

PROPUESTA GENERACIÓN DE ENERGIA EN LA POBLACIÓN DE MANAURE EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA A PARTIR DE LA PRODUCCIÓN EOLICA

FERNED ESTIK CASTELLANOS LEÓN Código 20147
JORGE ENRIQUE GÓMEZ VÁSQUEZ Código 20239
JULIO ANDRES DELGADO LEÓN. Código 2687

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA SEMINARIO DE INSTALACIÓN Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE
POTENCIA MEDIANTE METODOS CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONALES
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2016

PROPUESTA GENERACIÓN DE ENERGIA EN LA POBLACIÓN DE MANAURE EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA A PARTIR DE LA PRODUCCIÓN EOLICA

JULIO ANDRES DELGADO LEÓN. Código 2687
FERNED ESTIK CASTELLANOS LEÓN Código 20147
JORGE ENRIQUE GÓMEZ VÁSQUEZ Código 20239

Anteproyecto de Investigación

VLADIMIR SILVA
Ingeniero Mecánico

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA SEMINARIO DE INSTALACIÓN Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE
POTENCIA MEDIANTE METODOS CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONALES
BOGOTÁ, D.C.
AÑO 2016

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá 13 de Julio de 2016

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	9
1.1. OBJETIVO GENERAL	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
2.1. Contexto poblacional.....	10
2.2. Contexto de la propuesta:.....	10
2.3. Formulación del problema	12
3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.1. JUSTIFICACIÓN	12
3.2. DELIMITACIÓN.....	13
4. MARCO TEORICO.....	15
4.1. Origen de los vientos.....	16
4.2. Funcionamiento.....	16
4.3. Ventajas.....	17
4.4. Marco Legal	18
4.5. Marco Histórico.....	18
5. DISEÑO METODOLÓGICO	21
6. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	23
6.1. FUENTES PRIMARIAS.....	23
6.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	23
6.3. RECURSOS.....	23
7. CRONOGRAMA	24
8. CONCLUSIONES.....	25
9. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA).....	26

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Potencia de algunos electrodoméstico comunes	21
Tabla 2. Cronograma de actividades	24

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Comportamiento del Consumo de energía eléctrica	22
--	----

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Promedio Multianual. Velocidad media del viento	11
Figura 2. Mapa departamento de la Guajira	14
Figura 3. Energía Renovable	15
Figura 4. Turbinas Eólicas	17
Figura 5. Molino de viento	19

GLOSARIO

Energía Renovable: Es aquella energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las principales energías renovables se encuentran la Eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los hidrocarburos.

Energía Eólica: es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad.

Aerogeneradores: Son “Molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica.

Energía Cinética: Es la energía asociada con los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y la velocidad del cuerpo; se mide julios (j)

kW (Kilowatt): Es una medida de potencia igual a 1000 vatios.

Turbina: Maquina que consiste en una rueda en el interior de un tambor provista de paletas curvas sobre las cuales actúa la presión de un fluido haciendo que esta gire.

Colciencias: Es el departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación que depende de la presidencia de la república y lidera el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

RESUMEN

El Municipio de Manaure en el departamento de la Guajira, se encuentra ubicado en la zona norte de Colombia. Este, cuenta con una problemática de abastecimiento de energía eléctrica en sus zonas rurales, por lo cual es importante realizar estudios que permitan contemplar nuevas alternativas que permitan generar electricidad aprovechando los recursos renovables en dicha zona del país.

Es allí, donde evaluando el comportamiento de los vientos generados en la región y contemplándolos como medio de generación de energía, se realiza el presente estudio viable para la producción alternativa de energía eléctrica empleando generadores eólicos que permitan abastecer mediante a esta población.

PROPUESTA GENERACIÓN DE ENERGIA EN LA POBLACIÓN DE MANAURE EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA A PARTIR DE LA PRODUCCIÓN EOLICA

La propuesta de investigación que se presenta en este proyecto, va enfocada a realizar una evaluación del potencial de la energía eólica para generación de energía eléctrica en la zona norte de Colombia, en la región caribe, puntualmente en la población de Manaure en el departamento de la Guajira, cuyos límites al norte y al oeste coinciden con el mar caribe, al este con Venezuela, al sur con el departamento del Cesar y al suroeste con el departamento del magdalena.

1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio del potencial de generación de energía eólica para Aero generación como energía alternativa, en la zona norte de Colombia, en el departamento de la Guajira en la población de Manaure.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1.1. Analizar la información existente sobre velocidad de los vientos y algunas variables asociadas a esta, en la zona norte de Colombia en el departamento de la guajira, que ha sido registrada por las estaciones del IDEAM y del atlas de viento y energía eólica de Colombia, con el fin de conocer sobre el comportamiento de los vientos y el impacto en la generación de energía eléctrica en esta zona del país.
- 1.1.2. Estimar mediante el levantamiento de información documentada la velocidad y dirección del viento, por un período máximo de seis meses, el potencial de la energía eólica en la zona de estudio, con el fin de definir sobre sus potencialidades para la generación de energía eléctrica para comunidades rurales con sistemas autónomos.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La población de Manaure en la Guajira cuenta con un déficit energético, al igual que una gran parte de municipios en Colombia. La necesidad de suministrar o implementar fuentes de generación de energía eléctrica se convierte en el problema de investigación del presente proyecto, ya que hacen parte de las zonas que no han recibido una atención adecuada en el estudio de sus recursos, de los servicios que disfrutan y de

aquellos de los cuales carecen. Se pretende realizar un análisis fundamentado en documentación técnica, censos poblacionales, y postulados experimentales o aplicados en distintas partes del mundo, pero especialmente, de los ejecutados en la nación al día de hoy.

