

Las energías alternativas ¿Una oportunidad para Colombia?

María Giraldo, Raúl Vacca, Andrés Urrego

Octubre de 2017

Politécnico Grancolombiano

Especialización en gestión empresarial

Artículo opción de grado

Las energías alternativas ¿Una oportunidad para Colombia?

Resumen:

Este artículo aporta elementos de análisis sobre la posibilidad de desarrollar energía renovable en nuestro país a partir de la bibliografía científica, con el objetivo de analizar las oportunidades de negocio que tiene Colombia para invertir en energías renovables alternativas, la identificación de las fuentes de generación a partir de energías alternativas y de las oportunidades de negocio derivadas de la generación de energía con fuentes no convencionales. El documento está dividido en nueve secciones: las tres primeras secciones presentan una explicación de los tipos de fuentes de generación de energía, las energías convencionales y alternativas y su importancia. La cuarta sección hace un análisis de costos y beneficios tecnológicos. De la quinta a la octava sección se focaliza en Colombia, revisando la composición de la generación, la aplicabilidad de las energías alternativas, la conveniencia de la transición de energía convencional a fuentes no convencionales y las oportunidades de negocio con el uso de energías renovables no convencionales. La novena sección presenta las conclusiones.

Palabras Claves: Energía, energía renovable, energías alternativas.

Abstract:

This article provides elements of analysis on the development of renewable energy in Colombia from scientific literature, with the aim of analyzing the business opportunities to invest in alternative renewable energies. The document is divided into nine sections: the first

three sections present an explanation of the types of sources of energy generation, conventional and alternative energies and their importance. The fourth section makes an analysis of technological costs and benefits. From the fifth to the eighth section focuses on Colombia, reviewing the composition of the generation, the applicability of alternative energies, the convenience of the transition of conventional energy to unconventional sources and business opportunities with the use of renewable energy not conventional the ninth section presents the conclusions.

Key words: Energy, renewable energy, alternative energies.

Introducción:

En Colombia el 70% de la generación eléctrica depende de la generación hidráulica, gracias a la gran riqueza hídrica del País, Sin embargo, hoy en día la realización de grandes proyectos hidroeléctricos se ha convertido en una tarea casi que imposible por el impacto ambiental y la gran cantidad de obstáculos que deben superar para su construcción. La tendencia mundial de generación de energía eléctrica esta enfocándose en las tecnologías que garantizan la sostenibilidad de nuestro planeta y por efecto directo los costos de las nuevas tecnologías han empezado a competir con las soluciones tradicionales.

Metodología:

En primer lugar se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Google academic, Scielo, Redalyc y Dialnet, limitándose a los idiomas inglés y castellano y usando como descriptores los siguientes términos: negocios, oportunidades económicas y energías

alternativas en Colombia. Los registros obtenidos oscilaron entre 1.300 y 56 registros tras la combinación de las diferentes palabras claves.

Finalmente hemos incluido veintinueve artículos publicados en los últimos diez años, desde el año 2007 hasta 2017, el resto son revisiones bibliográficas acerca de la evolución, costos, beneficios y perspectivas futuras de las energías renovables que vimos conveniente incluir.

Desarrollo:

Tipos de fuentes generación de energía: La evolución de la civilización actual está atada al aprovechamiento de fuentes de energía no renovable, las cuales históricamente tuvieron como origen los combustibles fósiles tales como el carbón, el petróleo y gas natural, de ahí hemos visto las consecuencias ambientales de manera negativa por el exceso de consumo de combustibles y la gran preocupación por optimizar la eficiencia en la extracción, transporte, consumo y conservación de los recursos energéticos que nos llevaron a la búsqueda de fuentes renovables.

En el artículo Energías Renovables y Conservación de Energía (Badii, Guillen & Abreu, 2016; pag 142) ratifican la total dependencia del sol para la supervivencia del planeta tierra.

