

# Caracterización de los potenciales de Energía Solar y Eólica para la integración de Proyectos sostenibles en Comunidades Indígenas en La Guajira Colombia

## Solar and Wind Energy Potential characterization to Integrate Sustainable Projects in Native Communities in La Guajira Colombia

Edgar OJEDA Camargo [1](#); John Edwin CANDELO Becerra [2](#); Jorge Iván SILVA-ORTEGA [3](#)

Recibido: 07/03/2017 • Aprobado: 03/04/2017

### Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Materiales y métodos](#)
- [3. Resultados y análisis](#)
- [4. Discusión](#)
- [5. Conclusiones](#)
- [Agradecimientos](#)
- [Referencias](#)

#### RESUMEN:

El aprovechar eficientemente el potencial energético solar y eólico para la producción de energía eléctrica es un gran reto mundial. Es más necesario aun cuando se trata de comunidades rurales debido a la falta de proyectos que generen grandes oportunidades como opción de mejora de sus condiciones y sobre todo hacer que estos proyectos sean sostenibles a largo plazo. Este artículo presenta una revisión de los retos actuales en la sostenibilidad energética de comunidades indígenas de la Guajira Colombia y la forma en que pueden realizarse diferentes tipos de proyectos de energía sostenible para mejorar las diferentes necesidades de la población. El estudio se realizó en dos partes principales: la primera fue una consulta a la comunidad sobre las necesidades

#### ABSTRACT:

The efficient use of solar and wind energy has been a great worldwide challenge. Also, it is more necessary when it is required by isolated communities due to the lack of applied projects which promotes innovation, solve problems and guarantee sustainable system in a long term scenario. This paper describe the energy requirements detected in native communities in la Guajira Colombia and propose alternative solutions based in energy applications to improve them in the population. The study was divided in two parts in order to propose possible solution of community's needs: the first was a survey application to the native community which identified priority related to energy consumption and the second one was a characterization of energy

principales y la segunda la potencia sobre el potencial energético de la zona, con el fin de plantear posibles soluciones a necesidades no suplidas para la población. Como resultado del estudio se obtuvo que hay un alto interés de la comunidad por el desarrollo de diferentes proyectos que ayudan a suplir los requerimientos de las comunidades. Se definen diferentes retos para lograr que las comunidades indígenas de esta región sean más sostenibles y que tengan una mayor competitividad por medio de proyectos sustentables. La generación de posibles proyectos tipo se pueden realizar bajo las necesidades actuales que deben cubrirse para cada comunidad.

**Palabras clave:** energía solar, energía eólica, energía potencial, comunidades indígenas, comunidades rurales, sostenibilidad energética.

resources of the area. Results evidenced a high motivation of the community in the development of projects based on their requirements and needs. In the paper describe those challenges to raise the sustainable and competitive level of these communities considering sustainable projects. Finally the paper describe projects that can be realized based on actual needs.

**Key-words:** solar energy, wind energy, potential energy, native communities, rural communities, sustainable energy.

## 1. Introducción

Uno de los aspectos más importantes en el desarrollo del ser humano ha sido el aprovechamiento de diversas formas de transformación de energía en electricidad, mediante el uso de recursos naturales. Este tipo de energías aprovechadas en forma adecuada pueden explotarse de tal manera que pueda lograrse una gran disponibilidad para el uso de las necesidades energéticas de la población. Sin embargo, no todas las poblaciones rurales en Latinoamérica cumplen con los servicios necesarios para el uso de electricidad, y menos de manera confiable. Todavía hay muchas necesidades sin atender y la falta de oportunidades para realizar proyectos hace que la población no tenga un gran crecimiento económico. Este caso en particular se evidencia en poblaciones indígenas en zonas rurales como en la Guajira Colombia, las cuales no cuentan con gran apoyo para un desarrollo sostenible.

Son varias investigaciones que se han centrado en el desarrollo económico que rodea la energía eólica en comunidades rurales (Goodbody, Walsh, McDonnell, & Owende, 2013; Huesca-Pérez, Sheinbaum-Pardo, & Köppel, 2016; Munday, Bristow, & Cowell, 2011). Algunos autores han sugerido que la energía eléctrica puede considerarse parte de un plan para generar riqueza y oportunidades de trabajo para los habitantes de la selva amazónica preservando el medio ambiente (C. S. Andrade, Rosa, & da Silva, 2011). También la instalación de fuentes de energía en áreas rurales ha sido parte de la solución ofrecida para áreas alejadas (Byrnes, Brown, Wagner, & Foster, 2016; Gaona, Trujillo, & Guacaneme, 2015; Nie et al., 2012). Además, otros estudiaron preocupaciones relacionadas con el desarrollo de la energía en las comunidades indígenas en los Estados Unidos (Necefer, Wong-Parodi, Jaramillo, & Small, 2015). En Colombia, algunos autores realizaron un estudio de los diversos actores involucrados en proyectos de sistemas de energías renovables (RES), para identificar y analizar la aceptación política y social, aceptación en el mercado y aceptación de la comunidad (Rosso-Cerón & Kafarov, 2015). Por último, algunos analizaron la viabilidad de la energía fotovoltaica (PV) en las latitudes septentrionales como parte de los sistemas de abastecimiento de energía para los campamentos de nómadas que están muy lejos de las comunidades indígenas dedicadas al pastoreo de renos (Obydenkova & Pearce, 2016).

Todas estas investigaciones tratan de soluciones energéticas para las poblaciones rurales e indígenas. Sin embargo, aún hay muchas inquietudes sobre el apoyo real a cada una de ellas de acuerdo a las necesidades que se requieren cubrir. También si esas necesidades cubiertas por medio de proyectos les permiten una sostenibilidad y si les ha llevado a una transformación. Todas estas son muchas de las preguntas que deben ser estudiadas más a fondo para las comunidades indígenas de diferentes regiones del mundo. Por lo cual el objetivo de este artículo es la identificación de los retos en proyectos de energía solar y eólica de la población indígena de la Guajira Colombia con el fin de hacer que estas comunidades tengan mayores opciones de sostenibilidad.

El resto del documento ha sido organizado como se muestra a continuación: La Sección 2

incluye los materiales y métodos utilizados en esta investigación. La sección 3 contiene los resultados del estudio relacionados con las opiniones de las comunidades encuestadas y los datos resultantes de la revisión de los potenciales energéticos del sitio de estudio. La sección 4 presenta una amplia discusión sobre la posibilidad de implementar proyectos que traigan beneficio a las comunidades. Finalmente, la Sección 5 incluye las conclusiones, las implicaciones y los trabajos futuros que serán de gran importancia para diferentes actores en energías renovables.