2.1. Contexto poblacional.

Manaure es un municipio ubicado en el departamento colombiano de La Guajira. El municipio de Manaure limita por el norte con el Mar Caribe, por el sur con los municipios de Riohacha y Maicao, por el oeste con el municipio de Riohacha y el Mar Caribe, por el este con los municipios de Uribía y Maicao, limita por el norte con el mar Caribe, por el noroccidente con el municipio de Uribía, por el sur con el municipio de Maicao y por el occidente con el municipio de Riohacha. Tiene una extensión de 1.643km².¹ Está a 3 MSNM. Actualmente, en el año 2016 viven en éste municipio unos 108.000 habitantes.² Según los registros del DANE, el municipio de Manaure ha tenido un incremento poblacional anual correspondiente a un 4,77% en promedio. De acuerdo al censo hecho por el DANE en 2005, sólo el 30,6% de la población cuenta con un servicio de energía eléctrica, lo que quiere decir que, no sólo un 69,4% de la población de Manaure no cuenta con los servicios de energía eléctrica, sino que además no cuentan en un porcentaje mayor sin servicio de teléfono, alcantarillado, gas natural, y en ocasiones agua.

Según el censo, en promedio habitan 5 personas por vivienda; para 2016 hay en Manaure unos 108.006 habitantes, lo que quiere decir que hay aproximadamente unas 21601 viviendas. Dicho 30,6% equivale a unos 6610 hogares, y el restante estaría compuesto por unos 14991 hogares, los cuales son el motivo del presente estudio.³

2.2. Contexto de la propuesta:

Como se ha visto anteriormente, la necesidad hoy en día es muy grande y desafortunadamente el país no cuenta con la infraestructura ni las aptitudes para transformar la industria energética, y es una labor que va a tomar muchos años, pero es una tarea en la que muchos entes están trabajando.

La intención de éste proyecto es formular una solución de energía eólica para un sector de la población de Manaure, que ya se ha estudiado anteriormente. Como se

¹ Francisca Beatriz Freyle Mengual Alcaldesa de Municipal. *PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL MANAURE – LA GUAJIRA 2012 - 2015. Manaure – Guajira: 7 Junio de 2012.* p.23.

² Wikipedia.Org. *Manaure (La Guajira).*

³ DANE: DANE. BOLETÍN, *Censo General 2005 Perfil Manaure – La Guajira* 08/10/05-05/11/05.

demuestra en el Atlas de Viento y Energía Eólica de Colombia,⁴ el departamento de la Guajira es el que presenta mayor potencial de generación de energía eólica en el país, ya que se alcanzan vientos de hasta 11 m/s. El municipio de Manaure presenta vientos con velocidades promedio de entre 4 a 5 m/s.⁵ tal como lo muestra la imagen 1.

La propuesta en definitiva consiste en suministrar energía a unos 1000 hogares; es decir, se requerirían unos 7MW. De acuerdo a lo expuesto en la tabla número 1, que se detallara más adelante. La zona de aplicación estaría alejada de la población ya que estos sistemas producen mucho ruido; además, en las costas es donde se muestran los mejores registros de velocidad del viento. Para ello se requeriría de un parque similar a Jepírachi, pero solamente con 7 aerogeneradores de una capacidad de generación de 1,3 MW cada uno y sus respectivos sistemas de transformación y distribución de energía eléctrica.⁶

