones climatológicas normales pueden suplir la demanda, sin embargo cuando hay fenómenos climatológicos se afecta en gran medida la producción obligando a que las termoeléctricas entren a operar a su capacidad máxima, lo que resulta insuficiente como se pudo observar en el año 2016 cuando Colombia estuvo a punto de sufrir un racionamiento eléctrico.

El no haber desarrollado un parque generador diverso es una de las problemáticas que afectan la confiabilidad en la prestación del servicio de energía eléctrica, por eso es una necesidad inminente que se lleve a cabo la reglamentación de la Ley 1715 que busca incentivar el uso de energías renovables y fomentar la autogeneración a gran y pequeña escala.

Así entonces se han identificado diversas debilidades del sector eléctrico en Colombia y las proyecciones a futuro buscan precisamente integrar nuevas fuentes de generación para el fortalecimiento del sector eléctrico. Para esto se han

proyectado diversos escenarios en los cuales se incluyen fuentes no convencionales de generación de energía eléctrica para la atención de la demanda.

Figura 3. Participación por tecnología en la Matriz Eléctrica de Colombia.

Tecnología	Generación Efectiva (MW)	Potencial de Generación (MW)
Hidráulica	11.501	58.000
Térmica Gas	1.620	
Térmica Carbón	1.348	
Líquidos	1.592	
Gas - Líquidos	264	
Eólica	18	29.500
Biomasa	93	
Total	16.436	87.500

Fuente: Tomado de DNP 2017.

Tal como puede observarse en el anterior gráfico la inclusión de fuentes no convencionales para la generación de energía en Colombia no cuenta con una participación significativa dentro del sector eléctrico, y aunque la política energética actual pretende incluir este tipo de tecnologías aún no se cuenta con la reglamentación que permita integrarlas de manera efectiva.

Para entender la naturaleza del primer problema, es necesario empezar por comprender que el sistema eléctrico colombiano es esencialmente un sistema dual. Es decir, hay esencialmente dos modos de operación del sector: el normal, con precipitaciones medias y, en general, precios bajos en el mercado spot de energía, y los periodos de baja precipitación asociados al fenómeno El Niño. En casi cualquier sistema complejo como el sector eléctrico de un país, sería casi impensable explicarlo en términos tan sencillos como la dependencia al nivel de precipitaciones y, en todo caso, tal explicación será siempre un bosquejo o una descripción apenas aproximada

de la realidad. Sin embargo, en el caso del sistema eléctrico colombiano, esa descripción aproximada es sorprendentemente próxima a la realidad (De Castro, 2016, p.13).

Es notable la debilidad del sistema eléctrico colombiano, que en diversas ocasiones ha puesto en riesgo el suministro del servicio de energía eléctrica, por lo que es relevante que se realicen cambios en la regulación y se integren nuevas tecnologías que permitan enfrentar los fenómenos climatológicos.

2. Fuentes no convencionales de energía eléctrica

Las fuentes no convencionales de energía eléctrica hacen referencia al aprovechamiento de ciertos recursos naturales para la generación de energía eléctrica, de igual manera estas reciben el nombre de energía renovable ya que se obtiene a partir de recursos inagotables como lo son el viento, el sol, la biomasa, entre otros recursos.

La dependencia del petróleo, el carbón y el gas ha generado conflictos de orden político (guerras entre naciones) y ambiental (emisiones de dióxido de carbono, azufre, etc.); por esta razón, en los últimos años se ha hecho necesario invertir en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía que funcionen con recursos renovables. Para el ser humano es claro que estas fuentes de energía están disponibles en su entorno, entonces su interés por explotarlas también radica en una mejor administración de los recursos locales. Además, en el mundo entero el término renovable se asocia con la disminución de emisiones contaminantes y con la "no-producción" de desechos, lo cual garantiza un medio ambiente más limpio y apropiado para nosotros y para las futuras generaciones. (UPME, 2005, p.7).

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario destacar la importancia de la integración de fuentes de energía no convencional en los sistemas eléctricos ya que permiten contar con un parque generador robusto que pueda afrontar condiciones adversas como fenómenos climatológicos o fallas técnicas, además

de ser mucho menos contaminantes que la energía generada a partir de combustibles fósiles.

Figura 4. Tecnologías y usos.

Recurso	Tecnología	Elementos	Aplicación
SOLAR	Fotovoltaica	Celdas solares	Electricidad
	Térmica	Coletores	Calor, electricidad
	Pasiva	Muros, ventanas, etc.	Calor, iluminación
EÓLICA	Generación eléctrica	Aerogeneradores	Electricidad
	Fuerza motriz	Aerobombear	Fuerza motriz
BIOMASA	Digestión anaerobia	Biodigestor	Biogás combustible
	Gasificación	Gasificador	Gas combustible
	Pirólisis	Pirólizador	Combustible
	Fermentación alcohólica	Destilería	Bioetanol
	Esterificación	Unidad de esterificación	Biodiesel
	Combustión	Hornos, calderas	Calor, electricidad
HIDRÁULICA	Centrales hidroeléctricas	Pequeñas centrales hidráulicas	Electricidad
	Pequeños aprovechamientos	Ruedas	Fuerza motriz
OCÉANOS	Mareas	Barreras, turbinas	Electricidad
	Olas	Flotadores, columnas, aparatos focalizantes	Electricidad
	Diferencia de temperatura	Turbinas, condensadores	Electricidad
	Corrientes marinas		Electricidad
GEOTERMIA	Generación eléctrica	Plantas de energía	Electricidad
	Usos directos	Aguas termales	Calor, recreación,

Fuente: Tomado de UPME 2005.