## 2. Materiales y métodos

Los pasos que se siguieron en este estudio se presentan en la Figura 1. Esta investigación se realiza mediante encuesta a la población indígena sobre las necesidades actuales en la región (P. Andrade, Morejon, & Inga, 2016; Gómez, Santos, & Castrillón, 2016) y la búsqueda de bases de datos de medición de potencial energético eólico y solar en la región estudiada. Finalmente, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los puntos estudiados, para lograr una discusión sobre los retos de la región y se presentan las conclusiones del tema.



Figura 1. Procedimiento general del estudio.

### 2.1. Definición del estudio

Este punto se utilizó en el proceso para definir claramente los objetivos a cumplir con la encuesta y la recolección de datos del potencial energético. Luego, se seleccionó la población y los tiempos para realizar la encuesta. Además, se definió la forma en que iba a ser recolectada la información de potencial energético en diferentes bases de datos disponibles.

### 2.2. Selección de la población y la muestra

La Guajira es un departamento de Colombia con una extensión rural de 20.848 km<sup>2</sup>. Este departamento se divide en tres zonas: Baja, media y alta Guajira (Puerta Silva, 2004), como se muestra en la Figura 2. La mayoría de las comunidades indígenas se encuentran en la media y alta Guajira (DANE, 2006; Ojeda Camargo, Hernández Riaño, Bedoya Valencia, Barrios Sarmiento, & Candelo Becerra, 2016), constituyendo el 95,27% del total de los indígenas en la región (DANE, 2005).



Figura 2. División zonal en alta, media y baja Guajira. Fuente: diseño basado en Google Earth.

En la Guajira viven en promedio 5.1 personas por casa (DANE, 2006). Con un aproximado de 219646 indígenas viviendo en esta región, el cálculo de rancherías que son habitadas por la comunidad indígena da un aproximado de 43068. Utilizando la misma probabilidad para todas las casas, el cálculo de la muestra se obtiene con (1). Donde  $n$  es la muestra,  $N$  es la población,  $Z$  es el nivel de confianza (95%),  $P$  es la tasa esperada ( $Q = 1 - P$  [ $1 - 0.5 = 0.5$ ]), y  $e$  es el error (5%). Reemplazando estos valores en la ecuación (1) se obtiene una muestra de 381 rancherías de la etnia Wayuu, a las cuales se les hace la entrevista.

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad (1)$$

Se realizó una encuesta directa a la población indígena de la región, observándose diferentes aspectos que deben considerarse para las diferentes comunidades. Un total de 88 preguntas y 10 tipos de observación general fueron realizados a cada una de la población para determinar sus necesidades. Esta información fue obtenida en formularios de respuestas, en los cuales se dejó registro completo de la actividad.

En la encuesta se realizaron una serie de preguntas relacionadas con el uso de electricidad, uso de agua, empleos u ocupación en cada casa, la escolaridad de los habitantes, la organización política, y los tipos de construcción de vivienda. La observación se centró en identificar diferentes aspectos de las comunidades como las condiciones de vida, el uso de los servicios de electricidad, la forma de preparación de alimentos, y condiciones de salud. Todos estos datos fueron obtenidos de la población encuestada. Las observaciones fueron organizadas y tabuladas para realizar su respectivo análisis. Estos estudios se utilizan posteriormente para realizar la identificación de los proyectos requeridos por la población y los resultados son presentados en la Sección 3.

## 2.3 Recolección de datos de recursos energéticos

El método aplicado en este trabajo consistió en la búsqueda de la información histórica sobre los recursos solares y viento. Toda esta información fue obtenida de las mediciones de las variables ambientales locales con estaciones meteorológicas. La mayor parte de la información ha sido medida de entidades públicas y privadas dedicadas a recoger todos los recursos. La base de datos formada con la información disponible contiene datos de 1976 a 2012. Toda esta

información se ha estudiado para obtener la estimación, proyección y extrapolaciones.

## 2.4 Estimación de datos

El modelo de Angström fue usado para evaluar la radiación global (GR) (Vélez-Pereira, Vergara-Vásquez, Barraza-Coronell, & Agudelo-Yepes, 2015), este método es el más usado para la estimación de la radiación debido a su simplicidad (Contreras-Tapia, 2000) y sólo necesita la radiación teórica extraterrestre (RT), duración astronómica de día solar (N), y brillo solar (n). El modelo de regresión es presentado en (2).

$$RT = \left(\frac{24}{\pi} I_0 w \left(\frac{R_0}{R}\right)^2 (\cos\phi \cos\delta \sin\omega - \varpi \cos\omega) / \varpi\right) / 1000, \quad (2)$$

donde  $RG$  es la radiación global estimada,  $RT$  es la radiación teórica extraterrestre y perpendicular al lugar donde se desea estimar la  $RG$  (Duffie John A., 1980). Se tiene que la división entre la radiación global estimada y la radiación teórica extraterrestre es igual a la expresión mostrada en (3), y asumiendo que  $x = n/N$  entonces queda finalmente como se muestra en (4).

$$\frac{RG}{RT} = a + bx, \quad (3)$$

$$RG = (a + b(n/N))RT, \quad (4)$$

donde  $a = 0,1981$ , es el intercepto donde la recta corta al eje de las ordenadas,  $b = 0,4015$ , es la pendiente de la recta,  $n$  es el brillo solar real medido en el lugar, y  $N$  es la duración astronómica del día solar. Los parámetros  $a$  y  $b$  fueron encontrados con los valores de radiación y brillo solar de la estación Almirante Padilla ubicado en la ciudad de Riohacha.

En la caracterización del recurso solar, además de la información contemplada en el Atlas de Radiación Solar, donde aparece la región con el mayor potencial del país establecido entre los 2000 a 2190 KWh\*m<sup>2</sup>/año (Ministerio de Minas y Energía, 2005), el cual varía en un 84% con el máximo mundial que está en el orden de los 2500 KWh/m<sup>2</sup>/año (Consorcio Energético: CORPOEMA, 2010), se tendrá en cuenta otras mediciones que se han desarrollado en el territorio guajiro por entidades públicas y privadas (Ospino-Castro, 2010; Yáñez, García, & Gonzalez, 2015), (Vanegas, Churio, Valencia, Villicaña, & Ospino, 2017).