“El 99% de la energía que calienta el planeta y nuestros edificios proviene del sol y no cuesta. Sin la energía solar o capital solar, la temperatura promedio del planeta sería cerca de -240 °C (-400°F) y no existiría la vida tal como la conocemos. Esta entrada directa de energía solar también produce otras formas indirectas de energía solar renovable como el viento, la

fuerza hidroeléctrica con el agua que cae y fluye y la biomasa con la energía solar convertida en energía química.”

Tipos de energías renovables: La consideramos como energía limpia, es decir que excluye cualquier tipo de contaminación, nace de los recursos naturales renovables conocidos como el viento, agua y sol. Hoy en día aún tienen elevados costos tecnológicos, quiere decir que la mayoría de ambientes de energía renovable se encuentran en regiones desarrolladas, con la capacidad económica de realizar una inversión en esta clase de tecnología y su desarrollo.

La energía hidroeléctrica se define como el aporte de las energías renovables a la situación energética mundial (Farrerons, Olmedo, Caldú y Martínez, 2012).

Energía hidroeléctrica: Depende del recurso hídrico de una región, aquellas que tengan gran cantidad de agua y una economía que permita desarrollar la infraestructura necesaria, se beneficiará de este tipo de energía. Debemos tener en cuenta que aunque se trate de una energía de origen renovable, es una tecnología antigua y consolidada mayor al resto de las energías renovables actuales.

Energías renovables alternativas: Las energías renovables alternativas son el producto del desarrollo tecnológico que permite aprovechar las fuentes no convencionales y reemplazar las utilizadas desde hace mucho tiempo atrás.

El uso de la energía hidroeléctrica a pequeña escala también constituye una fuente de energía alternativa conocida como Pequeñas Centrales Hidroeléctrica (PCH).

La energía eólica, la energía a partir de la biomasa y la cogeneración están definidas en “Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia (García, Corredor, Calderón, Gómez, 2013, pg. 46 - 47).”

“Energía Eólica: Este tipo de centrales usan el viento como fuente de energía, por lo que es necesario ubicarlas en zonas en donde las condiciones geográficas y del viento sean adecuadas para garantizar el máximo rendimiento posible. Los molinos recogen la fuerza del viento (en sus aspas) y un generador se encarga de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.”

“Biomasa/Cogeneración: La biomasa obtiene su energía a partir del sol cuando las plantas están en crecimiento. Las plantas convierten la energía solar en energía química en el proceso de fotosíntesis. Esta energía se libera en forma de calor cuando la biomasa es quemada. El calor producido en el proceso, se usa para calentar agua y generar vapor que hace girar una turbina para crear electricidad. En algunos casos, la biomasa es quemada en combinación con carbón y se usa para reducir las emisiones de la producción de carbón tradicional.”

La energía solar la describe en Energías Renovables y Conservación de Energía (Badii, Guillen & Abreu, 2016; pag 142).

“Energía solar: Mayoría de la energía renovable se deriva directamente o indirectamente desde el sol. Se puede usar la energía solar de forma directa para calentar e iluminar los edificios, para generar electricidad y para calentar el agua, enfriar solar y una variedad de usos comerciales e industriales. El calor del sol también dinamiza los vientos cuya energía se captura por las turbinas del viento. El viento y el calor del sol ocasionan la evaporación del agua.”

En su artículo Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas (Humberto Rodríguez Murcia, 2009, pag 2) explica las ventajas y desventajas de la energía solar.

“Energía solar: La energía solar —esto es la energía radiante del sol recibida en la tierra— es una fuente de energía que tiene varias importantes ventajas sobre otras y que, para su aprovechamiento, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas se destacan principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de polución. Pero, para su utilización, es necesario tener en cuenta su naturaleza intermitente, su variabilidad fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia. Estas dificultades conllevan entonces la necesidad de transformarla a otra forma de energía para su almacenamiento y posterior uso.”

La energía renovable como un negocio rentable: El incremento de la demanda de energía es dramático, la figura 1 presenta el crecimiento en Latinoamérica con un panorama temporal de 60 años donde e los primeros 25 años el crecimiento fue del 217% y para los siguientes 35 años se espera que sea del orden del 547%.