Hay una diversidad amplia en cuanto a las tecnologías de energías renovables como se observa en la gráfica anterior, con ese contexto precisamente se han fomentado una serie de políticas para promover la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, para esto se ha buscado

implementar incentivos fiscales y financiación pública para fomentar esta clase de proyectos, elementos que resultan comunes en la mayoría de los estados (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2011).

La implementación del uso de estas tecnologías de generación de electricidad a partir de fuentes no convencionales ha incrementado de manera importante alrededor del mundo, Colombia por su parte ha realizado ciertos avances para permitir que se puedan integrar al mercado eléctrico la autogeneración, en ese sentido se expidió la Ley 1715 de 2015, sin embargo, esto no ha resultado suficiente ya que la reglamentación de dicha ley no ha sido emitida en su totalidad.

2.1 Tecnologías derivadas de fuentes no convencionales:

Son varias las fuentes no convencionales para generación de energía eléctrica, este capítulo busca describir brevemente en que consiste cada una de estas, esto con el fin de contextualizar la importancia de la integración de estas tecnologías en los mercados eléctricos alrededor del mundo.

i. Energía solar:

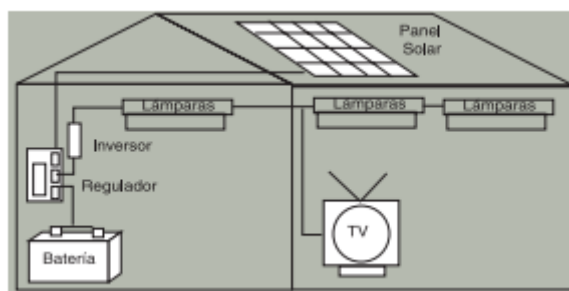
Esta se obtiene de la radiación que emiten los rayos solares que se aprovecha a través de herramientas ópticas o de otro tipo. Dentro de la energía solar hay diversas clases como lo son la energía solar térmica que recoge la radiación mediante unos colectores térmicos que convierten la radiación en calor.

La energía solar térmica EST (STE por sus siglas en inglés) se refiere al calor generado por la radiación solar. Esta energía se utiliza en aplicaciones industriales, comerciales y residenciales a través de tecnologías diferentes, que incluyen la producción de vapor, los sistemas de calefacción, los sistemas de refrigeración e incluso la generación de electricidad. Puede producir temperaturas que van desde los 45°C hasta más de 300°C, por lo cual es potencialmente útil para una amplia gama de sectores tales como el minero, el de alimentos y bebidas, así como para la

manufactura de textiles, la producción química y la fabricación de pulpa y de papel (Banco Interamericano de Desarrollo. BID, 2013, p.1).

Por su parte la energía solar fotovoltaica resulta de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica, utilizando la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad mediante la utilización de paneles solares, dichas instalaciones requieren un sistema fotovoltaico que está compuesto por elementos como el panel solar, un regulador, batería, inversor y cargas de aplicación, de esta manera se logra la transformación directa de la energía solar en eléctrica y su posterior almacenamiento. (BUN-CA, 2002).

Figura 5. Esquema simple sistema fotovoltaico.



Fuente: Tomado de BUN-CA 2002.

La implementación de proyectos de generación mediante energía solar ha ido en crecimiento en los últimos años, mostrando sus índices más altos de implementación los continentes europeo y asiático que ha avanzado de manera significativa en la instalación de sistemas fotovoltaicos.

Un claro ejemplo de la utilización masiva de energía renovable es Alemania que en la actualidad cuenta con una capacidad instalada de 10.000 megavatios y es uno de los países líderes en generación de energía mediante el aprovechamiento de la radiación solar (Finanzas carbono, 2017).

Alemania ha iniciado un proceso, que durará décadas para basar su sistema energético en el mayor grado posible en fuentes de energías renovables y disminuir, muy sustancialmente, el uso de recursos fósiles y de la energía nuclear (eliminando su uso para generar electricidad). Este proyecto “técnico-económico-político” se denomina “*Energiewende*” y ha recibido considerable apoyo parlamentario y social. Puede decirse que el *Energiewende* alemán es un proyecto “histórico-político” único que no puede ni debe ser transpuesto directamente a ningún otro país o región. Sin embargo, de él se pueden extraer lecciones sobre un proyecto de transformación a gran escala de los sistemas energéticos existentes (Orkestra. Instituto Vasco de Competitividad, 2016).