### a. Estimación del potencial eólico

Se obtuvo la velocidad del viento con el anemómetro en estaciones meteorológicas medir sólo algunas alturas. Para estudiar la variación vertical del viento con la altura, era la ley potencial d (Martí P. Ignacio, Navarro M. Jorge, 2003). Este modelo es uno de los más utilizados en viento estimación de energía y la expresión matemática se muestra en (5) y (6). Los datos de ésta tabla no contemplan velocidades a 20 mts de altura, razón por la cual se proyectan las estimaciones de éste recurso en éste nivel, debido a que ésta altura es una de las referenciadas en la investigación. Para tal caso se tomaran las mismas coordenadas, y se aplicará el modelo matemático denominado "Ley potencial", uno de los más utilizados en energía eólica, expresada en (5).

$$v_2 = v_1 * \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^\alpha \quad (5)$$

Despejando  $\alpha$  de 3, queda que:

$$\alpha = \frac{\ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right)}{\ln\left(\frac{z_2}{z_1}\right)} \quad (6)$$

Donde  $v_2$  es la velocidad del viento en el nivel 2,  $v_1$  es la del nivel 1,  $z_2$  es la altura sobre el nivel del suelo del nivel 2,  $z_1$  es la del nivel 1,  $\alpha$  es el denominado factor de cortadura o exponente de la ley potencial. En este sentido, si se dispone de medidas a dos alturas ( $z_1$  y  $z_2$ ), se puede calcular  $\alpha$ , si solo se posee datos en un nivel hay que hacer hipótesis sobre el valor de  $\alpha$ . Ésta expresión permite realizar la extrapolación del viento a diferentes alturas (Martí P. Ignacio, Navarro M. Jorge, 2003).

## 2.5 Extrapolación

Una vez se tienen los datos de la radiación solar y las velocidades de viento medidas para la región y se han obtenido los valores resultantes para cada punto de medición, se procedió a realizar la proyección para diferentes puntos en donde se encuentran las comunidades indígenas. Esto permite que se pueda validar la información para cada una de las zonas y lograr una comparación más acertada para cada sitio en donde habitan la población rural.

## 2.6 Validación

La validación de la estimación y proyección de energía se logra a través de la comparación con diferentes fuentes de datos con valores similares obtenidos en este estudio. Además, la validación se llevó a cabo con otras referencias y empresas internacionales relacionadas con este trabajo, para mejorar el análisis de la información disponible.

## 2.7 Análisis y discusión

Con toda la información recolectada se procede a realizar un análisis de los resultados para poder identificar cada uno de los posibles aportes que puede dársele a las comunidades y las posibilidades de lograr nuevos proyectos para la región. Las discusiones realizadas se basan en lograr identificar las posibilidades que puede tener la población mediante este tipo de proyectos de acuerdo a las necesidades básicas de la población.

---

## 3. Resultados y análisis

El determinar las necesidades de la población y los recursos energéticos en su zona es un punto importante de partida para el análisis de las condiciones generales del país y lograr las relaciones entre ambas. Estos resultados permiten la cuantificación de necesidades de la población indígena y las posibilidades de lograr un cambio energético en la zona. Estos resultados presentados muestran que la comparación de las dos opciones da la posibilidad de proyectar ciertas medidas para la población de la región, en los cuales se identifican varios proyectos que pueden cambiar situaciones en las que se ven envueltos actualmente las comunidades indígenas y que son tratados en la discusión de este artículo.

### 3.1 Necesidades de la población

Mediante la encuesta y la revisión presencial fue posible determinar las condiciones de las comunidades en la región y asociar cada uno de los factores importantes de revisión. A continuación, se presenta la situación general de las comunidades, las necesidades básicas y otras necesidades en la región.

### 3.1.1 Necesidades generales

La Tabla 1 muestra las necesidades de la población encuestada acerca de las condiciones de vida.

Tabela 1 . Necesidades de la población.

Item	Sin suplir (%)	Suplida (%)
Trabajo formal	76	24
Alimentación completa	35	65
Servicio de salud	10	90
Electricidad	74	26
Agua potable	82	18
Vivienda	0	100

En la Tabla 1 se puede observar que hay un gran número de necesidades de las poblaciones indígenas de la región que no han sido atendidas. Esto permite identificar muchas oportunidades en diferentes aspectos y que permitan cambiar situaciones de las poblaciones que se encuentran remotas.

#### A. Trabajo formal

Como resultado de este punto se obtuvo que la mayor parte de la población trabaja (83%), frente a un 17% que no tienen un empleo. De los que trabajan el 76% tienen empleos no formales y el resto tiene trabajos formales (24%). Las principales actividades que desarrollan los indígenas Wayuu son: un 27% son artesanos, el 11% son pescadores, el 10% docentes, el 7% vigilantes, el 7% choferes de vehículos, el 6% comerciantes, el 5% albañiles, y el resto tienen otro tipo de empleos que se dan en menor proporción.

Estos valores pueden complementarse con los diferentes niveles de formación que alcanza la población. En cuanto al mayor nivel de educación por cada hogar se encuentra que al menos se tienen hogares que sus integrantes han alcanzado la primaria (38%), seguido de secundaria (31%). Luego aparece la formación en carreras técnicas y universitarias (25%). Solo el 3% de los hogares no cuenta con al menos un integrante que haya estudiado. En la población se encontró que el 57% al menos cuenta con estudios de primaria, el 21% no ha estudiado (de este porcentaje el 92% son ambos padres), el 15% realizaron estudios secundarios y finalmente el 7% cuentan con estudios profesionales.

Se obtuvo también que los hombres son quienes principalmente sostienen a las familias (70%), mientras que las mujeres aparecen con un 24.4%. Los hijos representan solo el 2.6% de las personas y otros como abuelos y tíos tienen menos del 1% de participación. Los ingresos mensuales constituyen la suma de las entradas de los recursos de los miembros que conforman la familia y que trabajan, se encuentra expresado en términos de salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). El 64% de los encuestados obtiene salarios inferiores al SMMLV, evidenciando el bajo volumen de ingresos, mientras que el 33% presentan ingresos mensuales entre 1 y 2 SMMLV.

#### B. Alimentación

En cuanto a esta sección se preguntó el número de porciones diarias de consumo. El resultado de la encuesta arrojó que el 65% de la población encuestada consume 3 porciones diarias, el 31% de los indígenas no consumen más de dos porciones de alimentos diarios, y el 4% solo consume una porción diaria.