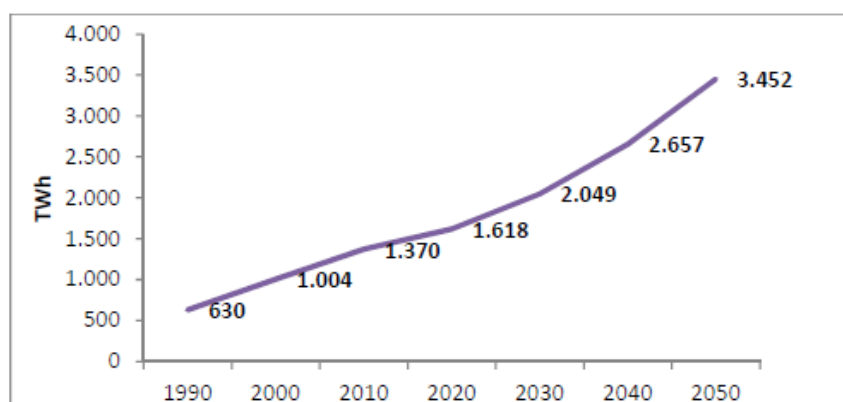


Figura 1. Demanda de energía eléctrica en Latinoamérica 1990 – 2050.

Rethinking Our Energy Future (Vergara, Alatorre, Alves, 2013, pag7)

Para poder atender esta demanda de manera sostenible se requieren acciones en dos frentes: la primera es racionalizar el uso de la energía mediante la concientización de la sociedad y el uso de tecnologías en los aparatos de consumos masivo para hacerlos más eficientes y de

otra parte la utilización sostenible de los recursos energéticos empleando nuevas fuentes como las energías alternativas.

La implementación de estas nuevas tecnologías tiene una gran aceptación a nivel mundial, año tras año se aumentan las inversiones en ese sector de energía renovable y ha conllevado a aumentar la potencia instalada de cada una de ellas.

“En la siguiente tabla se agruparán los indicadores más relevantes de las energías renovables a nivel mundial que demuestran la positiva evolución que tienen estas tecnologías:

Tabla 1. Principales indicadores de las energías renovables.

Indicador	Unidad	2009	2010	2011
Inversión anual en energías renovables	Billones USD	161	220	257
Capacidad total de energías renovables (sin incluir la hidráulica)	GW	250	315	390
Capacidad total de energías renovables (incluyendo la hidráulica)	GW	1.170	1.260	1.360
Capacidad total de energías solar fotovoltaica	GW	23	40	70
Capacidad total de energía solar térmica por concentración	GW	0,7	1,3	1,8
Capacidad energía eólica	GW	159	198	238
Producción de Etanol	Billones de litros	73,1	86,5	86,1
Producción de Biodiesel	Billones de litros	17,8	18,5	21,4

Tomada de El aporte de las energías renovables a la situación energética mundial (Farrerons et al, 2012, pag 51).”

“...Tal y como se ve en la tabla anterior, la inversión en energías renovables a nivel mundial aumenta anualmente, así como la potencia instalada de cada una de ellas y la producción de biocombustibles. Pese a este aumento, este tipo de energía aun representa una fracción casi

inapreciable en el mix con la energía convencional, por lo que debe ir afianzándose año tras año ganando paulatinamente importancia en la producción de energía.”

Adicionalmente esta situación se ratifica en Latinoamérica en el “Análisis del mercado de energías renovables en América Latina (Amin, 2016, Pág. 3.),” en el que el Director General del IRENA plantea cómo el mercado de energía renovable de la región tiene gran dinamismo en el mundo, apoyado principalmente en la energía hidroeléctrica y en los biocombustibles líquidos, gracias a la determinación de Brasil por diversificar su mix de combustibles para el transporte.

Desde el 2004 la inversión en energías renovables (excluyendo la energía hidroeléctrica), se ha multiplicado por 11 en la región, comparado con seis a nivel mundial. Las tendencias de la inversión avalan la rápida evolución del mix energético de región hacia un conjunto de tecnologías y países más diversificados. Para el año de 2015, México y Chile se sumaron a Brasil en la lista de los 10 principales mercados de energía renovable del planeta.