De igual manera en otros países de Europa se ha incentivado de manera significativa el uso de la energía solar encontrando su más fuerte motivación en acciones pro ambientales y efectos de seguridad energética que permitan contar con varios frentes de generación para que no se ponga en riesgo la prestación por la materialización de riesgos como la falta de combustibles fósiles.

Colombia por su parte espera mediante la reglamentación de la Ley 1715 que se den las condiciones necesarias para que resulte altamente beneficioso para los grandes autogeneradores y las personas que deseen instalar paneles para uso doméstico.

Según el Atlas de radiación solar de Colombia, el país cuenta con un recurso solar importante, se estima una irradiación promedio mensual que varía entre los 4 y 6 kWh/m²día, siendo las regiones de La Guajira, Arauca, parte del Vichada, las regiones de los valles del Río Cauca y del Río Magdalena y San Andrés y Providencia las de mayor recurso. Comparado con los porcentajes mundiales, Colombia se encuentra entre el 58 y 84% de los máximos registrados (Castillo, Castrillón Gutiérrez, Vanegas-Chamorro, Valencia & Villicaña, 2015)

El potencial entonces se ha identificado, ahora es necesario que la Comisión de Regulación de Energía y gas CREG trabaje de manera rápida y eficaz para que se pueda regular la autogeneración a pequeña escala, ya que los sistemas de paneles solares son una gran alternativa para la generación de energía a nivel residencial pero aún no se cuenta con la regulación que indique como se entregarían excedentes de generación al sistema interconectado nacional y la forma en que se realizaría esta operación.

Resulta necesario que la energía solar deje de considerarse en Colombia como una fuente exclusiva de generación y una solución para la prestación del servicio únicamente en Zonas No Interconectadas, ya que esto no permite que se evalúe el verdadero potencial que podría tener en Colombia este clase de energía renovable.

ii. Energía eólica:

Esta energía se obtiene de la fuerza del viento y con esta logra generar electricidad mediante el empleo de aerogeneradores, este tipo de fuente no convencional se utiliza desde la antigüedad cuando se utilizaban molinos de viento.

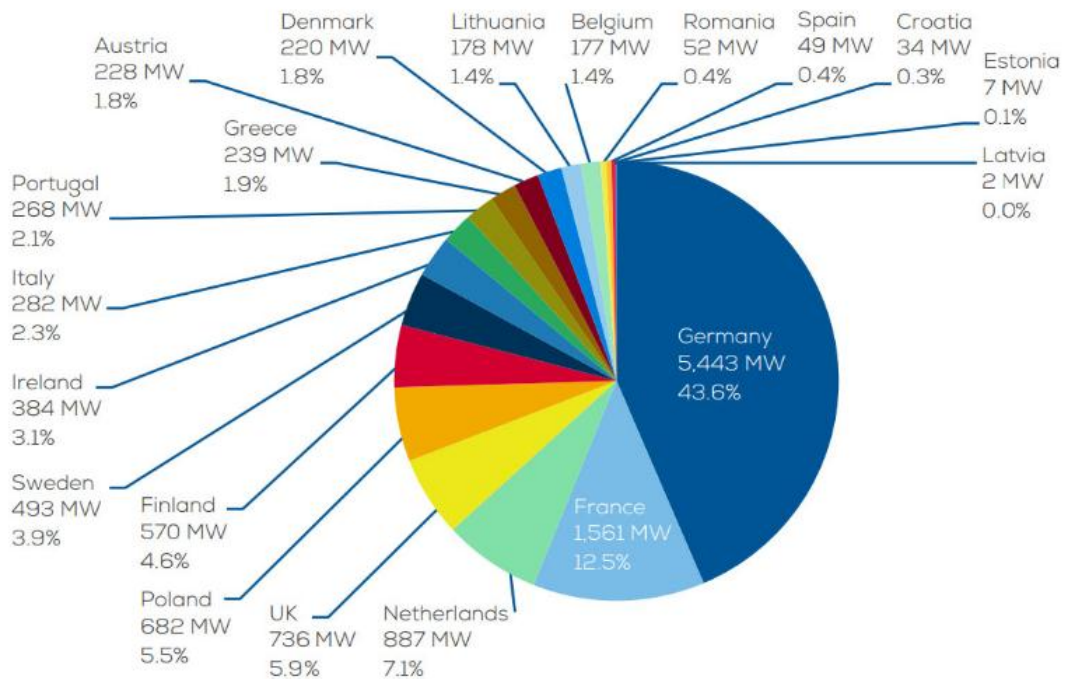
El aprovechamiento del viento para la generación eléctrica a gran escala es la tecnología de energía renovable que más ha crecido en las últimas décadas, con porcentajes de uso del 40% por año desde 1993. Además de este uso, el viento se puede aprovechar para aplicaciones mecánicas y electrificación de sitios aislados. En general, se pueden distinguir tres diferentes tipos de aplicaciones, las cuales se discuten en detalle en los siguientes capítulos: Aplicaciones mecánicas, por ejemplo bombeo de agua y molino de granos, Generación eléctrica en sistemas aislados, para usos productivos y viviendas rurales en áreas remotas, Generación eléctrica a gran escala conectada al sistema nacional interconectado (BUN-CA, 2002, p.4).