### **C. Servicio de salud**

En esta sección se preguntó sobre los servicios de salud que tiene la población y se encontró que el 90% de la población cuenta con el servicio de salud y tan solo el 10% no tiene acceso a ningún servicio. Sin embargo, el número de centros médicos cercanos a cada población es escaso y 89% de la población muestra que no hay ninguno cercano y el 11% tienen entre 1 y 5 servicios de atención médica cerca. La mayoría de la población (60%) requiere atención médica debido a enfermedades respiratorias, seguido por dolor de cabeza fuerte (15%), y otro tipo de consultas médicas son realizadas en menor medida.

### **D. Electricidad**

En el análisis de las necesidades se encontró que el 74% de los indígenas encuestados no tienen acceso a la energía eléctrica, aproximadamente una cuarta parte de los encuestados expresaron tener este servicio. Sin embargo, de los que cuentan con electricidad, el 68% opinaron que tienen una mala percepción en cuanto a la calidad del servicio, y el 32% si consideran que el servicio es de buena calidad. La mayoría de los habitantes que utilizan energía eléctrica la tienen mediante las redes interconectadas en un 97%, los cuales están ubicados en las cabeceras municipales, el 2% mediante fuentes de energía renovable y el 1% con planta de gasolina ubicada cerca a cada uno de las poblaciones. La utilización que le darían a la electricidad en sus labores diarias los indígenas de acuerdo a sus necesidades. Se puede percibir la importancia que le dan a la refrigeración de sus alimentos perecederos debido a la escasez de estos recursos, a la iluminación en horas nocturnas, y al entretenimiento y recreación en ver TV y escuchar radio para mantenerse informados.

### **E. Agua potable**

En cuanto al servicio de agua potable la mayoría de la población confirmó que no tiene agua potable. Por lo tanto, se encontró que el 18% consumen agua potable y el 82% consumen cualquier tipo de agua que tengan disponible. De estos 18% solo el 22% tienen acueducto y los demás (78%) tratan de comprarla aparte en comercio. Los que consumen agua no potable, solo hierven el agua el 18%. Esto se evidencia en la falta de formas de extraer el agua, tratar el agua y llevarla hasta los centros de consumo.

### **F. Vivienda**

Aunque se tiene que la vivienda no es una necesidad prioritaria de esta población, se pudo evidenciar que existe un gran número de personas por cada una de las rancherías de las comunidades indígenas. El 24% de las viviendas está habitada por 4 personas y el 20% de las viviendas cuenta con 5 habitantes. Luego, están los valores más bajos como 3 y 6 habitantes por vivienda con el 12%, 7 habitantes por vivienda con el 7%, 2 habitantes por vivienda con el 4%, y 8 habitantes por vivienda con el 4%. No se encontraron viviendas con 1 solo habitante, pero si algunas pocas viviendas que tienen desde 9 hasta 28 habitantes. Al inspeccionar las rancherías, se encuentra que el 90% de ellas son de barro, solo 5% son de bloque y ladrillo, 3% son de zinc, y 2% son de madera.

## **3.2 Diagnóstico del potencial solar y eólico**

A continuación, se presenta la estimación del potencial eólico de la región caribe en la zona de la Guajira, con el fin de determinar las posibilidades de energía eléctrica. Los datos fueron obtenidos del histórico de bases de datos para la región (Gómez et al., 2016). Luego se hicieron las estimaciones y proyecciones de la energía que puede obtenerse en la región y en especial para las comunidades indígenas.

### 3.2.1 Potencial solar

La Tabla 2 muestra los resultados de la obtención de los diferentes valores de radiación para la Guajira, los cuales son calculados a partir de diferentes fuentes de base de datos y mediciones. En esta tabla se muestra promedios importantes para la explotación de la energía solar en la región y el país. Se obtiene que los meses con los valores más altos son agosto, septiembre y marzo, abril y julio.

Tabla 2 . Comparación de los diferentes promedios de radiación solar en la Guajira.

<b>Lugar</b>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Sep</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>	<b>Prom.</b>
Atlas solar	5,4	5,8	6,1	5,8	5,7	5,6	6,1	6,3	6,2	5,8	5,3	5,0	<b>5,8</b>
COLCIENCIAS-UPME	5,4	5,8	6,1	5,8	5,7	5,6	6,1	6,3	6,2	5,8	5,3	5,0	<b>5,8</b>
NASA	5,5	5,9	6,2	5,9	5,8	5,7	6,2	6,4	6,3	5,9	5,4	5,1	<b>5,9</b>
NREL	5,5	5,8	6,0	5,6	5,5	5,4	5,6	5,9	5,8	5,5	5,0	4,9	<b>5,5</b>
INPE	4,8	5,1	5,5	5,7	5,7	5,7	5,8	5,8	6,0	5,7	5,2	4,7	<b>5,5</b>
<b>Promedio</b>	<b>5,3</b>	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>5,8</b>	<b>5,7</b>	<b>5,6</b>	<b>5,9</b>	<b>6,1</b>	<b>6,1</b>	<b>5,7</b>	<b>5,3</b>	<b>5,0</b>	<b>5,7</b>

**Fuente:** Los autores con datos de NASA, NREL, COLCIENCIAS-UPME, IDEAM, INPE.

Se puede observar en la tabla que durante el año los promedios de radiación solar en la Guajira son en general altos, lo que permite el desarrollo de proyectos importantes para la región Caribe colombiana (Ojeda, Candelo, & Silva-Ortega, 2017).

### 3.2.2 Potencial eólico

La Tabla 3 muestra los valores estimados y proyectados del promedio de velocidad de viento en la zona, el cual sirve para estimar los valores de potencial energético de la región en donde se encuentran las diferentes comunidades indígenas.

Tabela 3 . Estimación de la velocidad del viento promedio (m/s).

<b>Altura (m)</b>	<i>Ene (m/s)</i>	<i>Feb (m/s)</i>	<i>Mar (m/s)</i>	<i>Abr (m/s)</i>	<i>May (m/s)</i>	<i>Jun (m/s)</i>	<i>Jul (m/s)</i>	<i>Ago (m/s)</i>	<i>Sep (m/s)</i>	<i>Oct (m/s)</i>	<i>Nov (m/s)</i>	<i>Dic (m/s)</i>	<b>Promedio (m/s)</b>
20	10,2	10,3	10,2	10,0	10,0	10,9	11,0	10,2	10,1	8,9	9,0	9,7	<b>10,0</b>
30	12,1	11,8	12,6	11,2	11,1	12,6	12,7	11,0	10,4	10,2	10,7	11,1	<b>11,5</b>
40	7,6	7,6	8,6	7,3	7,3	8,0	8,2	6,8	6,7	6,6	6,8	6,7	<b>7,4</b>
50	11,4	11,6	12,5	10,4	9,9	11,1	11,5	9,6	8,8	8,6	9,3	10,1	<b>10,4</b>
60	8,5	8,5	9,7	8,2	8,2	9,0	9,2	7,7	7,5	7,4	7,7	7,5	<b>8,2</b>
80	8,9	9,0	10,2	8,6	8,6	9,5	9,7	8,1	7,9	7,7	8,1	7,3	<b>8,7</b>