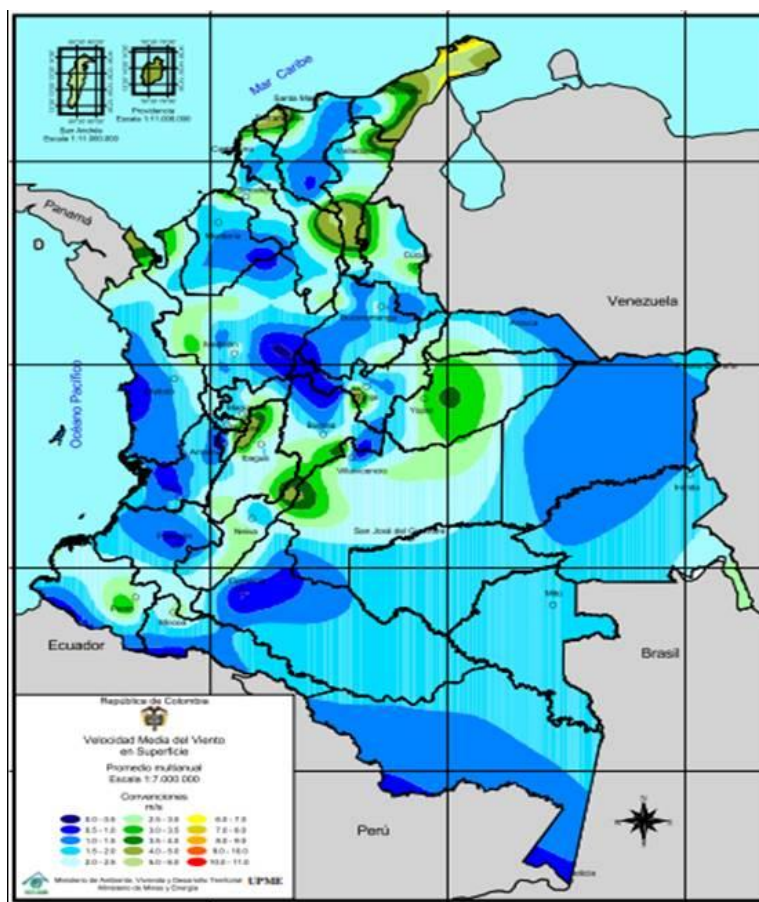


Imagen 1. Promedio multianual. Velocidad media del viento en superficie⁷

⁴ Revista eólica y del vehículo eléctrico REVE. *La energía eólica en Colombia: 40 megavatios eólicos instalados y un potencial desaprovechado y poco estudiado* (2009).

⁵ IDEAM, C. (2006). *Atlas de Viento e Energía Eólica de Colombia*. Bogotá, Colombia

⁶ *Parque eólico Jepírachi*. (2016). Colombia.

⁷ Ibid., p.5

Se debe tener en cuenta que las condiciones climáticas nunca son estables y que las velocidades del viento pueden variar de picos muy altos a otros muy bajos, y que las condiciones meteorológicas tienen mucha incidencia en el funcionamiento de éstos sistemas. Esto traduce en que la potencia instalada es un valor de referencia, fijo y nominal de acuerdo a nuestros aerogeneradores y sistemas instalados. La potencia suministrada va a estar por debajo de éste valor y va a cambiar de acuerdo a dichas condiciones climáticas. Por esto es importante que la zona de aplicación presente una geografía que garantice una buena producción en la mayor parte del tiempo. Para el caso del actual estudio, es la Guajira el departamento en Colombia con los registros promedios más altos de velocidad del viento en el año.

Esto nos demuestra que la tarea es ardua y que hace falta mucho desarrollo por parte de los entes gubernamentales, para apoyar y llevar a cabo proyectos de energía por métodos no convencionales, y con esto contribuir al desarrollo sostenible del país y a un impulso económico para Colombia, ya que Manaure es tan sólo uno de las muchas poblaciones que no cuentan con servicios de energía eléctrica y que incluso, muchas de éstas poblaciones registran un porcentaje más alto de hogares que no gozan del servicio.

2.3. Formulación del problema

Con base en lo anteriormente expuesto, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿La oferta energética eólica, para la población de Manaure en el departamento de la Guajira, cumple con las necesidades básicas de producción de energía eléctrica, que satisfagan las demandas de suministro para la población?

3. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la información suministrada por el DANE en el censo de 2005, el municipio de Manaure ha tenido un incremento promedio poblacional anual correspondiente a un 4,77%.

Ahora bien, el crecimiento de la población impacta directamente con la obtención de recursos y suministro de servicios públicos, como es el caso de la energía eléctrica, donde tan sólo el 30,6% de la población cuenta con un adecuado servicio de energía eléctrica.⁸

⁸ Ibid.,p.4

3.2. DELIMITACIÓN

El proyecto se limita a una evaluación preliminar del potencial de generación de energía eólica en la zona norte de Colombia, en la región caribe, puntualmente en la población de Manaure en el departamento de la Guajira; a partir de la medición de la velocidad y dirección del viento, apoyada en información de las estaciones de IDEAM y del atlas de viento y energía eólica de Colombia, esto, con el fin de proyectar nuevas investigaciones hacia futuros proyectos energéticos alternativos con base en el viento en Colombia.

Geo-espacialmente de la población de Manaure, se encuentra ubicada en el sector semidesértico denominado Media Guajira, cuenta con una extensión de 78 kilómetros de playas sobre el mar caribe enmarcado entre las siguientes coordenadas:⁹

NOROESTE
X = 1"125,000
Y = 1"800,000

NORESTE
X = 1"200,000
Y = 1"800,00

SUROESTE
X = 1"125,000
Y = 1"755,000

SURESTE
X = 1"200,000
Y = 1"755,000

En coordenadas geográficas, su ubicación extrema es:

LATITUD NORTE: Entre los 11° 30" y 11° 45" Latitud Norte

LONGITUD OESTE: Entre los 72° 25" y 73° 00" Longitud Oeste

El Municipio de Manaure limita de la siguiente manera:

Por el norte: con el Mar Caribe.

Por el sur: con el Municipio de Riohacha y el Municipio de Maicao.

Por el oeste: con el Municipio de Riohacha y el Mar Caribe.

Por el este: con el Municipio de Uribía y Maicao.

Extensión total tierra: 1.643 kilómetros cuadrados Km².

Altura sobre el nivel del mar: 10 metros sobre el nivel del mar.

Distancia de referencia: 63 kilómetros de la Ciudad de Riohacha capital del Departamento de la Guajira.

⁹ *Ibíd.*,p.4



Imagen 2. Mapa Departamento de la Guajira

Comportamiento del Viento: Generalmente hay presencia de vientos fuertes, con dirección que lleva sentido Este - Oeste - Noroeste. Otra característica es que la velocidad del viento varía según de acuerdo al mes: Las velocidades mínimas corresponden a octubre y noviembre; mientras que las máximas a los meses de febrero, marzo, abril y agosto.

Los vientos cumplen un factor muy muy importante en la región pues, generan una sensación de frescura a las altas temperaturas que se presentan. En algunos casos, se llegan a presentar vientos que alcanzan velocidades absolutas de hasta 12.5 m/s. Debido a la gran cantidad de viento y sus velocidades, el potencial eólico en el en esta región es alto y muy aprovechable como fuente alternativa para la obtención y generación de electricidad.¹⁰

¹⁰ Ibíd.,p.4

4. MARCO TEORICO

Se habla de energía renovable cuando se obtiene de fuentes naturales inagotables, unas por la cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales sin contaminar el medio ambiente. Es por esto que la energía eólica es renovable.



Imagen 3. Energía Renovable¹¹

La energía eólica se genera cuando su origen proviene de una corriente de aire, por lo tanto es viento, en el planeta tierra el movimiento de aire se debe a las presiones en diferentes partes las cuales van de acuerdo a las zonas geográficas.

Para la generación de energía eólica es importante analizar el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta teniendo en cuenta:

- Vientos locales
- Brisas Marinas
- Vientos de montaña

¹¹ Energía Estratégica, 12 julio de 2016

4.1. Origen de los vientos

El calentamiento de la superficie terrestre por acción de la radiación solar es el principal causante de los vientos. En las regiones ecuatoriales se produce una mayor absorción de radiación solar que en las polares; el aire caliente que se eleva en los trópicos es reemplazado por las masas de aire fresco superficiales proveniente de los polos. El ciclo se cierra con el desplazamiento, por la alta atmósfera, del aire caliente hacia los polos.¹²

La energía eólica captura el viento natural en nuestra atmósfera y lo convierte en energía mecánica y luego en electricidad. Las personas comenzaron a usar hace siglos de energía eólica con molinos de viento que bombean el agua; las turbinas de viento de hoy en día son una versión evolucionada de un molino de viento. Los aerogeneradores modernos aprovechan la energía cinética del viento y la convierten en electricidad. La mayoría de las turbinas eólicas tienen tres palas que están encima de una torre tubular de acero.

El aprovechamiento del viento es una de las formas más limpia y más sostenibles para generar electricidad. La energía eólica no produce emisiones tóxicas y ninguna de las emisiones de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Esto y el hecho de que la energía eólica es una de las fuentes de energía más abundantes y cada vez más a costos competitivos, hace que sea una alternativa viable a los combustibles fósiles que dañan nuestra salud y ponen en peligro el medio ambiente.

4.2. Funcionamiento

Una turbina eólica funciona lo contrario de un ventilador. En lugar de utilizar la electricidad para hacer viento, como un ventilador, las turbinas eólicas utilizan el viento para generar electricidad. El viento hace girar las cuchillas, que giran un eje, que se conecta a un generador y produce electricidad.¹³

¹² Mario Tamayo y Tamayo. *Serie Aprender A Investigar: Módulo 2 LA INVESTIGACIÓN* (ICFES ISBN: 958-9279-13-9) Bogotá: 1999. p.25 - 47.

¹³ EOLICACAT ASOCIACIÓN EÓLICA DE CATALUNYA. *LA TECNOLOGIA*.



Imagen 4. Turbinas Eólicas¹⁴

4.3. Ventajas

Los ahorros adicionales para los dueños del terreno: Los propietarios de tierras pueden buscar rentabilidad mediante la instalación de turbinas de viento en la tierra que incluso pueden ser utilizados para fines agrícolas. La electricidad generada por la energía eólica se puede utilizar para su propio propósito que reducirá su factura de electricidad y la energía excedente puede ser enviada de nuevo a la red eléctrica local que se traducirá en un mayor ahorro. Por otra parte, se puede comprobar si el gobierno ofrece préstamos sin intereses como en el caso de COLCIENCIAS.

La energía eólica, por otro lado ha creado muchos puestos de trabajo para la población local. Desde la instalación de turbinas de viento para el mantenimiento de la zona donde se encuentran las turbinas, se ha generado amplia gama de oportunidades para las personas. Dado que la mayoría de las turbinas eólicas se instalan en las zonas costeras y montañosas, las personas que viven allí se dedican a menudo en el mantenimiento de las turbinas eólicas.

La tecnología moderna: las turbinas de viento de hoy son modernas. Ellas no se ven como antiguos molinos de viento normal. Las turbinas de viento están disponibles en varios tamaños y formas que las personas pueden utilizar para su propio uso o venta de energía a la red local para obtener algunos beneficios.

¹⁴ Energías Renovadas, 11 de septiembre 2012

4.4. Marco Legal

Las energías renovables en Colombia tienen un marco jurídico explícito para los combustibles líquidos, pero no para la generación de electricidad.

Para lograr el desarrollo de energía renovables es necesario contar con un marco normativo legal.

La Ley 697/01,¹⁵ sobre uso Racional de energía define como un propósito dar un paso adelante para aprovechar más las fuentes renovables en pequeña escala y para que, con el tiempo se reduzcan costos y se amplíe la capacidad de energías como la eólica, la solar, la geotérmica o la de biomasa

En La Guajira, las Empresas Públicas de Medellín (EPM) construyeron generadoras eólicas que forman parte del Sistema Interconectado Nacional. Es un proyecto piloto de investigación y, por tanto, EPM ni busca ni obtiene utilidades, y asume riesgos sobre su sostenibilidad hacia el futuro. Es más un programa de responsabilidad social empresarial quede beneficio a los usuarios. Cuatro años después de su instalación, se ha profundizado en el conocimiento y se han entablado relaciones interculturales con los indígenas de la zona. Desde el punto de vista energético, su impacto sobre la oferta total de electricidad es insignificante (0,1%) y en ningún año pudieron generarse los megavatios esperados.

En cuanto a las medidas estructurales, se propone la legalización del marco legal y regulatorio relacionado con la utilización de los recursos, requisitos y procedimientos para proyectos que requieren estudio de impacto ambiental, regulación de la tasa de aprovechamiento del viento por parte de los municipios.

4.5. Marco Histórico

Hablar de energía eólica resulta extraño para muchas personas ajenas a la industria y pareciera que se está hablando de nuevas tecnologías en el mundo, pero que tardarían unos cuantos años en llegar al país. Lo cierto es que los orígenes de la energía eólica se remontan a tiempos muy antiguos, si se tiene en cuenta que los primeros dispositivos que aprovechaban la energía cinética del viento se utilizaban para moler granos y bombear agua. Al día de hoy, lo más parecido a los sistemas de energía eólica, eran los molinos de viento que aún se usan en algunos lugares del mundo, y que datan del siglo IX d.c.¹⁶

¹⁵ Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. *LEY 697 DE 2001 NIVEL NACIONAL*. 5 de Octubre de 2001

¹⁶ *Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). Energía eólica. Instituto Argentino de la energía "General Mosconi"*



Imagen 5. Molino de viento¹⁷

El uso de energías renovables también es relativamente nuevo en Colombia ya que actualmente la producción de energía eléctrica se basa prácticamente en hidroeléctricas, del cual se abastece cerca del 60% de la producción, y las termoeléctricas que tienen a cargo un aproximado del 30%.¹⁸ Esa minoría casi imperceptible corresponde a otras fuentes de producción dentro de las cuales, en un porcentaje están los sistemas no convencionales, y dentro de estos sistemas encontramos la producción de energía eléctrica por medio de aerogeneradores o sistemas de energía eólica.

En Europa y Estados Unidos en cambio vemos que el uso de estas energías es un asunto cotidiano y que está en constante evolución y tecnificación. Para el año 2004, solamente en potencia eólica, habían instalados unos 47,2 GW. De ésta cantidad, la Unión Europea representaba el 72% de la potencia total instalada en el planeta y Asia producía un 10%. Los cinco países del mundo que poseen mayor cantidad de potencia eólica acumulada a finales de 2004 fueron: Alemania (16.630 MW), España (8.155), EE. UU. (6.750), Dinamarca (3.120) e India (3.000). España por ejemplo desarrolló profundos avances en el uso de energía eólica superando a EE. UU. en potencia acumulada, y además fue el segundo país del mundo que más megavatios eólicos nuevos instaló (1.920) durante 2004, muy cerca de Alemania (2.020), líder indiscutible del actual desarrollo eólico mundial.

Europa ha sido tierra fértil para la producción y el uso de sistemas de generación eólicos, siendo Alemania, España y Dinamarca los mayores productores representando 27,9GW de potencia instalada. En el continente asiático se destacan India, Japón y

¹⁷ Molino de Viento, recuperado: <http://www.todopueblos.com/malanquilla-zaragoza/fotos/>

¹⁸ Gúesguán O. (2015) Para 2018 Colombia estará generando energía eólica. *El Espectador Economía*.

China quienes se ubicaban para el año 2004 entre los 10 primeros productores mundiales, disponiendo del 9.7% de la producción en el planeta. El continente Oceánico disponía en conjunto de 555 MW de potencia eólica, teniendo Australia principalmente un enorme potencial de producción, al nivel de la segunda mayor productora en el mundo. El continente Africano contaba para 2004 con 225 MW de potencia instalada, y aunque estaba en constante nivel de evaluación, no se disponía activamente de los recursos para mayores implementaciones de energía solar, a menos que fuese en pequeñas y aisladas poblaciones.

Por el lado del continente americano, Estados Unidos llevaba en 2004 el primer lugar de producción con 6,75 GW con 450 MW, mostrando un crecimiento similar al europeo, mientras que en Canadá, para el mismo año se registraba una acumulación de 450 MW con energía eólica. En el resto del continente se puede ver una operación importante por parte de Brasil y Argentina, quienes produjeron 30 y 25 MW respectivamente para el mismo año.¹⁹

Para Colombia, recién en abril de 2004 se instaló el primer parque eólico, llamado Jepírachi, ubicado en la Guajira, entre las localidades del Cabo de la Vela y Puerto Bolívar, inmediaciones de Bahía Portete, en el municipio de Uribía. Jepírachi tiene una capacidad instalada de 19.5 MW, que representan el 0.15% del potencial nacional, y que se reparten entre 15 aerogeneradores que suministrarían 1.3 MW cada uno. La zona de la Guajira promete un potencial efectivo de conversión de energía eólica a eléctrica de 20.000 MW sólo en parques eólicos. Jepírachi fue registrado como mecanismo de desarrollo limpio (MDL) por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el cambio climático, lo que sirvió para que el Banco Mundial creara el fondo Comunitario del Carbono para apoyar éste tipo de proyectos con comunidades menos favorecidas.²⁰

Además de la Guajira, Colombia cuenta con otras zonas con buen potencial de producción por parte de parques eólicos, tales como San Andrés, Villa de Leyva, Santander, entre otros. Para 2010, Isagén adelantaba la fase inicial de estudios para la implementación de un parque eólico que estaría ubicado cerca de Jepírachi y que tendría una capacidad de producir 31.5 MW, lo que valdría unos USD\$60.000.000. En la isla de San Andrés, se proyectaba instalar un parque eólico con una capacidad de 7.5 MW, por parte de la empresa Sofasa, durante los 3 años siguientes.²¹

Se tiene presupuestado que para 2018, Colombia pueda suplir el 20% de su demanda eléctrica con base a la producción eólica, y hoy por hoy, hay empresas, en su mayoría firmas internacionales, interesadas en el negocio de los sistemas no convencionales. La

¹⁹ Álvarez C. (2006). *Energía eólica. Manuales de energías renovables III. Instituto para la diversificación y ahorro de energía IDEA.*

²⁰ Ruíz, L., (2014). *Colombia y sus variedades para parques eólicos. La República.*

²¹ Palacio L. (2010). *Energía eólica ¿vale la pena para Colombia? UN periódico. Impreso 132.*

Asociación Colombiana de Energía Eléctrica argumenta que dichas empresas están esperando la reglamentación correspondiente, saber sus condiciones y si tienen subsidios. Estas reglamentaciones son las que van a permitir el desarrollo y la comercialización de los sistemas no convencionales de producción de energía.²²

5. DISEÑO METODOLÓGICO

Es necesario determinar cuál sería la carga eléctrica instalada para cada hogar compuesto por un promedio de 5 miembros. Para esto disponemos de la siguiente tabla donde se muestran las potencias individuales de algunos electrodomésticos de uso común en el hogar. Estos valores no son necesariamente el valor real sino que son aproximaciones, ya que dependen del tamaño y del tipo del electrodoméstico en cuestión.

<i>Electrodoméstico</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia en Watios(W)</i>
Nevera	1	300
TV	1	150
Plancha	1	1000
Ventilador	1	150
Computador	1	150
Licuada	1	400
Bombillos (40W)	5	200
Lavadora	1	200
Equipos de sonido	1	80
Estufa	1	2000
Horno microondas	1	1300

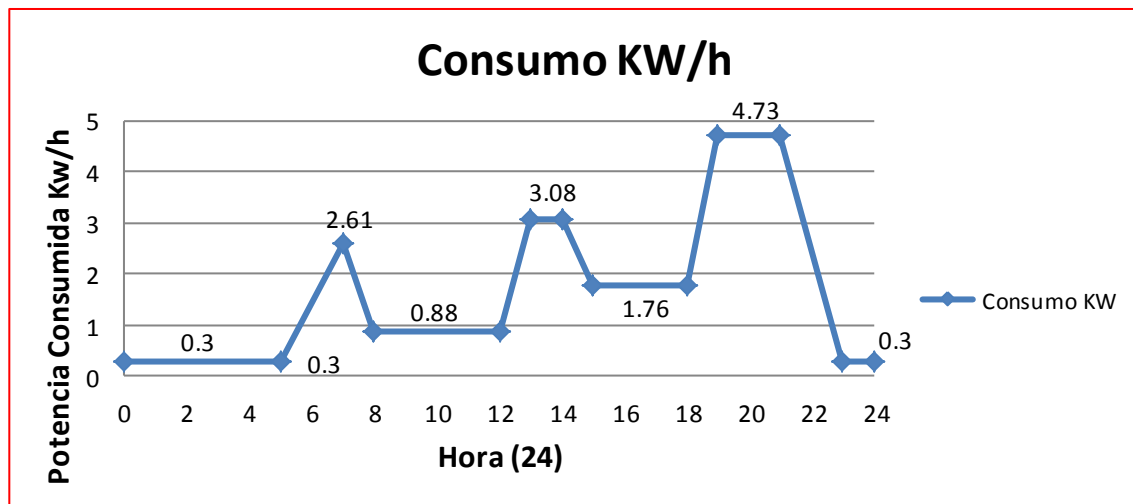
Tabla 1: Potencia de algunos electrodomésticos comunes.

Se supone ésta carga ya que suministra una calidad de vida óptima teniendo en cuenta que se disponen de electrodomésticos y elementos básicos para el hogar. Dicha carga sería de 5930W. Las empresas distribuidoras de energía eléctrica suministran carga instalada en números enteros. Por ejemplo, para el caso de Bogotá se instalan entre 1 y 8 kW por cada unidad residencial, de acuerdo a una evaluación previa de la carga. Para el caso de Manaure, según los datos calculados cada hogar tendría una carga instalada de 7 kW.

En la gráfica N°1 se hace un ejercicio de lo que sería un consumo de potencia en un hogar promedio; para el presente caso en Manaure, teniendo en cuenta los elementos y sus respectivas potencias eléctricas relacionadas en la gráfica N°1.

²² *Ibíd.*, p.14

En éste gráfico se muestra el comportamiento de la carga en un día normal suponiendo las actividades cotidianas de la población en determinado horario. Por ejemplo, se muestra que entre las 00:00 y las 05:00 horas hay un consumo de 300W/h que equivale al funcionamiento de la nevera según la tabla N°1; esto durante ese lapso sería el único electrodoméstico en funcionamiento ya que las personas se encuentran durmiendo. Hacia las 07:00 horas se presenta un pico de consumo de 2,61KW/h que corresponde al funcionamiento de la estufa eléctrica (2000W), el ventilador (150W), 4 bombillos (160W) y la nevera (300W).



Grafica N°1. Comportamiento del consumo de energía eléctrica

Otro punto importante a analizar es donde se e el pico más alto de consumo en el día; esto es a las 19:00 horas, donde se consumen 4,73KW/h de energía eléctrica. Allí se hace uso de la nevera (300W), el televisor (150W), el ventilador (150W), el computador (150W), los 5 bombillos (200W), el equipo de sonido (80W), la estufa (2000W) y el horno microondas (1300W).

Cabe aclarar que para el presente estudio la carga instalada requerida sería de 7KW aunque en el cálculo tan sólo se necesiten un poco menos de 6KW, y esto se debe a que siempre se calcula la capacidad con una tolerancia por encima del nominal a plena carga. Para éste caso, la tolerancia está en un poco más del 15%. Otro punto importante a tener en cuenta es que los sistemas de generación eléctrica por energía eólica nunca garantizan un valor fijo de capacidad o eficiencia ya que como se ha dicho antes, dependen de las condiciones atmosféricas, y particularmente de que la velocidad del viento se mantenga el mayor tiempo posible en un valor mayor a los 4m/s. Entendiendo éstos aspectos se puede ver el sistema tendrá fluctuaciones de eficiencia

en rangos muy grandes y que se haría necesario que los sistemas estén dispuestos de baterías y elementos que permitan almacenar adecuadamente la energía generada.

Ahora, si quisiéramos suministrar los 7kW de energía eléctrica a cada hogar correspondiente al 69,4%, habría que generar 104.937 kW; esto es unos 105 MW. Como se sabe, sólo Jepírachi es capaz de suministrar 19,5 MW; es decir, que bajo ésta proporción, Jepírachi sería capaz de suministrarle energía eléctrica (a plena carga) a unos 2785 hogares, esto es un 2,5% de la población de Manaure.

Como se había anotado anteriormente, el motivo del presente proyecto es realizar el estudio para generar 7MW de energía eléctrica para 1000 hogares de Manaure, compuesto en promedio por 5 personas.

6. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

6.1. FUENTES PRIMARIAS

Realizar consulta a la población, empleando herramientas informáticas como chats o correos electrónicos, video llamadas entre otros, con el fin de obtener información que aporte y contribuya alimentado estadística y teóricamente el presente proyecto.

6.2. FUENTES SECUNDARIAS

Se tomará como base la información consignada y documentada por entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, el Atlas de viento y energía eólica de Colombia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, páginas web, entre otros.

6.3. RECURSOS

Con el fin de recompilar la información que nos logre llevar al objetivo del presente proyecto investigación, se requiere principalmente de recursos tecnológicos y bibliográficos como:

- La operación de investigación, documentación y centralización de la información es llevada a cabo por los tres estudiantes que formulan el presente proyecto de investigación.
- Como recurso físico, es requerimiento fundamental el uso de equipos de cómputo con el fin de lograr realizar la recopilación de información de información consultando las diferentes páginas web y documentos técnicos.

7. CRONOGRAMA

A continuación se relacionan las actividades a realizar una vez aprobada la temática del presente proyecto:

MES - JULIO		PROGRAMACIÓN ELABORACION PROYECTO ENERGIA EOLICA MANAURE - GUAJIRA				
Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	
27	28	29	30	1	2	
Entrega Ante Proyecto				Entrega Informe laboratorio, Caldera ECCI	3	
4	5	6	7	8	9	
Entrega Informe laboratorio, Caldera ECCI - RETROALIMENTACIÓN POR PARTE DEL INGENIERO SOBRE DOCUMENTO ANTEPROYECTO		Documentación y correcciones Proyecto	Documentación y correcciones Proyecto	Documentación y correcciones Proyecto	10	
11	12	13	14	15	16	
Documentación y correcciones Proyecto	Documentación y correcciones Proyecto	Entrega Documento	Fecha para sustentación	Fecha para sustentación	17	

Tabla 2: Cronograma de actividades.

8. CONCLUSIONES

- La evidencia mostrada por los distintos documentos como el Atlas de la energía eólica del IDEAM, los artículos de investigación de medios de prensa e información empresarial confirman a La Guajira como el departamento en Colombia con los mejores promedios de velocidad de viento, lo que la hace una gran potencial generadora de energías renovables, particularmente por generación eólica. No en vano, grandes empresas del sector eléctrico como Isagén y otras multinacionales están iniciando exploración y medición de las condiciones del viento para la gestación de nuevos megaproyectos, incluso más grandes que Jepírachi.
- Tanto las zonas no interconectadas como los municipios y veredas alejadas de las principales ciudades o zonas urbanas siguen siendo grandes damnificados por la poca atención por parte de los gobiernos y alcaldías locales; además se demuestra que Colombia tiene un gran campo por avanzar en cuanto a la implementación y desarrollo de tecnologías de vanguardia que permitan la generación de nuevas formas de energías renovables, por métodos no convencionales.
- Según el artículo del impreso de la UN (Palacio 2010), el gerente general de Isagén Luis Fernando Rico, construir un parque eólico de 31,5 MW costaría unos USD\$60.000.000. Bajo esa proporción, la propuesta hecha en éste proyecto es de 7MW para 1000 familias, es decir 4,5 veces más pequeña. Eso significaría que la inversión para llevar a cabo la propuesta debería ser aproximadamente de un poco más de USD\$13.000.000.

9. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- Álvarez C. (2006). *Energía eólica. Manuales de energías renovables III*. Instituto para la diversificación y ahorro de energía IDEA.
- DANE. BOLETÍN, Censo General 2005 Perfil Manaure – La Guajira. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/guajira/manaure.pdf> 08/10/05-05/11/05.
- *Energía Estratégica*, 12 julio de 2016, recuperado de: <http://www.energiaestrategica.com/columna-de-opinion-energias-renovables-otra-asignatura-pendiente/>
- *Energías Renovadas*, 11 de septiembre 2012, recuperado de: <http://energiasrenovadas.com/el-poder-eolico-podria-cubrir-la-demanda-mundial-de-energia-en-2030/>
- EOLICACAT ASOCIACIÓN EÓLICA DE CATALUNYA. LA TECNOLOGIA. Disponible en: <http://eoliccat.net/la-tecnologia/preguntas-frecuentes/?lang=es>
- Francisca Beatriz Freyle Mengual Alcaldesa de Municipal. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL MANAURE – LA GUAJIRA 2012 - 2015. Disponible en: http://www.manaure-laquajira.gov.co/apc-aa-files/35346465396630316261313435653934/plan-de-desarrollo-2012-2015_2.pdf Manaure – Guajira: 7 Junio de 2012. p.23.
- Güesguán O. (2015) Para 2018 Colombia estará generando energía eólica. *El Espectador Economía*.
- IDEAM, C. (2006). *Atlas de Viento e Energía Eólica de Colombia*. Bogotá, Colombia
- *La energía eólica en Colombia: 40 megavatios eólicos instalados y un potencial desaprovechado y poco estudiado (2009)*. Revista eólica y del vehículo eléctrico REVE.
- Mario Tamayo y Tamayo. *Serie Aprender A Investigar: Módulo 2 LA INVESTIGACIÓN (ICFES ISBN: 958-9279-13-9)* Bogotá: 1999. p.25 - 47.
- *Molino de Viento*, recuperado página Web: <http://www.todopueblos.com/malanquilla-zaragoza/fotos/>
- Moragues, J., & Rapallini, A. (2003). *Energía eólica. Instituto Argentino de la energía “General Mosconi”*. Disponible en: http://www.iae.org.ar/renovables/ren_eolica.pdf
- Palacio L. (2010). *Energía eólica ¿vale la pena para Colombia?* UN periódico. Impreso 132.
- *Parque eólico Jepírachi*. (2016). Colombia. www.epm.com.co
- Ruíz, L., (2014). *Colombia y sus variedades para parques eólicos*. La República.

- *Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. LEY 697 DE 2001 NIVEL NACIONAL. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4449> . 5 de Octubre de 2001*
- *Tamayo y Tamayo: La investigación y el conocimiento (INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, ICFES).*
- *Wikipedia.Org. Manaure (La Guajira). Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Manaure_\(La_Guajira\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Manaure_(La_Guajira))*