Las instalaciones de energía eólica están supeditadas a que en la zona se identifique la circulación constante de viento que permita el aprovechamiento real

de los aerogeneradores instalados, por esto es necesario contar con estudios previos para definir los lugares más apropiados para este tipo de instalaciones.

Una vez caracterizado el viento, se debe obtener la energía y la potencia que el sistema será capaz de generar en las condiciones dadas. En esta etapa es necesaria la utilización de otros datos como: curva de generación de la máquina, temperatura y densidad media del aire en el lugar de emplazamiento, entre otros. La energía anual generada, para un viento caracterizado por una velocidad promedio y un factor de forma, dependerá de dos variables; la potencia generada por la turbina cuando ésta es expuesta a una velocidad de viento dada y la probabilidad de que, durante el año, se obtenga dicha velocidad de viento. (BUN-CA, 2002, p.4).

Figura 6. Potencia Eólica instalada en los países de la Unión Europea.



Fuente: Tomado de WindEurope 2016.

Puede observarse en la gráfica anterior el crecimiento de la energía eólica como fuente no renovable de energía eléctrica, la Unión Europea ha hecho una apuesta importante por la inclusión de energía renovable en los sistemas

eléctricos de la región que arroja como resultado una capacidad instalada significativa en tecnologías de energía limpia.

Colombia ha realizado estudios sobre las corrientes de vientos para analizar el potencial que tendría nuestro país para la instalación de parques eólicos, a pesar de que se han identificado varias regiones aptas para desarrollar proyectos de este tipo, Colombia solo cuenta con el Parque Eólico Jepirachi que se encuentra ubicado en la Guajira, la reglamentación para la generación de energía eólica se puso en cabeza de la CREG de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley 1715 de 2014 (Soto Gutiérrez, 2016).

iii. Biomasa:

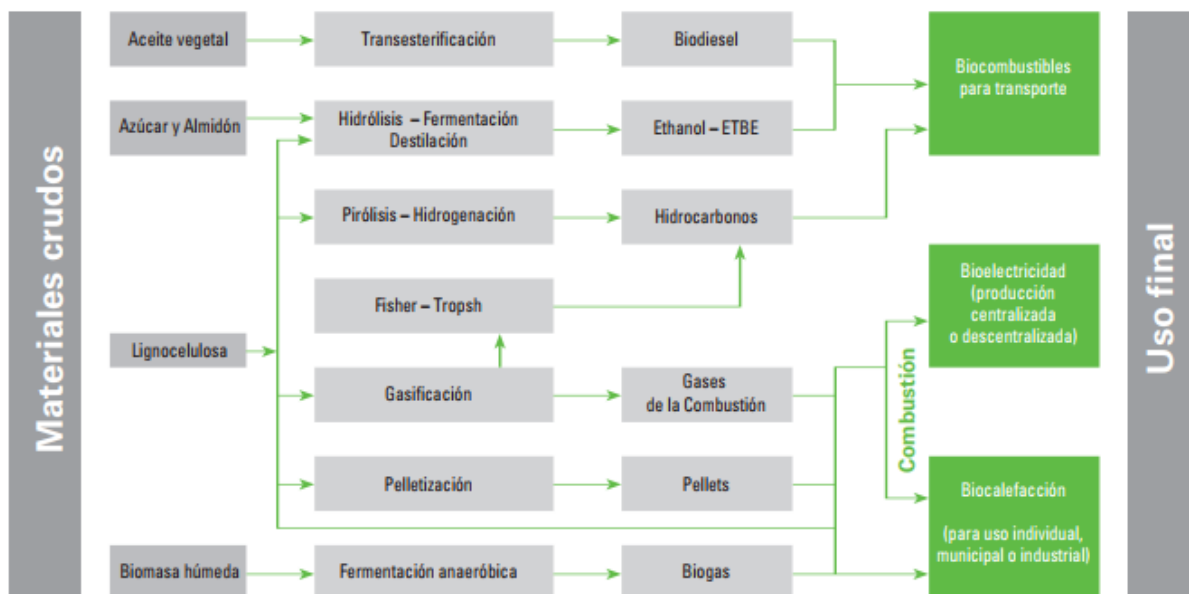
La biomasa es materia viva orgánica que puede ser de origen vegetal o animal y la misma puede ser utilizada con fines energéticos, la energía producida de la biomasa se da por un proceso de fotosíntesis, que permite que se formen carbohidratos de los que se puede extraer energía, para convertirla en biogás o biocombustibles líquidos (Organización Solarízate, 2013).

La forma de transformar la biomasa en energía depende, fundamentalmente, del tipo de biomasa que se esté tratando y del destino que se quiera dar a esta energía. El sector bioenergético está basado en tres modos de usar la energía: para calefacción, para generación eléctrica y para producción de biocombustibles. Los sistemas comerciales para utilizar biomasa residual seca se pueden clasificar en función de que estén basados en la combustión del recurso (por ejemplo, en calderas para biomasa) o en su gasificación. Los sistemas comerciales para aprovechar la biomasa residual húmeda están basados en la pirolisis. Para ambos tipos de recursos, existen varias tecnologías que posibilitan la obtención de biocarburantes (EPEC, 2012, p.5).

Este tipo de material es utilizado en su mayoría para la generación de biocombustibles y biogás en Colombia, en ese sentido la Comisión de Regulación de Energía y gas ha emitido una regulación mediante la Resolución CREG 240 de

2016 que establece las condiciones de calidad y seguridad, las tarifas aplicables para desarrollar la prestación del servicio de gas con productos como el biogás y el bioetanol, en la siguiente grafica se pueden observar los productos resultantes de los procesos de biomasa.

Figura 7. Posibles transformaciones de la biomasa.



Fuente: Tomado de EPEC 2012.

iv. Energía oceánica:

La Energía oceánica utiliza al mar como recurso natural para generar electricidad, obtenida a partir de varios fenómenos que se dan en los océanos. En el caso de la Energía mareomotriz esta utiliza las oscilaciones que se presentan en el mar, hay ciertos procesos que se producen en los océanos que pueden ser aprovechados para la generación de energía eléctrica (Castillo Martin, 2009).

Existen varias alternativas tecnológicas según el tipo de aprovechamiento de dicho potencial energético, entre las que se encuentran: la energía de las corrientes, en la

que se hace uso de la energía cinética que poseen las corrientes marinas mediante la instalación submarina de estructuras similares a un aerogenerador; la energía mareotérmica, que emplea la variación entre la temperatura de la superficie y la temperatura de aguas profundas, requiriéndose un gradiente térmico de al menos 20 °C; la energía undimotriz o energía a partir del movimiento de las olas, que utiliza la fuerza con la que se desplaza determinada masa de agua a causa del rozamiento con las corrientes de aire (oleaje); la potencia osmótica o también llamada energía azul, obtenida mediante ósmosis por la diferencia de concentraciones de sal entre el agua de mar y agua de ríos; y por último, la energía mareomotriz, que aprovecha el ascenso y descenso del agua del mar producidos por las fuerzas gravitatorias del sol y la luna (Quintero & Quintero, 2015).

Como se puede observar este tipo de energía contempla un potencial importante si se tiene en cuenta las fuentes hídricas y los accesos con los que cuenta Colombia a océanos, sin embargo la implementación de tecnologías para realizar este tipo de generación eléctrica requiere grandes inversiones de capital y estudios previos de viabilidad, Colombia en este escenario no ha realizado avances significativos.

3. Ley 1715 de 2014 sobre energía renovable en Colombia

Colombia ha venido desarrollando nuevas alternativas que permitan el aprovechamiento de los diversos recursos naturales, el robustecimiento del sistema eléctrico colombiano y compromiso ambiental de parte del estado hacia la sostenibilidad ambiental del país, todo enmarcado en los planteamientos que se han dado a nivel mundial sobre cambio climático, así surge la iniciativa legislativa de expedir una legislación que permita fomentar el uso de fuentes no convencionales de energía.

Así entonces en la exposición de motivos se evidencio la necesidad de integrar nuevas fuentes de generación de Energía que fortalecieran el sistema y dieran un alivio ambiental al país.

En la planeación de la expansión de la generación y de la transmisión se han priorizado las matrices energéticas tradicionales, es decir, la hidroeléctrica o térmica, por lo cual debe fomentarse una nueva política en relación con la forma como se genera, transporta, distribuye y comercializa la energía. La instalación de capacidad hidroeléctrica obedece a la alta disponibilidad de recursos hídricos fruto de la geografía colombiana, lo cual ha causado efectos ambientales adversos, tales como “la disminución de caudales de agua, afectación en la calidad de agua por incremento de sedimentos, alteración de la calidad del aire, proceso de erosión en la etapa de construcción, afectación en la calidad del paisaje, muerte y desplazamiento de fauna terrestre, pérdida de cobertura vegetal debido al llenado de los embalses y ha atrasado el abastecimiento eficiente, renovable y autónomo del recurso energético (Congreso de la Republica, 2014).

De esta manera se dio el primer paso para incentivar el uso de fuentes no convencionales para la generación de energía eléctrica en Colombia, sin embargo, la aplicación de esta ley se encuentra supeditada a la reglamentación de varios temas que corresponde realizar a entidades como lo son el Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Esta ley fue sancionada por el Presidente de la Republica en el día 13 de mayo del año 2014, sin embargo la reglamentación ha surtido un proceso lento que ha resultado en graves afectaciones para el sistema eléctrica, una muestra de ello es la condición climática adversa que afronto el país en el año 2016, y que hubiera podido ser mitigada en gran medida por uso de tecnologías de Energía renovable.

La confiabilidad que puedan proveer las fuentes fósiles de energía estará más condicionada entonces por variables de tipo geopolítico o medioambiental⁴, en caso de que los combustibles fósiles tengan que ser importados por los países que los requieran, generando por tanto una dependencia del mercado o del país productor.

Asegurando un ambiente geopolítico ideal de suministro de estos combustibles la seguridad energética estará dada en mayor o menor medida por el grado de diversificación de la matriz de generación de electricidad y que tan dependiente se encuentre esta de agentes externos. Las fuentes de energía renovables garantizan un suministro del recurso en el largo plazo siempre y cuando su explotación se haga de manera sostenible (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017, p.17).

La influencia positiva que tendría en el mercado eléctrico la inclusión de nuevas tecnologías de generación de energía, y la importancia que esto representaría frente a la confiabilidad de la prestación del servicio de energía en Colombia es un incentivo importante para fomentar su integración de manera efectiva, y aunque la Ley 1715 de 2014 estableció un marco legal general para la promoción, desarrollo y utilización de fuentes no convencionales para la generación de Energía, requiere para su implementación las reglas de mercado bajo las cuales va a operar.

3.1 Autogeneración y generación distribuida:

La autogeneración de Energía mediante fuentes no convencionales de Energía es un tema fundamental que propuso la Ley 1715 de 2014, esta actividad comprende la producción de Energía eléctrica por parte de un usuario para atender sus propias necesidades. En el decreto reglamentario 2469 de 2014 expedido por el Ministerio de Minas y Energía determina las reglas de la autogeneración a gran escala y la entrega de los excedentes a la red por parte de estos.

En primer lugar cabe aclarar que la figura de la autogeneración en Colombia se ha diferenciado de manera que se habla de autogeneración a gran escala cuando se genere energía por más de 1Mw, y para este tipo de autogeneradores se han establecido unas condiciones que regulan de cierta

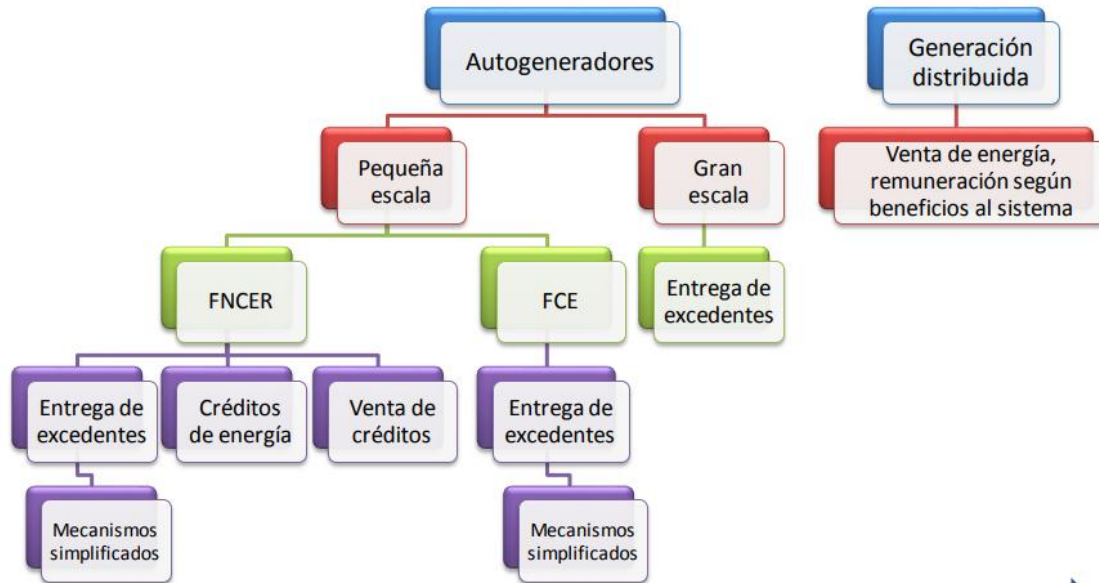
manera esta actividad, las mismas se encuentran reguladas en la Resolución CREG 024 de 2015.

Sin embargo hasta la fecha no se ha reglamentado lo correspondiente a la autogeneración a pequeña escala por parte de la CREG, esto definitivamente ha disminuido los incentivos para que los usuarios decidan optar por tener sistemas de autogeneración en sus hogares, por su parte la generación distribuida es otro mecanismo de venta de energía pendiente de reglamentación.

La GD es la generación o el almacenamiento de energía eléctrica a pequeña escala, lo más cercana al centro de carga, con la opción de interactuar (comprar o vender) con la red eléctrica y, en algunos casos, considerando la máxima eficiencia energética (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2016, p.01).

De manera entonces las ventajas que se predicen sobre la generación distribuida son varias y se encuentran precisamente identificadas, en primer lugar se destaca que es una tecnología modular que puede ser producida masivamente por la industria, en segundo lugar la inclusión de la misma en el sistema eléctrico representa diversificar las fuentes de energía logrando la integración de pequeños generadores que entreguen excedentes de energía al sistema eléctrico, de igual manera la generación distribuida permite aumentar la cobertura y suplir el aumento de demanda de energía eléctrica (Valencia Quintero, 2008).

Figura 8. Promoción autogeneración y generación distribuida.



Fuente: Tomado de UPME 2014.

6. Conclusiones y recomendaciones finales

Esta investigación ha permitido identificar la situación actual del uso de fuentes no convencionales para generación de energía eléctrica en Colombia y asimismo identificar la evolución que la energía renovable ha tenido en otros países. Además, se logró evidenciar la importancia que en la actualidad la integración de dichas fuentes ha representado para los mercados eléctricos alrededor del mundo, convirtiéndose en herramientas esenciales que permiten garantizar la confiabilidad en la prestación del servicio de energía eléctrica.

Es necesario aclarar que Colombia se encuentra en una etapa de transición hacia la inclusión en el mercado de energía mayorista de fuentes de energía no convencionales, es así como mediante la Ley 1715 de 2014 expedida por el legislador colombiano se busca fomentar e incentivar el uso de dichas tecnologías para la generación de energía, sin embargo a pesar de que ha transcurrido un tiempo considerable aún no se cuenta con una regulación completa para temas esenciales como lo son la autogeneración a pequeña escala, la cual corresponde a los usuarios que desean instalar sistemas de energía renovable para su autoconsumo y que podrían entregar al sistema interconectado pequeños excedentes de energía que resultan de esa práctica.

De esa manera entonces debe exhortarse a las entidades encargadas de la reglamentación de esta ley para que se expida de manera pronta la regulación correspondiente a estos temas, ya que esta demora es una causa del desconocimiento y la incertidumbre de usuarios frente a la operación de sistemas de autogeneración a pequeña escala. En razón a lo anterior, esta investigación se centró en el problema jurídico en el que se preguntó: ¿Cuál es la incidencia de la integración de energías renovables en la prestación del servicio de energía eléctrica en Colombia?

Es necesario destacar que el sistema eléctrico colombiano ha venido evolucionando a través de los años, sin embargo, el mismo se encuentra fundamentado en la generación mediante tecnologías hidráulicas y térmicas que como se evidencio en el año 2016 resultaron ser insuficientes ante el fenómeno del niño que se presentó y causo que los niveles de los embalses bajaran de manera crítica, así mismo se evidenciaron ciertas falencias en la disponibilidad de las plantas térmicas que debían entrar a operar para poder suplir la demanda de energía eléctrica diaria del país, esa experiencia permitió que se evidenciara una demora excesiva en la reglamentación de la Ley 1715 de 2014 por parte del Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

Dentro de la investigación se encontraron los siguientes hallazgos:

- La regulación Colombiana no se ha previsto aun la reglamentación para la autogeneración a pequeña escala y no ha definido aspectos fundamentales de la Ley 1715 de 2014 como lo son los créditos de energía y como manejaran los mismos por los comercializadores de energía eléctrica y los usuarios.

- La autogeneración a pequeña escala es una actividad altamente importante si se tiene en cuenta que una cantidad importante de usuarios podría encontrar en esta actividad la forma de generar su propia energía y descongestionar el sistema interconectado nacional además de contribuir a la sostenibilidad ambiental y el aprovechamiento de recursos naturales. No obstante, que hoy el país no cuente con una regulación específica para la autogeneración a pequeña escala y que se considere para esto efecto solo la autogeneración a gran escala es un obstáculo relevante, que no deja claras la reglas para los usuarios que están dispuestos a llevar a cabo instalaciones de fuentes no convencionales de energía en sus hogares, lo que resulta desincentivando el uso de energía renovable.

- Los beneficios de la integración de generación de energía por medio de fuentes no convencionales al sistema eléctrico colombiano trae beneficios para la confiabilidad y la seguridad en la prestación del servicio ya que robustece el parque generador utilizando recursos naturales y además contribuye con la sostenibilidad ambiental, reduciendo las emisiones contaminantes provenientes de la generación de centrales eléctricas.

Finalmente, este trabajo arroja unas recomendaciones, las cuales se pasan a explicar:

En primer lugar una emisión pronta de la regulación específica para la autogeneración a pequeña escala que permita a los usuarios integrar en sus hogares y empresas fuentes de generación no convencional de energía para atender la demanda que requiere y además pueda entregar excedentes resultantes de esta actividad a la red, bajo reglas claras que sean un incentivo real para que se fomente este tipo de autogeneración.

Así entonces la propuesta que surge a partir de este artículo va encaminada a realizar una reglamentación que beneficie verdaderamente a los usuarios y permita que los créditos de energía de los que trata la Ley 1715 sean monetizados de manera que los mismo reflejen un incentivo económico para los autogeneradores y se de una propagación de esta actividad.

Por último, de acuerdo al análisis realizado, se concluye que es conveniente integrar en buena medida al parque generador colombiano nuevas fuentes que permitan asegurar la prestación del servicio en condiciones críticas que se pueden presentar por fallas técnicas o condiciones climatológicas adversas.

Referencias

7.1 Textos

- Banco Interamericano de Desarrollo. BID. (2013). La Energía Solar Térmica. Recuperado de https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4252/Solar_Thermal_Energy_SPA_final.pdf?sequence=2
- Banco Interamericano de Desarrollo. BID. (2017). Energías renovables variables y su contribución a la seguridad energética: Complementariedad en Colombia. Bogotá. Recuperado a partir de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8146/Energias-renovables-variables-y-su-contribucion-a-la-seguridad-energetica-Complementariedad-en-Colombia.PDF?sequence=5>
- BUN-CA. (2002). *Manuales sobre energía renovable: Eólica* (1st ed.). San José de Costa Rica: Biomass Users Network (BUN-CA). Recuperado a partir de <http://www.energia.gob.pa/tmp/file/302/manual-eolica.pdf>
- BUN-CA. (2002). *Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica* (1st ed.). San José de Costa Rica: Biomass Users Network (BUN-CA). Recuperado a partir de <http://www.bun-ca.org/publicaciones/FOTOVOLT.pdf>
- Castillo, Y., Castrillón Gutiérrez, M., Vanegas-Chamorro, M., Valencia, G., & Villicaña, E. (2015). Rol de las Fuentes No Convencionales de Energía en el sector eléctrico colombiano. *Prospectiva*, 13(1), 39. doi:10.15665/rp.v13i1.358
- Castillo Martin, C. (2009). *Energías renovables energía oceánica* (Tesis de pregrado). Madrid. Universidad Pontificia Comillas. Recuperado de <https://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/4a447819676d9.pdf>
- CREG. (2012). *Metodología para la Remuneración de la Actividad de Comercialización de Energía Eléctrica a Usuarios Regulados* (pp. 1 - 20). Bogotá. Recuperado de

http://www.creg.gov.co/phocadownload/publicaciones/remuneracion_comercializacion_energia_usuarios_regulados.pdf

De Castro, L. (2016). Informe sobre el Sector Eléctrico Colombiano. Bogotá. Recuperado de [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/52188526a7290f8505256eee0072eba7/8e7d5ef7bd314e4e0525803e0078de58/\\$FILE/Circular065-2016%20Anexo1.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/52188526a7290f8505256eee0072eba7/8e7d5ef7bd314e4e0525803e0078de58/$FILE/Circular065-2016%20Anexo1.pdf)

Echeverri Uruburu, Á. (2013). La noción del servicio público y el estado social de derecho. El caso colombiano. *Novum Jus: Revista Especializada En Sociología Jurídica Y Política*, 7(2), 111-127. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/NovumJus.2013.7.2.4>

EPEC. (2012). *Energía renovable: la biomasa*. Buenos Aires. Recuperado de <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/biomasa.pdf>

Finanzas carbono. (2017). 10 países que más aprovechan y usan energía solar | Finanzas Carbono. [Finanzascarbono.org](http://finanzascarbono.org). Recuperado el 04 de agosto de 2017, a partir de http://finanzascarbono.org/noticias_externas/estos-son-los-10-paises-que-mas-aprovechan-y-usan-energia-solar/

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2011). *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga & Youba Sokona. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf

Movimiento Ríos Vivos. (2016). *Política energética colombiana y propuestas para su transformación*. Bogotá. Recuperado de censat.org/apc-aa-files/.../doc_rios-vivos_propuesta-mea_2016_rf2.pdf

Orkestra. Instituto Vasco de Competitividad. (2016). *La transición energética en Alemania (Energiewende)*. Madrid. Recuperado de http://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/cuadernos/La_transici%C3%B3n_energ%C3%A9tica_en_Alemania_Energiewende_-_Versi%C3%B3n_web.pdf

Organización Solarízate. (2013). *La biomasa*. Recuperado a partir de <http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/ficha11.pdf>

Soto Gutiérrez, J. (2016). *Desarrollo de la energía eólica en Colombia* (Tesis de Especialización). Bogotá. Universidad de América. Recuperado de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/624/1/1020757605-2016-2-GA.pdf>

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2017). *Zonas no interconectadas Energía*. *Superservicios.gov.co*. Recuperado el 24 de junio de 2017, de <http://www.superservicios.gov.co/Energia-y-gas/Energia/Zonas-no-interconectadas>

UPME. (2005). *Energías renovables: Descripción, Tecnología y usos finales*. Bogotá: ICONTEC. Recuperado de <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Iluminacion/CarFNCE.pdf>

UPME. (2015). *Plan energético nacional Colombia: ideario energético 2050*. Bogotá. Recuperado de http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf

Valencia Quintero, J. (2008). Generación distribuida: democratización de la energía eléctrica. *Criterio Libre*, 8, 105-112. Recuperado a partir de <http://www.unilibre.edu.co/CriterioLibre/images/revistas/8/CriterioLibre8art07.pdf>