90	11,0	11,1	12,6	10,6	10,6	11,7	12,0	10,0	9,7	9,6	10,0	9,7	<b>10,7</b>
<b>Promedio</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>10,9</b>	<b>9,5</b>	<b>9,4</b>	<b>10,4</b>	<b>10,6</b>	<b>9,1</b>	<b>8,7</b>	<b>8,4</b>	<b>8,8</b>	<b>8,9</b>	<b>9,6</b>

**Fuente:** Los autores con datos de IDEAM y NREL

La Tabla 3 muestra la velocidad del viento a diferentes alturas sobre el nivel del suelo. Se puede observar que entre los 20 y 30 metros de altura hay buenas velocidades de viento para la generación de energía eléctrica con turbinas eólicas. Algunos de estos datos muestran disminución de los valores como es el caso de 40 y 60 metros, debido a que estos promedios son sacados con diferentes estaciones meteorológicas que se encuentran en la zona y con diferentes tiempos de muestreo en años.

Los promedios a 60 metros fueron medidos en la Alta Guajira donde la mayoría de datos se obtuvieron entre el 2013 y 2014, periodo muy corto en relación a los anteriores, causas posibles para justificar una ligera disminución en los promedios, entendiéndose que a mayor altura, menos fricción del viento, lo cual se debería traducir en mayor velocidad. Sin embargo, se evidencia un alto potencial del recurso. Finalmente, los promedios medidos a 80 metros, fueron tomados en los mismos lugares y periodo de tiempo que los medidos a 60 metros, donde se evidencia un ligero aumento de tales valores. Los datos correspondientes a 90 metros, son considerados según la página de NREL, registrado en la tabla 12, donde se muestran unos valores altos en relación a los de 80 metros de altura. Esta información muestra el potencial eólico existente en los puntos considerado en la Alta y Media Guajira, principalmente en los primeros meses y a mediados de cada año.

Todos estos valores promedios de las velocidades de viento estimados a partir de la información disponible en las diferentes bases de datos, permiten identificar un gran potencial de viento en la zona para diferentes alturas. Estos resultados permiten visualizar que se puede realizar la implementación de diferentes tipos de proyectos con aerogeneradores para las comunidades indígenas.

## 4. Discusión

De acuerdo con los datos presentados en los resultados se obtiene que hay muchas necesidades a suplir en cada una de las comunidades encuestadas y hay mucho potencial solar y eólico en la misma región. Por lo tanto, se presenta a continuación una discusión sobre estas necesidades, el potencial energético y los retos de proyectos en energía como posibles soluciones para la comunidad (Tovar-Ospino, 2010).

En el análisis se puede sintetizar que los asentamientos indígenas perteneciente a la etnia Wayuu, viven grandes dificultades por la escasez de agua y alimentos, pésimas condiciones de salud y alto índice de riesgo para su propia existencia, por no tener acceso a la energía eléctrica debido a su ubicación en zonas no interconectadas. Esto hace que vivan en condiciones difíciles en plena oscuridad, sin acceso a la educación en su gran mayoría, con poco acceso a los servicios de salud, y consumen agua no potable extraída directamente de los jagüeyes (pozos con agua contaminada con estiércol de los animales, sedimentos, con altos contenidos de sal, etc.). Las condiciones anteriores han facilitado que la Guajira para el año 2010, aparezca entre los departamentos con mayor número de personas con necesidades básicas insatisfechas (NBI), experimentando alta mortalidad materna e infantil y con una desnutrición de los niños que supera el 20% del total de la región (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Así mismo, los resultados de morbilidad no han descendido, muy a pesar de la puesta en marcha de algunos programas de seguridad alimentaria (Departamento Administrativo de Planeación de La Guajira, 2014).

Se pudo observar que principalmente la población infantil presenta problemas de desnutrición (PMA, OXFAM, & PNUD, 2014). Tampoco tienen suficientes recursos para lograr cubrir las

necesidades básicas. Hace falta cubrir mucho los servicios básicos que ayuden a realizar actividades que garanticen la sostenibilidad (Leal González, Nila and Alarcón P., 2003). Es prioritario el mejorar en el manejo de agua potable, suministro de electricidad, manejo de granjas, refrigeración de productos, cantidad de empresas, cantidad de granjas, entre otras. También se evidenció que hay poco poder adquisitivo, siendo el principal sostenimiento el pastoreo y el cuidado de cabras, lo cual hace difícil mantener una economía estable. Además, hay un gran deterioro de la salud, falta de ventiladores, medicina y comunicaciones, que hacen difícil la vida de los pueblos indígenas, para el desarrollo de la vida humana.

Los amplios recursos energéticos en la zona de la media y alta Guajira, sirven para la ubicación de las tecnologías eólicas y solares que faciliten la utilización de estas fuentes de energías renovables en La Guajira Colombiana. En este análisis se puede establecer, que el país posee un gran potencial para proyectos de energía solar (Ministerio de Minas y Energía, 2003), con meses de mayores promedios como mayo, junio, julio y agosto. También se puede evidenciar que los meses de octubre, diciembre y enero son los que menos valores promedios de radiación solar tienen, pero esto no interfiere tanto en la producción de electricidad utilizando tecnología moderna para aprovechar el recursos solar y el eólico.

La Guajira presenta el mayor potencial eólico del país, a 20 y 50 metros de altura (Instituto de Hidrología, 2010). Donde viables clasificaciones internacionales que existen sobre los potenciales eólicos, consideran que densidades de potencia superiores a 500W/m<sup>2</sup> son lugares aptos para el desarrollo de sistemas eólicos de generación de energía eléctrica. Un ejemplo de ello es el Parque Eólico 'Jepírachi' instalado en la región y localizado a los 12°12'54,96" N y -72°2'29,08" O, tiene una capacidad instalada de 19,5 MW de potencia nominal y donde las obras ocupan un área de 4,9 ha. Fue construido durante los años 2002 y 2003, inaugurado en diciembre de 2003 e inició operación plena en abril de 2004 (Empresas Públicas de Medellín, 2010), actualmente explota el 0,49% del potencial eólico en la región, que es de 21.000 MW.

El actual Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia, suministra una aproximación de la disponibilidad de éste recurso. Donde se desarrollaron mapas de velocidad de vientos a 20 y 50 metros de altura sobre el piso (Instituto de Hidrología, 2010). En esta zona se pueden identificar diferentes lugares como puntos de referencia para la instalación de fuentes de energía eólica, donde éste recurso como tal puede ser aprovechado en determinadas épocas del año. En estos lugares sobresalen intensidades iguales o superiores a 5 m/s, de estos lugares identificados cuatro de los seis puntos con mayor potencial están ubicados en la costa atlántica (Instituto de Hidrología, 2010) siendo ellos: Galerazamba, San Andrés, Providencias Islas y La Guajira. Sin embargo, es importante aumentar el número de estaciones en toda la nación, y más en la parte norte (donde se cree que existe el potencial eólico y solar más importante de Colombia), que permita evaluar con mayor exactitud este recurso, el cual se estima que es uno de los más importante del continente.

En lo que corresponde a las fuentes de energía eólica y solar, contrastan con las condiciones de pobreza y diversas situaciones de crisis económicas y alimentarias que padecen en su gran mayoría los indígenas Wayuu, los cuales están ubicados en gran parte en zonas no interconectadas de la media y alta Guajira, donde se presentan los mayores potenciales solares y eólicos. Estas condiciones difíciles por las que atraviesan las comunidades indígenas de la región, muy a pesar de contar con estos recursos, puede ser una opción a considerar para generar alternativa de solución y contribuir al mejoramiento de sus condiciones de vida. Los potenciales solares más altos identificados se encuentran en media y alta Guajira. Son zonas con un alto porcentaje de habitantes indígenas Wayuu. El potencial eólico está en noroccidental de la Guajira cercano al mar caribe en Jepirachi y otros emplazamientos en proyección los cuales están los Wayuu. La zona nororiental que colinda con Venezuela presenta bajos promedios de viento. Otra parte importante, en lo referente a la fuente eólica, queda identificado que los mayores potenciales están ubicados en las partes más hacia el norte de la Guajira, y principalmente en las zonas ubicadas en las cercanías de las costas del mar Caribe. Es así como nos encontramos con una necesidad semejante, fomentada por las exigencias al

sector energético actual, el compromiso social de conservar el medio ambiente, contribuir a generar alternativas de soluciones para satisfacer una demanda de energía insatisfecha, y de problemas sociales por resolver. Actualmente, hay bajas posibilidades de comprar electricidad del sistema interconectado de energía para proporcionar a las comunidades indígenas. Algunos problemas para proveer de electricidad a estas comunidades son las distancias y las dificultades para instalar y mantener instalaciones de electricidad. Generación de energía no convencional es una nueva posibilidad para dar luz a algunas comunidades remotas. La actual reducción en el coste de las energías renovables es un resultado importante para proporcionar electricidad a comunidades remotas en el país.

Lo anterior sugiere que debe diseñarse una mejor política energética, considerando la importancia que tiene la electrificación rural y la eficiencia energética en el desarrollo de los pueblos (Krauter & Kissel, 2005). Se puede evidenciar que en un país en vía de desarrollo, se caracterizan por la deficiencia en la obtención de datos sobre la demanda eléctrica actual y la proyectada, escasez de información actualizada acerca de la ubicación y tamaño de las comunidades en zonas aisladas, información incompleta de las condiciones de la red eléctrica existente y la disponibilidad de datos actualizado del potencial de los recursos eólico y solar; así como su resolución y calidad y el no cubrimiento del total de la población del servicio de energía eléctrica (Maldonado-Gómez, Sepúlveda-Rico, & Guerrero-Lozano, 2005).

La diversificación en las formas de energías y la mejora de la eficiencia energética son unos de los principales medios de los que dispone una nación, para hacerle frente a situaciones de dependencia en el desarrollo social y económico de sus habitantes. Lo anterior indica, que la energía debe contribuir al desarrollo de los pueblos, para lo cual se deben diseñar modelos de suministros energéticos eficientes, fiables y sostenibles, que garanticen su disponibilidad en todo momento independientemente de las circunstancias cambiantes del mercado.

A pesar que se tiene una gran disponibilidad de radiación solar, su utilización no es la más adecuada. Existen muchas dificultades asociadas con su aprovechamiento, donde su problema principal radica en la manera como las políticas de desarrollo de las FER han sido construidas en estas regiones (Gómez et al., 2016). Las cuales la hacen ver demasiado costosas y tecnológicamente imposible, donde la falta de incentivos y de previsión, es materia de análisis y de mucho estudio.

En este contexto, la región tiene una abundancia de recursos naturales renovables y no renovables, tales como el petróleo, gas, y energía hidroeléctrica, por lo que se cree que es más fácil, menos costoso y técnica y tecnológicamente más viable conservar la explotación de estos recursos, que invertir en FER o diseñar políticas apropiadas para ello. Igualmente se cree, que la explotación de estas fuentes están en conflicto con los intereses de los actores más poderosos de la región, y por lo tanto, hay pocos incentivos para promoverlas (Meisen & Krumpel, 2009).

Como retos importantes en proyectos de energía solar y eólica, sería bueno considerar aquellos que faciliten a la sociedad civil, a los educadores, investigadores, sector productivo, gobierno y grupo de investigación de la región y el país, la motivación y utilización de éstas fuentes para la generación de energía eléctrica y térmica. Esto ayudaría a que en un futuro se pueda tener opciones que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida del habitante de ésta zona, y una fuente adicional de generación de energía que pueda aportar soluciones sostenible al actual sistema interconectado nacional.

En este contexto, en los próximos años debería facilitarse a estas comunidades indígenas el acceso sostenible de energía eléctrica, utilizando estas fuentes de energía renovables (solar y eólica), mediante soluciones autónomas de sistemas individuales o híbridos, conservando como primicia el cuidado al medio ambiente. Es así como ya se viene implementando los famosos PERS regionales (Planes de energización rurales sostenible) en varios departamentos del país, donde la Guajira tiene su propio plan.

De esta manera se encuentran diseños y estudios en cursos de programas y proyectos de

energización sostenibles basados en la energía solar y eólica para comunidades pequeñas, medianas y grandes, para escuelas indígenas, entre los que se destaca el programa de I+D+i en energía renovable para el departamento de La Guajira, aprobado en el Sistema General de Regalías en COLCIENCIAS en el 2013.

Igualmente se deben promover investigaciones que permitan facilitar el aprovechamiento del potencial eólico y solar, no solo para la iluminación de estas comunidades indígenas ubicadas en estas zonas no interconectadas de la Guajira, que gozan de estas fuentes, sino además, para desalinizar el agua que consumen que presentan altos contenido de sal, proveniente de pozos construidos en los alrededores de sus comunidades a 80 y 100 metros por debajo del nivel del mar. De la misma manera para potabilizar el agua mediante tecnologías que funcionen con energía eléctrica.

Otro aspecto importante es pensar y promover proyectos que faciliten la utilización de estas fuentes para generar energía eléctrica, que permita el aprovechamiento del agua del mar caribe, y especialmente a las comunidades ubicadas en las costas caribe. De tal manera, que se pueda utilizar esta agua para desalinizarla, utilizarla para actividades diarias en el hogar, potabilizarla para el consumo humano y para emplearla en el riego de los cultivos, de tal manera que se promueva la agricultura en estas zonas.

Otro reto importante es sacar este potencial energético de la zona, para proyectar a otras zonas del país donde no se tenga acceso a la energía eléctrica, a fortalecer el Sistema Interconectado Nacional, y por último, hacerle una apuesta a la educación y a la formación del talento humano de la región, en el desarrollo de habilidades y experticia en el aprovechamiento de estas fuentes, que facilite la formación de una masa crítica formada en la región, con miembros de las mismas comunidades indígenas, del departamento y el país en general, que permita un protagonismo de la región y el país en el continente Suramericano en el uso y manejo de las tecnologías, para el aprovechamiento de la energía solar y eólica.

---

## **5. Conclusiones**

Este artículo presentó una revisión de los retos actuales en la sostenibilidad de comunidades indígenas de la Guajira Colombia y la forma en que pueden realizarse diferentes tipos de proyectos de energía sostenible para mejorar las necesidades de la población.

En este sentido, es importante que el gran potencial eólico y solar que actualmente tiene la región sea aprovechado por sus habitantes, tal es el caso de Colombia, donde el Departamento de La Guajira goza de unos de los mejores potenciales del continente, y es muy poco su aprovechamiento. Por otra parte, se establece que el potencial de las energías renovables se puede aprovechar mediante la promoción de la innovación y el emprendimiento en estos entornos. En el contexto del calentamiento global y el problema del cambio climático, hay una necesidad urgente en el ámbito mundial, para planear e implementar estrategias que permitan aumentar la cuota de las energías renovables en el mercado energético, y más en la región, donde Colombia con un gran potencial, tiene una asignatura pendiente en éste tema. Es importante destacar que el estudio se basó solamente en parte de la Región Caribe Colombiana, pero puede ser extendido a diferentes regiones en América Latina con el fin de identificar posibilidades para el cambio energético. El estudio se limitó a las necesidades básicas de la población, con el fin de visualizar las posibilidades de realización de proyectos que permitan un cambio positivo para la población.

Como trabajos futuros se encuentran: identificar diferentes opciones para realizar un cambio para la población, trabajar en la aplicación de nuevas fuentes de energía renovable para el desarrollo de las comunidades, evaluar las mejores opciones de negocios para las comunidades indígenas, buscar la adopción tecnológica para la generación de energía eléctrica, y buscar desarrollar planes de capacitación para la población. Este contraste entre las necesidades de poblaciones indígenas y rurales, con la capacidad de poder generar proyectos energéticos de gran importancia en la región, deja ver que no se explota aún las oportunidades para realizar

un cambio de diferentes situaciones de comunidades, bajo modelos de inversión, progreso de la población, equidad, los cuales deben ser impulsados principalmente por el gobierno.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad de La Guajira, a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, la Universidad del Norte y la Universidad de la Costa por su apoyo financiero para culminar este trabajo. Los autores también agradecen a los siguientes estudiantes por ayudar con la encuesta: Andrés Vides Prado, Carlos Vides Prado, Mijael Heras Ojeda, Luis Gutiérrez Carretero, Liseth Perpiñan Duitama, y Jhon Ditta Granados.

---

## Referencias

- Andrade, C. S., Rosa, L. P., & da Silva, N. F. (2011). Generation of electric energy in isolated rural communities in the Amazon Region a proposal for the autonomy and sustainability of the local populations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15*(1), 493–503. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.052>
- Andrade, P., Morejon, J., & Inga, E. (2016). Cobertura Máxima de Redes de Sensores Inalámbricos para un Sistema de Gestión de Energía en Hogares Inteligentes Maximum Coverage of Wireless Sensor Networks for an Energy Management System in Smart Homes. *INGE CUC*, *12*(2), 68–78. [http://doi.org/Andrade, P., Morejon, J., & Inga, E. \(2016\). Cobertura Máxima de Redes de Sensores Inalámbricos para un Sistema de Gestión de Energía en Hogares Inteligentes Maximum Coverage of Wireless Sensor Networks for an Energy Management System in Smart Homes. INGE CUC, 12\(2\), 68–78.](http://doi.org/Andrade, P., Morejon, J., & Inga, E. (2016). Cobertura Máxima de Redes de Sensores Inalámbricos para un Sistema de Gestión de Energía en Hogares Inteligentes Maximum Coverage of Wireless Sensor Networks for an Energy Management System in Smart Homes. INGE CUC, 12(2), 68–78.)
- Byrnes, L., Brown, C., Wagner, L., & Foster, J. (2016). Reviewing the viability of renewable energy in community electrification: The case of remote Western Australian communities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *59*, 470–481. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.273>
- Consortio Energético: CORPOEMA. Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (2010).
- Contreras-Tapia, E. A. (2000). *Evaluación y calibración del modelo para estimar la radación solar global*.
- DANE. (2006). Boletín Censo General DANE 2005, 1–6.
- DANE, C. Boletín Censo General - Colombia (2005).
- Departamento Administrativo de Planeación de La Guajira. (2014). *Tercer Informe: La seguridad alimentaria de la media y alta Guajira*.
- Duffie John A., B. W. A. (1980). *Solar Engineering of Thermal Processes.pdf*. (I. John Wiley & Sons, Ed.) (Second). Madison, Wisconsin: A Wiley-Interscience Publication.
- Empresas Públicas de Medellín. Jepírachi: una experiencia con la comunidad indígena Wayuu de la Alta Guajira colombiana (2010).
- Gaona, E. E., Trujillo, C. L., & Guacaneme, J. A. (2015). Rural microgrids and its potential application in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *51*, 125–137. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.176>
- Gómez, L., Santos, E., & Castrillón, M. (2016). Estrategias de innovación desarrolladas por los centros de investigación de las universidades públicas del departamento de La Guajira, Colombia. *INGE CUC*, *12*(1), 32–41. <http://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.03>
- Goodbody, C., Walsh, E., McDonnell, K. P., & Owende, P. (2013). Regional integration of renewable energy systems in Ireland – The role of hybrid energy systems for small communities. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, *44*(1), 713–720. <http://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.08.012>