Es necesario asegurar el suministro de energía ya que influye notablemente en la diversificación energética, promueve el desarrollo de energía alternativa en América Latina, buscando minimizar los efectos económicos negativos por la dependencia de combustibles fósiles y el impacto de eventos climáticos que influyen en la generación hidráulica, así como la disminución del uso del carbón.

Estas iniciativas se han visto apoyadas por los desarrollos tecnológicos que han producido una disminución drástica de los precios ofertados en las subastas de energía solar y de manera similar está sucediendo con la energía eólica, “como se puede apreciar en la figura 2:

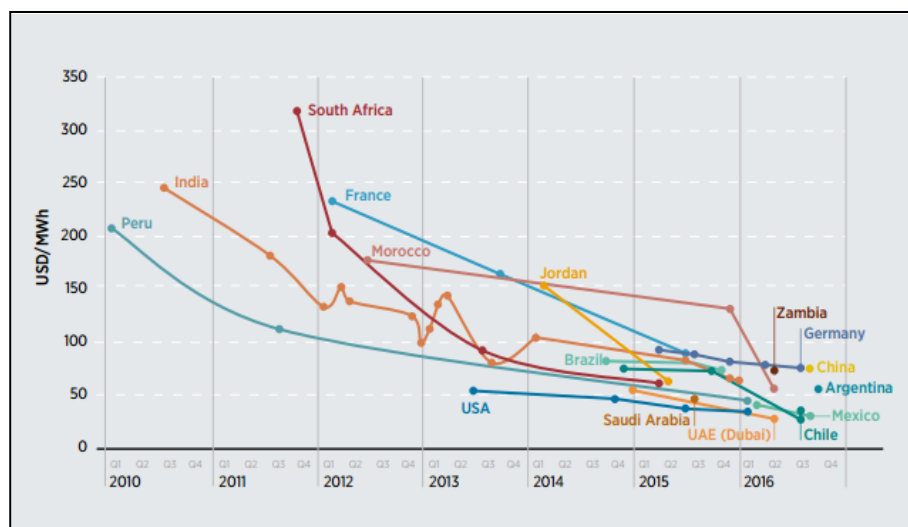


Figura 2. Evolución del precio promedio de energía solar en subastas.
Renewable energy auctions analysing 2016 (Irena, 2016, pág 9)”

Fuentes de energía en Colombia: Colombia es un país con recursos energéticos muy diversos, pero poco desarrollados y concentrados a nivel de generación con un 69% en energía hidroeléctrica, seguida por un 10% de energía térmica a base de gas y 9% de energía térmica a base de carbón “como se observa en la figura 3.

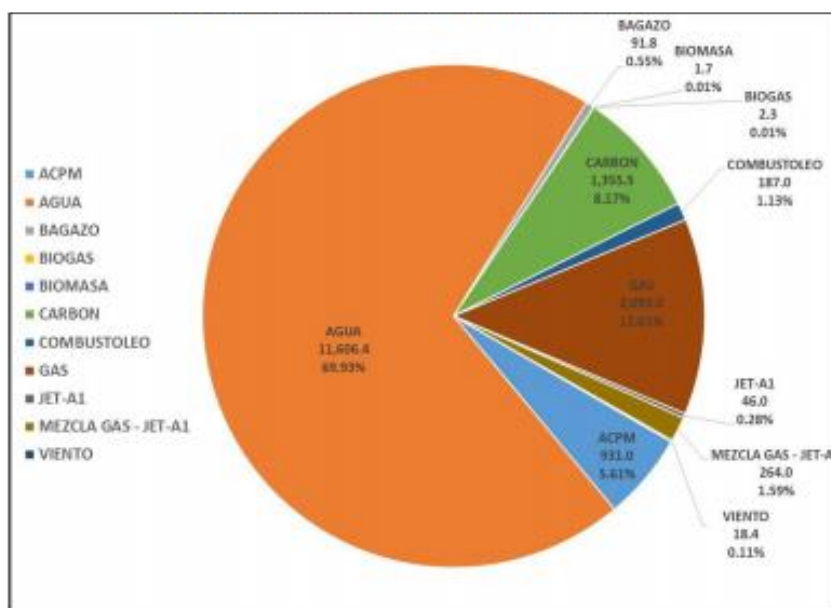


Figura 3. Participación por tecnología en la matriz eléctrica colombiana

Informe de variables de generación y del mercado eléctrico (Upme, 2016, pag 1).”

Energías Alternativas en Colombia: Colombia tiene grandes ventajas a nivel energético por su ubicación sobre la línea ecuatorial y su variedad de clima y ecosistemas los cuales favorecen la generación de energía desde sus fuentes alternativas derivadas del viento, sol y residuos de arroz, plátano, caña de azúcar y aceite de palma.

La energía eólica presenta un gran potencial para Colombia en La Guajira y la costa del Caribe, los Santanderes, algunas zonas de Risaralda y el Tolima; el Valle del Cauca, Huila y Boyacá cuentan con recursos de gran aprovechamiento de Sur América.

Los vientos de la Guajira en todo el año alcanza velocidades promedio de 9 m/s (a 80 m de altura), y su dirección constante este-oeste representan un potencial energético que se transforma en una capacidad instalable del orden de 18 GW eléctricos, casi 1,2 veces la capacidad de generación instalada en el SIN a diciembre de 2014 (15.465 MW). “El potencial de toda la región Caribe colombiana ascendería a una capacidad instalada de 20 GW. El poder del viento (Alvaro Pinilla, 2008, pág 68).”

Hoy se cuenta con el proyecto del parque eólico de Jepirachi el cual representaría (19,5 MW de capacidad nominal), debido a la ausencia de infraestructura eléctrica para sacar la energía producida hacia el interior del país, la ausencia de normatividad y regulación que sea viable en la participación de este tipo de energía.

El recurso eólico en La Guajira podría sustituir al gas natural para la generación de energía eléctrica y la generación de energía por las empresas que operan con gas y líquidos en la región del Caribe. La complementariedad de la energía eólica con la hídrica, se basa en la disposición

todo el año de vientos versus la precipitación volátil por el clima como el fenómeno del Niño y los tiempos cíclicos naturales de las lluvias y las sequías.

En cuanto a “Energía solar en Colombia. Durante el año de 1992, el antiguo HIMAT y el INEA realizaron el primer Atlas de radiación solar de Colombia, tomando series anuales durante el periodo de 1980 a 1990, de 203 estaciones. Colombia tiene una irradiación promedio de 4,5 kWh/m² /d (UPME, IDEAM, 2005), la cual supera el promedio mundial de 3,9 kWh/m² /d. Las zonas del país como La Guajira y la Costa Atlántica presentan niveles de radiación por encima del promedio nacional que pueden llegar al orden de los 6,0 kWh/m² /d, recurso comparable con algunas de las regiones con mejor recurso en el mundo como es el caso del desierto de Atacama en Chile o los estados de Arizona y Nuevo México en Estados Unidos. El poder del viento (Alvaro Pinilla, 2008, pág 68).”

El potencial solar en Colombia es alto, y su gran ventaja es que la radiación solar es uniforme durante el año, el área del Magdalena, San Andrés y Providencia y la Guajira son las de mayor radiación, luego están las zonas del oriente y sur del país.

Por otra parte la disminución en costos de las celdas solares fotovoltaicas, conllevan a su competitividad el mercado minorista de energía eléctrica, en especial a niveles comercial y residencial.

Mediante el desarrollo y generación en masa de pequeños sistemas de autogeneración distribuida se pueden lograr impactos de manera positiva, como permitir a los usuarios generar su propia energía, minimizando el riesgo a estar sometidos a cierta volatilidad e incremento en los costos de electricidad.

De otra parte la Ley 1715 de 2014 introduce la posibilidad de “manejar un esquema de créditos para sistemas de autogeneración de pequeña escala, este nuevo escenario seguro propiciará el desarrollo de un mayor número de proyectos dado que la entrega de excedentes representará ahorros o eventualmente ingresos al usuario que harán económicamente más atractiva su inversión es este tipo de sistemas.”

La generación total partiendo de la biomasa fue de 62.200 GWh de electricidad producidos en 2013 en Colombia, unos 804 GWh, el 1,3%, usando el bagazo de caña de azúcar; para la producción de calor en la industria, se representa por la leña, el carbón vegetal, la palma de aceite y el arroz, utilizados generalmente para producción exclusiva de calor, representa un 11% del total de energía final utilizada por tal sector de consumo aproximadamente.

Las demás fuentes de energías alternativas en Colombia como la geotérmica, mareomotriz, entre otras son de muy bajo interés y no se prevé un desarrollo tan importante como el de las demás fuentes alternativas que ya se han analizado.

Conveniencia de la transición en Colombia: Vale destacar los beneficios económicos de conservación de energía que se señalan en el artículo Energías renovables y conservación de energía (Badii et al, 2016, pg. 147 – 148).

“Aunque el énfasis se hace para el caso mexicano bien podrían tomarse estos elementos para el estudio de este tipo de energías en Colombia:

1. Reducción de dependencia en los recursos energéticos no renovables: Basado en la cantidad conocida de las reservas energéticas y el consumo actual de estos combustibles se estiman que los combustibles de tipo de petróleo y de gas natural se terminarán en el presente siglo y solamente, el carbón puede durará hasta un par de siglos más.

2. Seguridad nacional y dependencia: La conservación de energía incrementa la seguridad nacional y reduce la dependencia en las fuentes extranjeras.

3. Estabilidad económica: La conservación de energía protege la economía y los consumidores en contra de las posibles fluctuaciones en el precio y la interrupción en el servicio debido a los desastres naturales y otros tipos de desastres.

4. Búsqueda de nuevas fuentes de energía: El creciente demanda para la electricidad y el gas natural requiere la capacidad de encontrar nuevos suministros y fuentes de energía, además, la mayoría de los nuevos suministros requieren mayor cantidad de dinero para invertir lo cual ocasiona aumento en el precio de los combustibles.

5. Economía local: El uso eficiente de energía por la población y el Estado apoya a la economía local y reduce la dependencia en las fuentes extranjeras de petróleo y el gas natural.

6. Economía doméstica: Los programas de uso eficiente de energía proveen mejoras domesticas que a su vez incrementan el confort y bien estar y esto consecuentemente, ocasiona incremento económico en el valor para los dueños de los hogares y también para los negocios.

7. Costos y financiamiento: la inversión es más alta que en el caso de tecnologías convencionales. Así como la falta de un financiamiento especial con intereses muy bajos que estimulen las inversiones.

8. La energía convencional: la posición dominante de algunos agentes del mercado que al contar con portafolios de tecnologías convencionales que han significado cuantiosas inversiones, dificultan la entrada de nuevas tecnologías que les compitan con posibilidad de llegar a ser más eficientes y costo efectivas.

9. Competencia imperfecta: se requiere desarrollar mecanismos regulatorios que permitan a los agentes pequeños y grandes competir en igualdad de condiciones con estas energías frente a las energías convencionales.

10. Capital humano: la formación, capacidades y experiencia adecuadas. Se requiere contar con personas con conocimientos técnicos y profesionales, en capacidad de difundirlos, multiplicarlos y a la vez implementarlos a través del diseño, estructuración, desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de proyectos, equipos y tecnologías. Programas académicos de formación superior, técnica y universitaria que aborden aquellas tecnologías en vías de desarrollo.”

Con base en los anteriores puntos en el caso Colombiano se evidencia la conveniencia de la transición al uso de energías renovables y especialmente a las energías alternativas. Se puede considerar la estructuración a largo plazo, de una economía que se transforme de la dependencia del petróleo y la energía hidroeléctrica, a una economía que disminuya esa dependencia, con otros recursos energéticos de origen renovable entre los que están la energía eólica, energía solar y la biomasa. Para considerar cómo ir avanzando en esa dirección se pueden mirar los esquemas de países vecinos que ya presentan avances en la materia como México, Brasil y Chile.

Oportunidades de negocio en Colombia: A partir del análisis de la información expuesta a lo largo del presente artículo se evidencia la oportunidad de negocio para los generadores de energía eléctrica, motivada por la necesidad de la diversificación de la matriz energética hacia fuentes sostenibles más eficientes que soporten el incremento de la demanda de energía en los próximos años. Los principales nichos del negocio son la energía eólica, solar fotovoltaica y la producida desde la biomasa.

Indudablemente el cambio en la generación de energía en vía de fuentes sustentables obligadas principalmente por un cambio de mentalidad de los consumidores por su mayor conciencia medio ambiental y de conservación del planeta y por la disminución de los costos de las tecnologías, como lo es el caso de paneles solares, crean oportunidades para actores que no se encontraban en el mercado comercial y obligan también a pensar en cambios en otros campos como la construcción con edificaciones amigables con el ambiente (diseño bioclimático) y de bajo consumo energético, el transporte con vehículos eléctricos e híbridos, la iluminación natural y el uso de elementos eficientes como los bombillos led, la educación para la formación de nuevas profesiones y especialidades que hoy no existen. Así lo explica el artículo Ciudades sustentables. Retos y oportunidades (Dania González, 2011, pág 70 y 71).

Conclusión:

Con base en la revisión de información y análisis de la misma realizada mediante este artículo, es un hecho que la tendencia hacia las energías renovables es irreversible, por la extinción paulatina de los recursos fósiles y por los efectos negativos que su uso como combustible tienen para el planeta y por la mejora permanente en la relación costo beneficio.

Colombia ya está en el camino de la implementación de estas tecnologías y la generación a través de energías alternativas es cada vez más viable, constituyendo una de las mejores soluciones para detener el cambio climático global, además en Colombia contamos con una gran riqueza de recursos que permiten diversificar la matriz de energía para garantizar la estabilidad del suministro energético.

La inversión en proyectos de energía alternativa tiene grandes impactos en la economía del país y particularmente aporta a: la reducción de restricciones en los recursos energéticos, la seguridad nacional, la estabilidad económica del país, el desarrollo tecnológico en la búsqueda e integración de nuevas fuentes de energía, el impacto en la economía local y la economía de los hogares, la inversión extranjera, la eliminación de posiciones dominantes de algunos agentes del mercado y la generación de empleo.

Adicionalmente la implementación de generación con energías alternativas impacta fuertemente la económica nacional impulsando el desarrollo de nuevos nichos de mercado en el sector residencial y comercial a partir de productos y servicios innovadores en el sector de la construcción, transporte, industria, educación, empleo y salud.

De otra parte se resalta que las acciones emprendidas por el gobierno, hasta ahora no han sido significativas respecto al potencial de recursos y la misma necesidad de diversificación tecnológica para capturar todos los beneficios derivados de la diversidad energética del país y el potencial de desarrollo desde la energía eólica, solar y biomasa para garantizar el crecimiento sostenible del sector energético siendo uno de los elementos para el desarrollo en la economía del país.

Este artículo puede dar origen a la realización de otros análisis complementarios como la revisión de la legislación colombiana actual para transformar en una adecuada orientación de las políticas y la regulación hacia la promoción de la generación a partir de energías alternativas para beneficio de los sectores industrial y residencial.

También se puede desprender otro análisis respecto de la necesidad de mano de obra calificada en Colombia, para las actividades asociadas a las energías alternativas, el nivel de cubrimiento actual y las acciones necesarias a implementar en el área de la educación, la salud y el trabajo.

Lista de referencias

- Altamonte, Hugo, Coviello, Manlio, Lutz, Wolfgang, (2003). Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y perspectivas.
- Arjona Fuentes, Juan Manuel, Hernández Román, Ana, Hidalgo, Luis Amador, (2016). ENERGÍAS RENOVABLES Y DESARROLLO. ANÁLISIS DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL.
- Bueno López, Maximiliano, Rodríguez Sarmiento, Luis Carlos, Rodríguez Sanchez, Patricia Jissette, (2016). Análisis de costos de la generación eléctrica mediante fuentes renovables en el sistema eléctrico colombiano.
- Cadena, Angela Ines, (2008). Fuentes energéticas alternativas.
- Cadena, Angela Inés, (2012). Requisitos y propuestas para el desarrollo de las fuentes de energías nuevas y renovables en Colombia.
- Cadena, Angela, Sergio, Botero, Tautiva, Camilo, Betancur, Luis, Vesga, Daniel, (2008). Regulación para incentivar las energías alternas y la generación distribuida en Colombia.
- Camargo, Luis Alejandro, Arboleda, Maria Nohemi, Cardona Adinson, (2014). Producción de energía limpia en Colombia la base para un crecimiento sostenible.
- Elizalde Carranza, Miguel, (2016). La agencia internacional para las energías renovables: promesa institucional ante los desafíos energéticos del siglo XXI.
- Farrerons Vidal, Oscar, Olmedo Torre, Noelia, Caldú Fogued, Eduardo, Martínez Pérez, Javier, (2012). El aporte de las energías renovables a la situación energética mundial
- García, Helena, Corredor, Alejandra, Calderon, Laura, Gómez, Miguel, (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia.

- Gonzalez Estrada, Tomás, Valencia Marin, Jorge Alberto, (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia.
- Gonzalez, Diana, (2011). Ciudades sustentables. Retos y oportunidades.
- Gualteros, Martha Viviana, Hurtado, Enrique, (2013). Revisión de las regulaciones e incentivos para el uso de las energías renovables en Colombia.
- Guillen, Badii, Abreu JL, (2016). Energías renovables y conservación de energía.
- Irena, (2016). Renewable energy auctions: Analysis 2016 executive summary. IRENA, Abu Dhabi.
- Jiménez Castilla, Tania, (2014). Energías renovables y turismo comunitario: una apuesta conjunta para el desarrollo humano sostenible de las comunidades rurales.
- Maya Ochoa, Cecilia, Hernandez Betancur, Juan David, Gallego Munera, Óscar Mauricio, (2012). La valoración de proyectos de energía eólica en Colombia bajo el enfoque de opciones reales.
- Monroy, Néstor, Aguirre, Alejandro, (2012). El protocolo de Kyoto: ¿Una oportunidad para la industria colombiana?
- Morales Ledesma, Patricia, (2007). El sector energético colombiano y las energías renovables.
- Morales Sánchez, Carlos Fernando, (2011). Calculo de una tarifa de alimentación para instalaciones renovables.
- Ortiz Motta, Diana Carolina, Sabogal Aguilar, Javier, Hurtado Aguirre, Enrique, (2012). Una revisión a la reglamentación e incentivos. De las energías renovables en Colombia.
- Perez Zapata, Jaime, (2017). Identificación y Cuantificación del Potencial de Energía Undimotriz en la costa del departamento del Atlántico, Colombia.
- Pinilla, A., (2008). El poder del viento. Revista de ingeniería. Universidad de los Andes. Bogotá.(28)
- Prías Caicedo, Omar, Montaña, Diana, (2014). Modelo estratégico de innovación para impulsar la gestión energética en Colombia.
- Rodriguez Murcia, Humberto, (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia.
- UPME, (2016). Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano. Subdirección de energía eléctrica. Grupo de generación.
- Vega Clavijo, Lili Tatiana, Prías Caicedo, Omar Fredy, Sierra Vanegas Fabio Emiro, (2016). Matriz de selección de energías alternativas basada en análisis múltiples atributos para conservación de pescado.
- Vergara, Walter, Alatorre, Claudio, Alves, Leandro, (2013). Rethinking our energy future.
- Vergara, Walter, Isbell, Paul, Rios, Ana, Gomez, José Ramón, Alves, Leandro, (2014). Beneficios para la sociedad de la adopción de Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe.