

ANÁLISIS DE INTRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN  
COLOMBIA

JONATHAN JAIMES RUBIANO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

ESPECIALIZACION ALTA GERENCIA

BOGOTÁ,

AGOSTO DE 2016

ANÁLISIS DE INTRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN  
COLOMBIA

PRESENTADO A:  
JACKSON PEREIRA

JONATHAN JAIMES RUBIANO

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
ESPECIALIZACION ALTA GERENCIA  
BOGOTÁ,  
AGOSTO DE 2016

## 2. TABLA DE CONTENIDO

1. Portada
2. Tabla de contenido
3. Lista de tablas
4. Lista de gráficos (barras, tortas)
5. Título
6. Resumen
7. Delimitación del problema (Antecedentes y justificación)
8. Objetivo General
9. Objetivos específicos
10. Marco teórico
11. Desarrollo del trabajo
12. Conclusiones
13. Referencias bibliográficas

### 3. LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. Participación y crecimiento por sector regulado y no regulado

Tabla N° . 2 Capacidad efectiva neta

Tabla N° . 3. Costos PCHs Colombia

Tabla N° . 4. Costo presente y proyectado de la generación de energía eólica (USD/KWh).

Tabla N° .5. Costos de capital de las diferentes configuraciones

Tabla N° . 6. Costo nivelado (cU\$/kWh)

Tabla N° . 7. Precio unitario de generación de energía. (Cent. USD/Kwh)

### 4. LISTA DE GRÁFICOS (BARRAS, TORTAS)

Gráfica 1 - Comportamiento de la demanda de energía en Colombia de los últimos 10 años

Gráfica N° . 2. Comportamiento de la demanda de energía en Colombia.

Gráfica N° .3. Demanda final de todos los sectores de Consumo (Tipos de escenarios T1: Tecnológicos ; T2: Fuentes no convencionales ; EE: eléctrico ; ME: Industrial)

### 5. TÍTULO

ANÁLISIS DE INTRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN COLOMBIA

### 6. RESUMEN

Se analiza el mercado de generación de energía en Colombia con fuentes renovables no convencionales y se determina la alternativa económica más viable y opciones de desarrollo en el contexto nacional, a partir de la demanda/oferta actual y proyecciones de consumo al 2050, involucrando los incentivos del gobierno tales como los estipulados en la ley 1715 del 2014.

## 7. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Con la creciente demanda de energía y especialmente por las dificultades energéticas que Colombia ha atravesado a partir del 2014 por los fenómenos naturales como el Niño, el Congreso de la República de Colombia implementó en Mayo de 2014 la ley 1715, que establece un marco jurídico para incentivar y promover las energías no convencionales en el país; a raíz de ello diferentes instituciones como la comisión de regulación de energía y gas (CREG), han reglamentado lineamientos para diversos sectores industriales que auto generan su energía y estos puedan vender sus excedentes (zapata, 2005). En Colombia las energías alternativas representan el 70 por ciento de la demanda, liderada por la generación de energía hidroeléctrica y seguida por las termoelectricas (Murcia, 2009), actualmente la energía solar y eólica han tenido un desarrollo representativo en el mercado colombiano, existen muchas tecnologías que aún no han sido exploradas en el mercado colombiano y que pueden representar una opción confiable y viable económicamente a largo plazo; por esta razón cabe cuestionarse, en Colombia hasta cuándo vamos a contar con energía proveniente de yacimientos petrolíferos y cuáles serán las energías alternativas más confiables y viables económicamente que se puedan implementar en países emergentes como Colombia?

### 7.1. ANTECEDENTES

En Colombia, la aplicación de energía alternativa datan de mediados del siglo pasado, cuando en Santa Marta fueron instalados calentadores solares en las casas de los empleados de las bananeras, calentadores que aún existen. Luego, hacia los sesenta, en la Universidad Industrial de Santander se instalaron calentadores solares domésticos para realizar estudios de su comportamiento. Posteriormente, a los finales de los setenta y atravesando la crisis del petróleo de 1973, instituciones universitarias (la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional en Bogotá, la Universidad del Valle) diseñaron las bases para instalar calentadores solares domésticos y grandes sistemas de calentamiento de agua para uso en centros de servicios comunitarios. Hacia finales de los 80, se crea el Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica, la cual introdujo calentadores solares en la Costa Atlántica y desarrolló un campo experimental en Turipaná (Córdoba).

La implementación alcanzada hacia 1996 indicaba que se habían instalado 48 901 m<sup>2</sup> de calentadores solares, principalmente en Medellín y Bogotá, y en barrios con financiación. En cuanto a la generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, donde el combustible alcanza precios altos al igual como los costó de Operación y Mantenimiento, haciendo que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable. (Murcia, 2009)

Durante 1985 y 1994 se importaron 48 499 módulos solares para una potencia de 2.05 MW. De estos 21 238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural. Los cual el estudio anterior indicó que, sobre una muestra de 248 sistemas (con 419 módulos), que 56% de los sistemas funcionaban sin problemas, 37% funcionaban con algunos problemas (Intermitencia), y 8% estaban fuera de servicio. Como principal fuente de problemas se encontraron la falta de mínimo mantenimiento, suministro de partes de reemplazo (reguladores y lámparas) y sistemas sub-dimensionados. Estos problemas, que se suelen repetir aún hoy en día, indican la importancia que tiene el asegurar la sostenibilidad del suministro del servicio de energía, resultando que en Colombia no exista un desarrollo representativo de generación de energía alternativa ni implementación de nuevas tecnologías.

## 7.2. JUSTIFICACIÓN

La reducción de los gases de invernadero en los países desarrollados es quizá el motor central que ha jalonado desde los años noventa los objetivos y metas de política relacionado a su aporte al nivel de emisiones global y a la alta dependencia de combustibles generados a partir de petróleo crudo. (Rincon, 2008)

Se analiza el impacto de, el fenómeno del Niño sobre la oferta de energía en el país, principalmente en las ciudades que se proveen sobre zonas de embalses, y comportamiento inestable del precio de generación en bolsa (CONSORCIO ENERGÉTICO CORPOEMA , 2010).

Las fuentes de generación de energía, se convirtieron para la mayoría de países del mundo en una opción real para la expansión de los sistemas eléctricos y ambientalmente amigables, en este entorno la generación de energía a partir de fuentes no renovables, motiva a dirigentes

políticos a implementar acciones para incrementar los proyectos que se desarrollen sobre este marco. (zapata, 2005).

Aunque las energías renovables conllevan una serie de impedimentos técnicos y económicos para su aplicación, tales como el costo y la intermitencia, se propone desarrollar tecnologías que no solo busquen eficiencia económica sino sostenible ambientalmente.

## 8. OBJETIVO GENERAL

Analizar la introducción sostenible de energías alternativas en Colombia.

## 9. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Definir demanda energética nacional, oferta actual y proyección de consumo en Colombia.
- Evidenciar la introducción sostenible de diferentes tipos de energías alternativas y otras tecnologías en Colombia.

## 10. MARCO TEÓRICO

En la actualidad, Colombia hace parte del grupo de países que ven con optimismo la aplicación de energías renovables amigables con el medio ambiente, haciendo uso de todo tipo de recursos, desechos y tecnologías.

Desde la crisis energética del 2014, Colombia adopto nuevas medidas de prevención y normatividad, dando lugar a la ley 1715 de 2014, en donde establece estímulos a los empresarios que constituyan compañías que auto generen energía a partir de energías renovables o haciendo uso de las mismas.

Esta alternativa está fundamentada en el desarrollo económico sostenible, sujeto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y seguridad del aprovisionamiento energético.

Actualmente Colombia dispone de fuentes de energía renovables representativamente, por ello se tiene la perspectiva que será un país con alto potencial para la inversión como fuentes de negocios, siendo las energías renovables un modelo en los contratos PPA (Modelos de contratos de compra y venta de energía a largo plazo). (CONSORCIO ENERGÉTICO CORPOEMA , 2010)

Dentro del marco legal del uso de las energías alternativas en Colombia, la ley 142 y 143 de 1994, establece un régimen de actividades para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, correspondiente a las funciones constitucionales y legales que compete al Ministerio de minas y Energía.

Entre otras reglamentaciones, se debe asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para cubrir los subsidios otorgados para atender las necesidades básicas de electricidad para población de los estratos I, II, III y los de los menores ingresos del área rural.

La Ley 697/2001 “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”. Decreto 3683/2003:

Adicionalmente la Ley 1715 de 2014; luego de la crisis energética e hidrocarburos en el mismo año, se legisla sobre el uso de las energías alternativas y da lugar a la ley 1715 de



2014 cuyo objeto es promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de Carácter renovable.

La ley 1715 otorga incentivos a los empresarios que inviertan en el uso de energías alternativas tales como:

Impuestos sobre la renta: El beneficio consiste en reducir anualmente el valor de la renta, durante los siguientes 5 años al año gravable que se hayan realizado la inversión, el cincuenta por ciento (50%) del valor total de la inversión realizada”, condicionado a:

- Que el valor a deducir no supere el 50% de la renta líquida del contribuyente determinada antes de restar el valor de la inversión,
- Que el beneficio ambiental de la inversión haya sido certificado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Exclusión del IVA: Todos los equipos, elementos y servicios que se destinen con fines de inversión para la producción y utilización de energía de fuentes no convencionales serán excluidos de IVA y exentos de aranceles.

Adicionalmente en cuanto a aspectos contables relevantes, la maquinaria, equipos y obras civiles invertidos para la operación de la generación con fuentes no convencionales, será aplicable la ley de depreciación acelerada La actividad de generación a partir de FNCE goza del régimen de depreciación acelerada, así:

Los beneficios tributarios de uso de energías alternativas pueden ser aplicables principalmente a los siguientes mecanismos de generación de energía como las definidas a continuación:

Energía solar: Producida por el sol, es gratuita, es fuente primaria de luz y calor, no genera emisiones, es silenciosa, llega a sitios remotos y es una tecnología renovable.

Energía Eólica: producida por el viento en movimiento, hace uso de la energía solar, esta energía con el uso de instrumentos se transforma en energía eléctrica.

Energía de Biomasa: Es producida por todos los materiales de tipo orgánico que mediante instrumentos se puede producir energía.

Energía hidráulica: La produce el agua de los ríos, lagos y mediante uso de instrumentos se genera electricidad.

Energía de los océanos: El agua de los océanos, esta puede generar energía térmica que proviene del calentamiento solar y la mecánica de las mareas y las olas.

Energía geotérmica: Es la producida por el calor del centro de la tierra, se transforma mediante perforaciones muy profundas, usando la fuerza calorífica, produciendo electricidad.

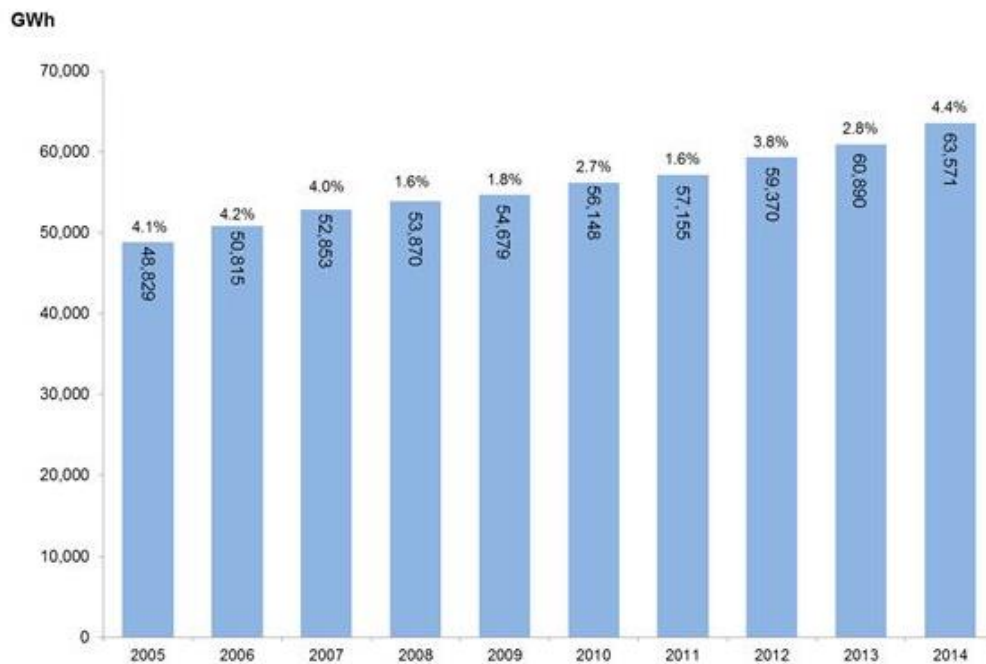
Energía osmótica o azul: Es la energía obtenida por la diferencia en la concentración de la sal entre el agua de mar y el agua de río. El residuo en este proceso es únicamente agua salobre. Esta fuente de energía renovable presenta un gran potencial en regiones con ríos caudalosos. (Fuente: <https://es.wikipedia.org>).

## 11. DESARROLLO DEL TRABAJO

### 11.1. DEFINIR DEMANDA ENERGÉTICA NACIONAL, OFERTA ACTUAL Y PROYECCIÓN DE CONSUMO EN COLOMBIA.

#### 11.1.1. DEMANDA ENERGÉTICA NACIONAL

En Colombia durante los últimos 10 años se alcanzó el mayor crecimiento de demanda de energía, con un promedio anual de (4.9%), con un consumo total de 63.571 GWh, este aumento fue impactado por el crecimiento de la demanda de los usuarios regulados (tales como hogares y pequeños negocios), con una variación total del 6 %; por otro lado el grupo de no regulados (tales como industrias), crecieron un 3,4% principalmente por el aumento de la exploración petrolera antes del 2014, consumo que es directamente proporcional al desempeño económico del país, ya que una mayor demanda implica un aumento en la actividad productiva. (UPME, 2015)



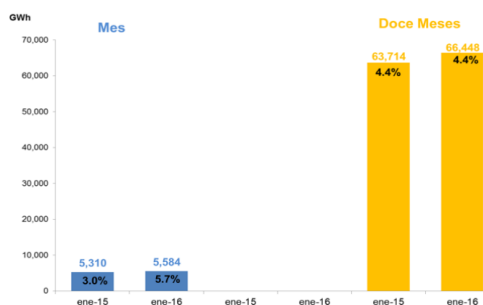
Gráfica 1 - Comportamiento de la demanda de energía en Colombia de los últimos 10 años

La empresa operadora del sistema interconectado Nacional, informa que en Enero se produce un incremento de la demanda eléctrica del 5.7%. con respecto al mismo mes de 2015. Este alto crecimiento, que es igual al de diciembre pasado, se ubica cerca al escenario medio de consumo proyectado por la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME –.

	ene-15	ene-16	Crec.	Participación
<b>Regulado</b>	3,562.7	3,795.1	7.0%	68%
<b>No Regulado</b>	1,722.4	1,766.6	3.3%	32%
Industrias manufactureras	743.3	758.5	3.5%	42.9%
Explotación de minas y canteras	404.9	417.3	3.0%	23.6%
Servicios sociales, comunales y personales	148.0	141.4	-4.1%	8.0%
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	118.9	119.8	1.3%	6.8%
Electricidad, gas de ciudad y agua	39.4	42.4	7.9%	2.4%
Transporte, almacenamiento y comunicación	24.9	30.0	21.3%	1.7%
Agropecuaria, silvicultura, caza y pesca	49.1	53.2	9.6%	3.0%
Establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios a las empresas	91.6	92.4	1.7%	5.2%
Construcción	102.2	111.6	9.5%	6.3%

Tabla N° 1. Participación y crecimiento por sector regulado y no regulado

En tabla se observa el comportamiento de la demanda energética los últimos años, después de la crisis energética del país por los cambios climáticos como el fenómeno del niño, donde el grupo de Regulados alcanza un crecimiento del 7% principalmente por el sector agropecuario, caza y pesca de 9,6% y construcción con 9,5%, ambos representan el 9,3% de participación; Por otro lado el grupo de No Regulados alcanza un crecimiento de 3,3% principalmente por las industrias manufactureras y explotación de minas y canteras con 3,5% y 3,0% correspondientemente; ambos componen el 66,5% de participación, porcentaje corresponden al consumo en zonas cálidas del país como Meta (21%), Caquetá 19%, Guaviare 18%, Tolima 14%, Arauca 12%, Putumayo 12%, Huila 10% y la Costa Atlántica 9%.



Gráfica N°. 2. Comportamiento de la demanda de energía en Colombia.

### 11.1.2. OFERTA ENERGÉTICA NACIONAL

Actualmente en Colombia, la potencia total instalada para la generación eléctrica tiene un alto componente hidroeléctrico, (63.2% hidroeléctrica, 32.3% térmica, de los cuales 63% es con gas natural, 22% con carbón y 15% con combustibles líquidos), como se muestra en la siguiente tabla: (UPME, 2015)

Capacidad efectiva neta (MW) - 2009		
	MW	Participación
<b>Hidráulica</b>	<b>8,525.0</b>	<b>63.2%</b>
<b>Térmica (1)</b>	<b>4,362.0</b>	<b>32.3%</b>
Gas	2,757.0	
Carbón	984.0	
Fuel - Oil	434.0	
Combustible	187.0	
ACPM	0.0	
<b>Menores</b>	<b>573.8</b>	<b>4.3%</b>
Hidráulica	472.0	
Térmica	83.4	
Eólica	18.4	
<b>Cogenerador</b>	<b>35.0</b>	<b>0.3%</b>
<b>Total SIN</b>	<b>13,495.8</b>	

(1) Combustible declarado ENFICC

Tabla N°. 2. Capacidad efectiva neta

El 63,2% de participación de la energía hidráulica corresponde a 8.525 MW, con formado principalmente por las pequeñas centrales hidroeléctricas que proveen al país y las microcentrales hidroeléctricas de las industrias.

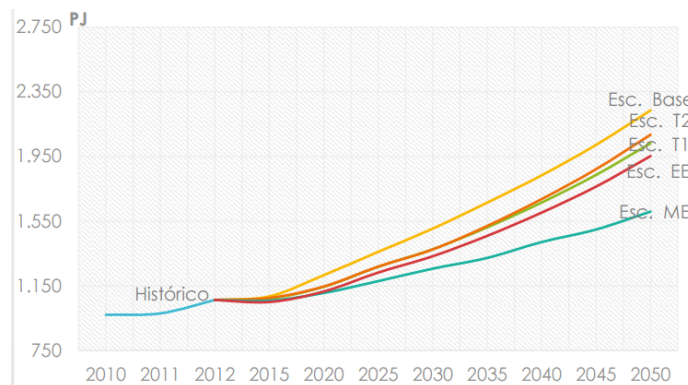
Seguido por la generación eléctrica Térmica con 32,3% de participación correspondiente a 4362 MW, compuesta en gran medida por gas, carbón combustible y ACPM.

La generación de electricidad en años secos es de aproximadamente 55% hídrica, 40% térmica y 5% menores, cogeneración, mientras que en años húmedos es de 80% hídrica, 15% térmica y 5% menores, cogeneración. Lo anterior muestra que la generación de electricidad en el país, es muy sensible a los cambios climáticos que implican reducción o aumento de la precipitación en las zonas en donde se ubican los embalses. El fenómeno climático que más ha afectado al sector en el pasado es la secuencia de eventos el Niño y la Niña, hasta el punto que en el Niño de los años 91 y 92 que tuvo una duración e intensidad sin precedentes provocó racionamiento del 15% en el SIN con consecuencias económicas y sociales desastrosas.

### 11.1.3. PROYECCIÓN DE CONSUMO NACIONAL

Basándonos que el sector energético predominante de la electricidad, se proyecta que la penetración de energía solar hacia el año 2050 es de 0,5% y 1,7% de sistemas eólicos, tomando participación de las hidroeléctricas.

Para los sectores No regulados, tales como industriales y agrícolas hacia el 2030 se estiman aumentos de consumo aunque de eficiencia de sus procesos mejoren, tomando un 25% al 2030 y 30% al 2050.



Gráfica N°. 3. Demanda final de todos los sectores de Consumo (Tipos de escenarios T1: Tecnológicos ; T2: Fuentes no convencionales ; EE: eléctrico ; ME: Industrial)

La gráfica nos muestra que las proyecciones al año 2050, se evalúa el comportamiento de el escenario Base, donde el crecimiento anual de la economía es del 4,6% anual desde 2014 hasta 2030, y de 3,5% de 2031 a 2050. Se observa un aumento casi que lineal a partir del año 2015 hasta el 2050, aumentando casi un 200% el consumo de energía en Colombia.

## 11.2. EVIDENCIAR LA INTRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE DIFERENTES TIPOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y OTRAS TECNOLOGÍAS EN COLOMBIA.

### 11.2.1. TIPO DE ENERGÍA ALTERNATIVA

Fuentes que producen energías alternativas en Colombia.

Las energías alternativas, son recursos naturales que existen en el planeta tierra, pudiéndose disponer de estos de manera gratuita en algunos casos y de manera permanente; las fuentes de estas energías en la mayoría de los casos van a implicar el uso de nuevas tecnologías, entre estas energías encontramos: energía solar energía Eólica, energía de la biomasa, energía de los océanos, energía hidráulica y geotérmica.

Hacer el cambio del sistema energético actual es una labor de muy largo plazo y en algunos casos genera resultados marginales, la actividad económica año a año es impactada fuertemente por la tendencia a invertir en tecnologías renovables dadas las metas de reducción de impacto ambiental y los apoyos gubernamentales. Se pretende realizar una referencia proyectando a corto plazo sobre la tendencia del mercado respecto al rumbo del sector energético relacionado a la oferta tecnológica.

En cuanto al costo de las energías alternativas, estas aun no son tecnologías maduras, por lo tanto el costo de generación no son competitivas comparado con otras fuentes convencionales. Entre estas alternativas se puede que observar las energías más utilizadas en Colombia:

#### HIDRÁULICA.

Según la demanda, en Colombia existen 3 tipos diferentes de centrales hidráulicas, Las Microcentrales que tienen una capacidad instalada entre 10 y 100 kW, operación a filo de agua, las Minicentrales tiene una capacidad instalada entre 100 y 1000 kW, a filo de agua y las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) tienen una capacidad instalada entre 1.000 y 20.000 kW, a filo de agua, todas son aplicables tanto en zonas no interconectadas como en zonas interconectadas.

Esta tecnología es la más eficiente generando electricidad, que de manera comparativa corresponde al 50% del costo de la nuclear; 40% del costo de energías fosiles y 25% de los costos de uso de gas natural;

En Colombia se seleccionó una planta de 5 MW. Los parámetros de evaluación se dan en la tabla siguiente.

Característica\ Tipo	Picocentrales	PCHs SIN	PCHs SIN	Territorios Nacionales
Potencia Instalada	300 kW	5.000 kW	14,500 kW	2,000 kW
Inversión US/kW	1.300	2.700	1.800	5.000 - 7.000
Vida Útil Equipos	20 años	30 años	30 años	25 años

Tabla N°. 3. Costos PCHs Colombia

#### EOLICA.

Están formadas por un conjunto de hélices, de entre 10 y 30 metros de longitud, las cuales están adosadas a un eje y su movimiento hace girar un generador o un motor, para producir electricidad la cual es almacenada o entregada directamente a la red. Los aerogeneradores frecuentemente usados son los de eje tipo horizontal, los cuales se clasifican según su potencia pequeños (<100 kW), se emplean es sistemas aislados o miniredes y grandes (>100 kW) se emplean en sistemas interconectados a la red

(Fuente: [www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/analisis\\_local\\_y\\_mundial\\_de\\_tendencias\\_en\\_generacion\\_distribuida.pdf](http://www.cidet.org.co/sites/default/files/documentos/uiet/analisis_local_y_mundial_de_tendencias_en_generacion_distribuida.pdf)).

Sistema	EEo 0,3 kW	EEo 100 kW	EEo 10 MW	EEo 100 MW
2010	38.62	22.02	7.57	6.47
2015	35.79	20.50	6.75	5.74
2020	33.61	19.41	6.11	5.19

Tabla N°. 4. Costo presente y proyectado de la generación de energía eólica (USD/KWh).

Se puede constatar cómo le energía eólica iguala en algunos casos los costos de generación de carbón y gas natural; solo hasta mediados del 2012 la energía eólica fue completamente competitiva contra fuentes convencionales como lo es el carbón.



Los costos de la energía eólica mar adentro han venido decreciendo paralelamente su eficiencia ha aumentado, lo cual se combina para generar aumentos en instalaciones, inclusive en regiones del país que no cuentan con subsidios ni apoyo gubernamental.

## FOTOVOLTAICOS

Son paneles que absorben energía solar, donde los fotones entran en contacto con los electrones y producen corriente eléctrica DC.

Inicialmente la generación de electricidad con energía solar empleando sistemas fotovoltaicos ha estado siempre dirigida al sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de Operación y Mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resulte más económica en el largo plazo y confiable.

La energía solar fotovoltaica está considerada, como la fuente renovable de más reciente aparición, estos módulos son construidos principalmente de silicio monocristalino y policristalino

Muchas empresas comenzaron a instalar sistemas para sus servicios, convirtiéndose en sistemas esenciales para las telecomunicaciones. Según un estudio realizado, entre 1985 y 1994 se importaron 48 499 módulos solares para una potencia de 2.05 MWp. De estos 21 238 módulos con una potencia de 843.6 kW en proyectos de telecomunicaciones y 20 829 módulos con 953.5 kWp en electrificación rural.

Costos de capital (\$/kW)				
Capacidad del sistema	50 W	300 W	25 kW	5 MW
Equipos	6,668	6,668	4,785	4,504
Obras civiles	0	0	980	980
Ingeniería	0	0	200	200
Instalación	0	0	700	560
Margen de contingencia	700	700	700	680
Total	7,368	7,368	7,365	6,924

Tabla N°. 5. Costos de capital de las diferentes configuraciones

Capacidad de los sistemas	50 W	300 W	25 kW	5 MW
Costo nivelado de la inversión	44.25	44.25	41.67	39.18
Costos fijos O&M	3	2.5	1.5	0.97
Costos variables O&M	12	8	7	0.24
Costos de combustible	0	0	0	0
Total	59.25	54.75	50.17	40.39

Tabla N°. 6. Costo nivelado (cU\$/kWh)

la cantidad anual de equipos instalados aumentó (de 31 GW en 2012 a 39 GW en 2013), sus costos si han venido decreciendo en forma permanente, siguiendo con este análisis comparativo observamos los costos de tecnologías de generación eléctrica.

Carbón.	6.3-9.5 centavos de dólar/Kwh
Gas natural	14.4-9.0
Nuclear	10.2-14.2
Biomasa	8-12
Hidráulica	2.4-8.7
Fotovoltaica	25.6-50.6
Viento	4.05-6.25

#### 11.2.1. OTRAS TECNOLOGÍAS

Tecnologías utilizadas en la generación distribuida, en la generación distribuida se puede encontrar múltiples fuentes de energía para llevar a cabo el proceso de generación de electricidad a partir de los recursos naturales y por medio de combustibles.

Energía Oceánica

Línea mareomotriz

La energía renovable se obtiene a través de la energía cinética y potencial, aprovechando los movimientos de las olas de mareas, movimientos producidos por los desplazamientos ocasionados por las diferentes posiciones de la tierra y la luna.

Inicialmente se implementó en Francia hacia el año 1799, pero los altos costos de operación, instalación y mantenimiento no han dejado desarrollar este tipo de tecnología; el principio parte del agua al pasar por un canal, haciendo que se accione la hélice de la turbina y esta al girar mueve un generador que produce electricidad.

## 12. CONCLUSIONES

En Colombia hay mucho camino avanzado en cuanto a fuentes de energía no convencional, correspondiendo un promedio de 70 % hidráulica, 30 % térmica y 0,6 % principalmente para la generación de energía eléctrica; esto ha posicionado a Colombia como uno de los sistemas eléctricos ambientalmente más sostenibles del mundo.

Se evidencia que actualmente la fuente de producción energética a partir de centrales hidroeléctricas ofrece una solución limpia y confiable, y con precios eficientes y metas de eficiencia energética, para la mayoría del sector rural y urbano manteniendo un rango de precios entre (2.4-8.7 Cent de Dólar por Kwh).

Colombia al ser un país que depende en su mayoría de agua, los fenómenos de cambio climático como El Niño o La Niña afectan el sistema por abundancia o por escasez. De esta manera es muy sensible a cambios climáticos que implican reducción o aumento de la precipitación en las zonas en donde se ubican los embalses, momentos donde el país se ve obligado a prender las centrales térmicas, Según las proyecciones de cambio climático, estos fenómenos serán cada vez más intensos. Por eso es urgente diversificar la matriz eléctrica utilizando fuentes no convencionales de energía renovable; en este punto es cuando mayor aprovechamiento de la energía eólica se puede obtener.

Se evidencia buena disposición del gobierno Colombiano por impulsar energías renovables no convencionales con la implementación de la Ley 1715 de 2014, el cual busca diversificar la matriz eléctrica apuntándole a la inclusión de las renovables, por medio de incentivos tributarios a quienes deseen desarrollar estos proyectos y ventas de excedentes para proyectos de autogeneración.

Se estima que la demanda energética tras la firma del acuerdo de paz se dará mayor crecimiento económico y aplicación de políticas de impulso a las fuentes No convencionales de energía, lo que implica un mayor desarrollo rural, aumentando la participación de la biomasa.

### 13. Reseña Bibliográfica

Cadena, Á. I. (2009). *“Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia.* Bogotá.

CONSORCIO ENERGÉTICO CORPOEMA . (2010). *FORMULACIÓN DE UN PLAN DE DESARROLLO PARA LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN COLOMBIA (PDFNCE)* . Bogotá.

Duque, W. A. (2006). *¿Es la biogasolina una alternativa ambiental en Colombia?* Bogota: Ingeniería.

Murcia, H. R. (2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas* . Bogota: Dossier.

Ochoa, C. M. (2012). *La valoración de proyectos de energía eólica en Colombia bajo el enfoque de opciones reales.* Medellin.

Rincon, M. A. (2008). *Los agrocombustibles: ¿Solo canto de sirenas? Analisis de los impactos ambientales y sociales para el caso Colombiano.* Bogota.

UPME. (2015). *PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA.* Bogota D.C: Ministerio de minass y energia.

zapata, C. M. (2005). *Fuentes alternativas de generacion de energia, incentivos y mandatos regulatorios una aproximacion teórica al caso Colombiano.* Bogota: Energética.