- Huesca-Pérez, M. E., Sheinbaum-Pardo, C., & Köppel, J. (2016). Social implications of siting wind energy in a disadvantaged region – The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 952–965. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.310>
- Instituto de Hidrología, M. y E. A. de C. (2010). *Atlas de Viento y Eneqía Eólica de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Krauter, S. C. W., & Kissel, J. M. (2005). RE in Latin America: Actual state and potential of renewable energies in the region. *Refocus*, 6, 20–26. [http://doi.org/10.1016/S1471-0846\(05\)00289-1](http://doi.org/10.1016/S1471-0846(05)00289-1)
- Leal González, Nila and Alarcón P., J. (2003). Relaciones de poder y nuevos liderazgos en el pueblo wayuu 1. *Boletín Antrpológico*, 21, 187–208.
- Maldonado-Gómez, H., Sepúlveda-Rico, C. E., & Guerrero-Lozano, B. (2005). *Censo General, Boletín Informativo, comunicado de prensa*. Bogotá, Colombia.
- Martí P. Ignacio, Navarro M. Jorge, G. B. C. and M. J. M. (2003). *Desarrollo tecnológico de sistemas aislados con energía eólica* (Editorial). Madrid.
- Meisen, P., & Krumpel, S. (2009). *El potencial de américa latina con referencia a la energía renovable. Global Energy Network Institute (GENI)*.
- Ministerio de Minas y Energía. (2003). Atlas de Radiación Solar. In *Atlas de radiación solar de Colombia* (Vol. Vol. 2). Bogotá D.C.
- Ministerio de Minas y Energía, I.-U. (2005). *Atlas de radiación solar de Colombia* (Ministerio). Bogota D.C.
- Ministerio de Salud y Protección Social, M. (2013). Análisis de Situación de Salud según regiones Colombia. Bogotá D.C.: Grupo ASIS.
- Munday, M., Bristow, G., & Cowell, R. (2011). Wind farms in rural areas: How far do community benefits from wind farms represent a local economic development opportunity? *Journal of Rural Studies*, 27(1), 1–12. <http://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2010.08.003>
- Necefer, L., Wong-Parodi, G., Jaramillo, P., & Small, M. J. (2015). Energy development and Native Americans: Values and beliefs about energy from the Navajo Nation. *Energy Research & Social Science*, 7, 1–11. <http://doi.org/10.1016/j.erss.2015.02.007>
- Nie, S., Fu, X.-P., Li, P., Gao, F., Ding, C.-D., Yu, H., & Wang, C.-S. (2012). Analysis of the impact of DG on distribution network reconfiguration using OpenDSS. In *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies* (pp. 1–5). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ISGT-Asia.2012.6303390>
- Obydenkova, S. V., & Pearce, J. M. (2016). Technical viability of mobile solar photovoltaic systems for indigenous nomadic communities in northern latitudes. *Renewable Energy*, 89, 253–267. <http://doi.org/10.1016/j.renene.2015.12.036>
- Ojeda, E., Candelo, J., & Silva-Ortega, J. (2017). Perspectivas de Comunidades Indígenas de La Guajira Frente al Desarrollo Sostenible y el Abastecimiento Energético. *Revista Espacios*, 38(11).
- Ojeda Camargo, E., Hernández Riaño, H., Bedoya Valencia, L., Barrios Sarmiento, A., & Candelo Becerra, J. (2016). Strategies Applied for Renewable Energy Source Adoption in Indigenous Communities of La Guajira, Colombia. *International Journal of Engineering and Technology*, 8(6), 2689–2695. <http://doi.org/10.21817/ijet/2016/v8i6/160806227>
- Ospino-Castro, A. (2010). Análisis del potencial energético solar en la Región Caribe para el diseño de un sistema fotovoltaico. *INGECUC*, 6(6), 0–8. Retrieved from <http://revistascientificas.cuc.edu.co/index.php/ingecuc/article/view/296>
- PMA, OXFAM, & PNUD. (2014). Informe de evaluación de medios de vida, seguridad alimentaria, agua, saneamiento e higiene en la alta y media Guajira.
- Puerta Silva, C. (2004). Roles y estrategias de los gobiernos indígenas en el sistema de salud

colombiano. *Revista Colombiana de Antropología*, 40(41), 85–125.

Rosso-Cerón, A. M., & Kafarov, V. (2015). Barriers to social acceptance of renewable energy systems in Colombia. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 10, 103–110.

<http://doi.org/10.1016/j.coche.2015.08.003>

Tovar-Ospino, I. (2010). Diseño de un banco de prueba para determinar los servicios globales ofrecidos por colectores solares planos para el calentamiento de agua \*. *INGE CUC*, 6(6).

Vanegas, M., Churio, O., Valencia, G., Villicaña, E., & Ospino, A. (2017). Cálculo de las radiaciones total , directa y difusa a través de la transmisibilidad atmosférica en los departamentos del Cesar , La Guajira y. *Revista Espacios*, 38(No 07).

Vélez-Pereira, A. M., Vergara-Vásquez, E. L., Barraza-Coronell, W. D., & Agudelo-Yepes, D. C. (2015). Evaluation of a statistical model for estimating the solar radiation in Magdalena, Colombia. *Tecno Lógicas*, 18(35), 35–44.

Yáñez, G., García, A., & Gonzalez, M. (2015). Research Efficiency Assessment of Colombian Public Universities 2003-2012: Data Envelopment Analysis Evaluación de la Eficiencia Investigativa de las Universidades Públicas Colombianas 2003-2012 Utilizando el Análisis Envolvente de Datos. *INGECUC*, 11(2), 97–108.

<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.11.2.2015.10>

---

1. Facultad de Ingeniería, grupo de investigación Nuevos Vestigios, Universidad de la Guajira, Riohacha, Colombia. Email: [ejeda@uniguajira.edu.co](mailto:ejeda@uniguajira.edu.co)

2. Facultad de Minas, grupo de investigación en tecnologías aplicadas (GITA), Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Email: [jecandelob@unal.edu.co](mailto:jecandelob@unal.edu.co)

3. Facultad de Ingeniería, Grupo de investigación en Optimización Energética (GIOPEN), Universidad de la Costa, Barranquilla Colombia. Email: [jsilva6@cuc.edu.co](mailto:jsilva6@cuc.edu.co)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 37) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados