

**VENTAJAS DEL APROVECHAMIENTO DEL VIENTO EN LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS EÓLICOS EN  
COLOMBIA**



**AUTOR**

WILLIAM ALBERTO CASTRO SÁNCHEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Director:

**José ARTURO LAGOS SANDOVAL**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**

**PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**BOGOTÁ, 17 OCTUBRE 2019**

## **Resumen**

El presente es un ensayo sobre la utilización de las energías renovables. Para su correcto entendimiento se tomó información generalizada que abarca el desenvolvimiento de los diferentes tipos de nuevas energías cuya pretensión es la de lograr establecer mecanismos propios que incidan en la independencia de los combustibles fósiles. Combustibles que generan devastación al medio ambiente y además de ello se ha demostrado que son fuentes que muy pronto llegaran a su fin. Como va el panorama general referente a este tipo de energías y como este se refleja en Colombia. Diversos estudios se han planteado sobre la implementación de esa nueva cultura de energía, La desventaja más grande se nota en la energía eólica a pesar de los estudios la efectividad geográfica en áreas como la guajira para su implementación. Ahora bien, es correcto destacar como desde el campo ingenieril se podría aportar al desarrollo e implementación de esta energía.

## **Introducción**

En la transformación para que ocurra acción intervienen diferentes fuentes de energía, energía que se muestra y/o manifiesta de varias formas según el uso que se le desea dar. Una de esas formas es la energía utilizada por los diferentes sectores. Son muchas las industrias que existen en el mundo, lo cual hace del consumo energético una base para su correcto funcionamiento. Si pasamos al sector energético colombiano se pensaría que dicha demanda energética no sería más baja ya que son muchas los contextos en donde su utilización es indispensable. Pero la cuestión

está en informar si existen algunos elementos o medidas que le permitan a esos contextos ahorrar tan elevados consumos que por su uso energético puedan prevalecer.

Además de ello y como tema primordial para nuestra sociedad, en general hoy en día se habla sobre la amigabilidad con el medio ambiente. Es aquí cuando surge la necesidad de ser transversales en varios aspectos como lo son el consumo y la protección del ambiente desde de la industria. Se toma el tema de las energías renovables y cómo la industria y más exactamente la colombiana se acoge a ellas como alternativa novedosa y protectora del medio ambiente, como sabemos la energía que proviene de otras fuentes que no son renovables contaminan y en muchos de sus casos son de combustibles fósiles, caso contrario al de las renovables que se obtienen de fuentes naturales como lo es el viento, el agua, el sol entre muchas otras existentes. Si hablamos de la energía que proviene del viento estaremos hablando de la energía eólica y es esta la base que se mostrara en el desarrollo del siguiente documento. Como fundamento raíz, se informará sobre como la industria colombiana ha avanzado hacia este tipo de energía y que caracteriza a los contextos que deciden implementarla.

Durante el desarrollo del presente documento nos encontraremos con el cómo se ha desarrollado la energía eólica tanto a nivel general, como a nivel específico y más exactamente en Colombia verificando así su respectiva operatividad desde la industria y qué es lo que conlleva a esta nación a implementar dicho tipo de energía. De igual manera se citarán medidas reglamentarias si las hay por parte de los diferentes entes gubernamentales que permitan su aplicación o si por el contrario están en proceso de implementación y / o definitivamente no las hay.

## Objetivos

- General

Identificar las características en el aprovechamiento del viento como fuente generadora de energía en la industria colombiana.

- Específicos

- 1) Identificar cuáles son los elementos que enmarcan la implementación de la energía eólica en la industria colombiana.
- 2) Verificar la cantidad de energía eólica que aportaría un nuevo proyecto en Colombia.
- 3) Describir la forma en que se adoptan los proyectos de carácter eólico en algunas áreas de Colombia.

## **Desarrollo**

### ***Las energías renovables.***

Como bien es sabido la energía que por muchos años ha sido utilizada para diferentes procesos de transformación en algún momento llegara a su fin, cuando los combustibles fósiles ya no existan. Son muchas las alternativas que han surgido, entre ellas las energías renovables, vistas ellas como fuentes inagotables que podrían sustituir de alguna manera la producción de energía. Pero que es lo que caracteriza la indispensabilidad de dichas energías renovables.

Las energías renovables son indispensables para que un proceso productivo incremente su eficiencia, mejore su desempeño ambiental y fortalezca su ventaja competitiva en la medida en que su uso sirve para disminuir las emisiones atmosféricas y por lo tanto aporta a la mitigación del cambio climático (Romero, 2015, pág. 4).

En teoría son muchos los beneficios que se logran obtener de las energías renovables, entre ellos la sustentabilidad que se presentara en los años venideros y los que les preceden a ellos, y que demuestran ser muy fortalecidas por ser una gran alternativa a la energía fósil que se utiliza actualmente. De hecho, en América latina, y como se especificará más adelante sobre salen las siguientes formas de transformación de la energía:

El sector de las energías renovables en América Latina es casi totalmente dominado por sólo dos formas: hidroeléctrica y biocombustibles, que representan respectivamente el 36% y 62% de la cuota total de las energías renovables. Otras formas de energías renovables han llegado a representar sólo una fracción insignificante de la producción total de energía (1,4%) (Pereira, 2015, pág. 39).

De igual manera y por conocimientos propios tenemos diferentes tipos de energías renovables como lo son la fotovoltaica o más conocida como la energía que se obtiene del sol, y que se caracteriza por la utilización de paneles solares y otros elementos que hacen posible su transformación, contamos también con la energía proveniente del agua o hidroeléctrica y la utilización de su fuerza para la producción de energía. Dentro de este gran abanico renovable también encontramos la energía con biomasa, biogás, y la energía del mar y su potente utilización de las olas, entre muchas otras y sin restar importancia a ninguna de ellas encontramos la energía eólica cuya base de sustentación se encuentra en el aprovechamiento del viento.

Todas ellas formando un conjunto transversalizado de aspectos medioambientales y acciones que mitigan los efectos del fin de la energía fósil que actualmente utilizamos en el contexto en que vivimos.

A nivel mundial, según reportes de REN21 (Red internacional de políticas dedicadas a construir un futuro energético sostenible con energías renovables) afirman lo siguiente:

This year's Renewables 2018 Global Status Report (GSR) reveals two realities: one in which a revolution in the power sector is driving rapid change towards a renewable energy future, and another in which the overall transition is not advancing with the speed needed. While momentum in the power sector is positive, it will not on its own deliver the emissions reductions demanded by the Paris climate agreement or the aspirations of Sustainable Development Goal 7. The heating, cooling and transport sectors, which together account for about 80% of global total final energy demand, are lagging behind (Zervos, 2018, pág. 1).

Informe que al parecer no genera buenas expectativas aún. Por una parte, se impulsa todo lo que tiene que ver con las energías renovables, pero su inserción es muy lenta contrario al aumento de la contaminación y culminación de los combustibles fósiles. “As this year’s report shows, corporate renewable energy sourcing has moved beyond the United States and Europe and is now found in countries such as Burkina Faso, Chile, China, Egypt, Ghana, India, Japan, Mexico, Namibia and Thailand” (Zervos, 2018, pág. 1).

El crecimiento y la expansión de las energías renovables se ha venido notando a través de los años, desbordándose de esta manera a nuevos países y continentes destacándose hasta el año 2018 el aumento de la producción en Chile. Veamos un poco más hacia nosotros, hacia Colombia.

### ***Las energías renovables en Colombia.***

Se sabe que es trabajo de todos llegar a ser partícipes y responsables con el medio ambiente, es aquí en donde debemos fijarnos que tan fuerte podemos llegar a ser en la implementación de estas nuevas metodologías energéticas, independientemente como se cita a continuación:

(...) El país no es un gran aportante a las emisiones totales, y por tanto no es un responsable en mayor medida de este fenómeno. Sin embargo, esto no significa que no se debe analizar la situación nacional y contribuir, en lo que corresponda, a mejorar las condiciones locales así su efecto a nivel global no sea mayor. Es la única forma de lograr las metas mundiales (Corredor, 2018, pág. 116).

Y entonces viéndonos en ese nivel con respecto al panorama general, como podría ser la aportación y desarrollo dentro de esta nación.

(...) en Colombia la generación de energía eléctrica se basa en el aprovechamiento de la energía hidráulica producida en embalses la cual tiene una participación del 70% (Portafolio, 2016). Esto genera una gran dependencia hacia esta energía y al ser un recurso que se ve afectado directamente por el cambio climático no es aconsejable para el país (Medina & Venegas, 2018, pág. 13).

Como sabemos, el agua es uno de los grandes recursos que tiene Colombia el cual le permite ser abanderado en el tema hídrico, incluso hoy en día escuchamos el tema de la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos como lo es el caso de hidroituango, y otras más pequeñas, pero como se indica en la cita es una fuente limitada, creo yo por el mal y exagerado uso que se le da a este recurso.

Se ha escuchado también sobre grandes proyectos que tienen que ver con la energía que se aprovecha del sol o la fotovoltaica, y del aprovechamiento del viento en zonas como la guajira y otras de donde se aprovecha para la producción de energía eólica.

Es con respecto a este tema, “energía eólica”, que se crea en Colombia el atlas del viento en donde se muestran variados análisis que tienen que ver con la forma en que se distribuye el viento en el territorio. En palabras de los autores: “Presenta la variabilidad diurna del viento a través del año para sitios que pueden ofrecer algún interés desde el punto de vista del aprovechamiento energético a partir de la dinámica atmosférica” (Ruíz, Serna, & Zapata, 2017) .

A manera de ejemplo y tomando ilustraciones del mismo atlas, se toma la siguiente imagen en donde se muestra porque es la Guajira y sus alrededores el sitio predilecto para los proyectos eólicos:

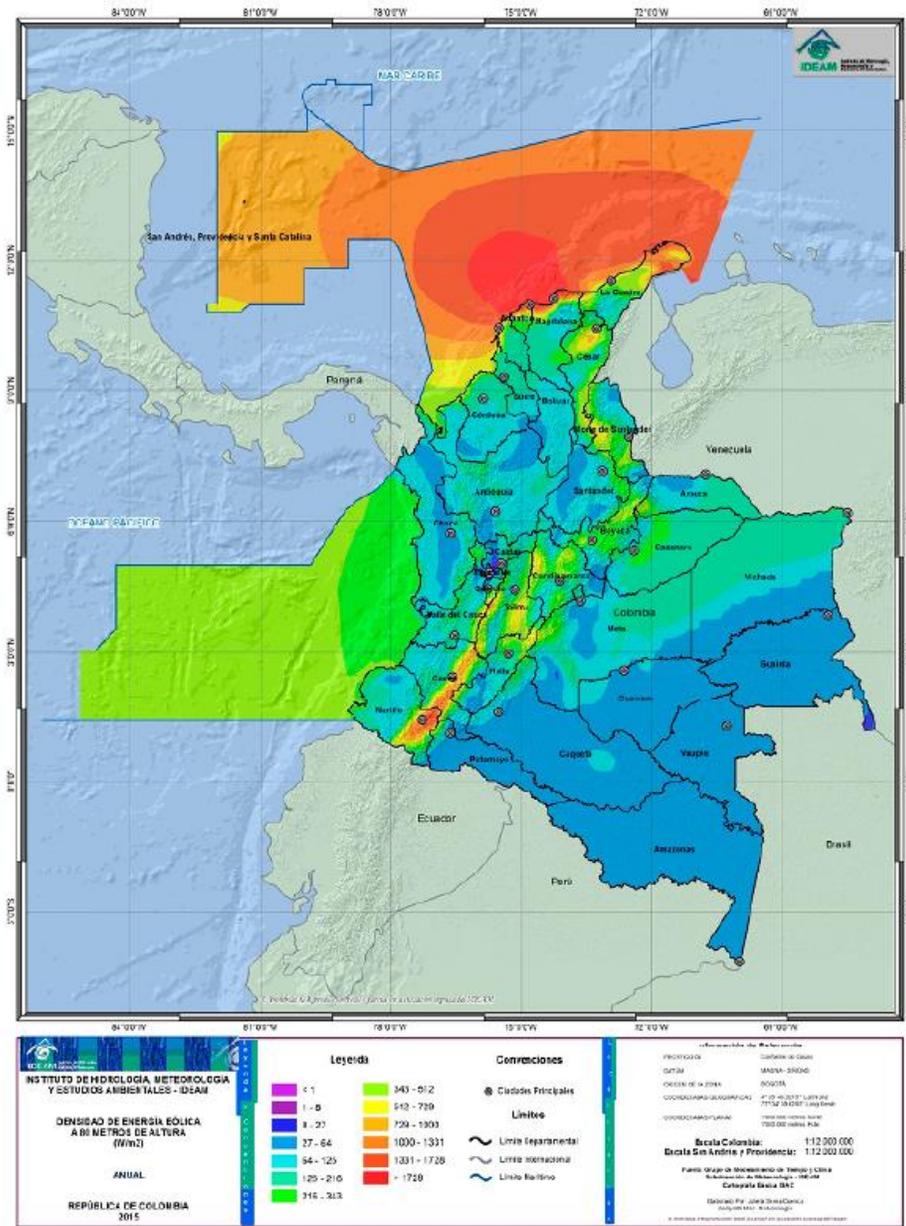


Figura 1. Atlas del viento. Densidad anual de energía eólica a 80m de altura

Fuente: extraído

<http://www.si3ea.gov.co/Home/Energ%C3%ADaEolica/tabid/75/language/es-ES/Default.aspx>

Se toma como referente la anterior imagen que muestra cómo según la densidad de energía eólica a 80m de altura se comporta sobre Colombia, en donde se destaca que: “ la mayor energía acumulada se encuentra en el mar caribe, guajira y macizo colombiano” (Ruíz, Serna, & Zapata, 2017, pág. 64).

Como se tomó la anterior imagen, también se deben tener muchos aspectos como las épocas o meses del año en donde el viento toma sus mayores valores pertinentes para la producción energética.

### ***Las energías renovables y la industria eólica colombiana.***

Personalmente conozco una planta de biocombustibles que queda en las afueras de Bogotá, más exactamente en Facatativá, es allí en donde utilizan la palma de aceite para la producción de bio Diesel, y que al parecer es una de las metodologías energéticas más utilizadas actualmente, como se anota a continuación: “Sobre biocombustibles en Colombia se apunta un claro comienzo a la independencia de combustibles fósiles, con la premisa de una matriz energética sostenible que asegure el crecimiento de la industria, el desarrollo social y la preservación del ambiente” (Delgado , Salgado, & Perez, 2015, pág. 13).

La industria colombiana se empieza a mover desde este y muchos otros aspectos, donde encontramos la implementación de paneles, disminuyendo de esta manera la producción de energía que normalmente se consume. Es la industria eólica cuyo movimiento inicialmente se centra en la guajira por ser allí en donde el viento es bien dotado en muchas de sus características, como indica el siguiente autor:

(...)en esta zona puede haber un potencial de generación de 5.000 a 6.000

megavatios de energía eólica; pero también es importante porque ofrece facilidades

para la movilización de equipos y maquinas que pesan hasta 400 toneladas. Hay otros sitios en el interior del país, con buen potencial de vientos pero que son muy pequeños para dedicarlos a la generación de energía, como los páramos (Castillo , 2009).

Pero en fuentes más específicas y actualizadas a 2019, cabe anotar la siguiente información:

En materia de solicitudes de conexión al Sistema Interconectado Nacional, la entidad aprobó 90 proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable por el orden de 6.274 MW, lo cual representó un aumento de 53% frente al mismo período del año anterior, de los cuales 4.353 MW corresponden a 70 proyectos con tecnología fotovoltaica, 1.862 MW a 14 proyectos eólicos y 59 MW a 6 proyectos de biomasa, la mayoría de ellos ubicados en los departamentos de la Guajira, Cesar, Atlántico, Bolívar, Tolima, Magdalena, Valle del Cauca y Cauca (UPME, 2019, pág. 1).

Que contrario a lo que se mostraba en años anteriores, el tema de la renovación va un poco más allá, se observa como repuntan los nuevos proyectos cuya base es fotovoltaica seguidos por los eólicos, ello acierta a que gracias a las condiciones y estudios del territorio son muchos los proyectos que están empezando a generar valioso interés por la renovación energética.

#### ***Situación de la industria eólica en Colombia.***

A parte de la conciencia medio ambiental, en la actualidad también existen políticas que incentivan la implementación de energías renovables, y es ello lo que conlleva a que se acelere el crecimiento desde el punto industrial aumentando de esta manera el consumo renovable;

Precisamente sobre el impulso de las energías renovables, el director de la UPME subrayó el interés inversionista por acogerse a los incentivos tributarios ofrecidos a través de la Ley 1715 de 2014

(...)Durante el último año emitimos aval a 171 proyectos de 130 empresas, cuya potencia agregada suman 2.379 MW, principalmente en proyectos de energía solar fotovoltaica de pequeña escala y de energía eólica, con un beneficio potencial en exclusión de IVA estimado en \$66.000 millones de pesos (UPME, 2019, pág. 1).

Como se ha notado hasta el momento cada proyecto nuevo, cada inversión renovable se mide y se estima por su cantidad de MW aportados, según UPME y si miramos la capacidad efectiva por tipo de combustible, en Colombia dicha capacidad ha aumentado refiriéndonos a la energía eólica cuya capacidad efectiva a 2018 mantuvo uno constante de 18420 MW:

AÑO	2015	2016	2017	2018 S1
ACPM	1.247,000	931,000	1.248,000	1.240,000
AGUA	11.500,548	11.606,398	11.725,628	12.258,368
BAGAZO	93,200	91,800	130,700	142,700
BIOGAS		2,250	3,950	3,950
BIOMASA		1,700		
CARBON	1.348,400	1.355,500	1.369,000	1.727,000
COMBUSTOLEO	299,000	187,000	314,000	309,000
GAS	1.667,450	2.092,950	1.707,950	1.703,290
JET-A1	46,000	46,000	46,000	44,000
MEZCLA GAS -JET-A1	264,000	264,000	264,000	264,000
RAD SOLAR	18,420	18,420	9,800	9,800
VIENTO			18,420	18,420
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>16.484,018</b>	<b>16.597,018</b>	<b>16.837,448</b>	<b>17.720,528</b>

Figura 2. UPME Capacidad Efectiva de generación por tipo de Combustible (2018)

Fuente: extraído

[http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin\\_Estadistico\\_2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf)

La cuestión está en saber de esa capacidad efectiva, cuanto en realidad se logró generar.

Según UPME en el informe estadístico a 2018, se presentan los siguientes datos:

AÑO	2015	AÑO	2016
ACPM	1.041,3	ACPM	1.348,4
AGUA	44.681,9	AGUA	46.787,9
BAGAZO	513,9	BAGAZO	592,3
CARBON	6.255,5	BIOGAS	2,3
COMBUSTOLEO	490,7	BIOMASA	3,2
GAS	13.452,1	CARBON	5.408,1
QUEROSENE	44,7	COMBUSTOLEO	532,6
VIENTO	68,4	GAS	11.002,2
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>66.548,5</b>	GAS NI	33,4
		QUEROSENE	173,8
		VIENTO	50,9
		<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>65.935,2</b>

AÑO	2017	AÑO	2018 - S1
ACPM	10,6	ACPM	4,6
AGUA	57.341,9	AGUA	27.186,9
BAGAZO	626,4	BAGAZO	339,4
BIOGAS	5,5	BIOGAS	1,6
BIOMASA	0,6	CARBON	2.109,7
CARBON	2.399,5	COMBUSTOLEO	53,4
COMBUSTOLEO	50,4	GAS	3.442,9
GAS	6.195,8	GAS NI	379,6
GAS NI	27,9	RAD SOLAR	6,9
QUEROSENE	5,4	VIENTO	16,6
VIENTO	3,1	<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>33.541,7</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>66.667,0</b>		

Fuente: M, septiembre

Figura 3 UPME Generación Energía Eléctrica SIN (2018)

Fuente: Extraído de

[http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin\\_Estadistico\\_2018.pdf](http://www1.upme.gov.co/PromocionSector/SeccionesInteres/Documents/Boletines/Boletin_Estadistico_2018.pdf)

La situación industrial de muchas de las empresas es que para llevar a cabo cada uno de sus procesos necesitan de mucha energía. Hincapié (2018) en su estudio sobre Caracterización, impacto e implementación de las energías alternativas en Colombia en empresas públicas y privadas, referente a la utilización industrial de energía eólica se toma la siguiente información.

En cuanto empresas privadas según el mismo estudio mencionado, son muy pocos los proyectos eólicos a nivel industrial los que se han ejecutado, destacándose entre ellos la instalación de un aerogenerador en el año 2014(Universidad Jorge Tadeo Lozano), en el sector industrial público no se presentan instalaciones (pág. 20).

A nivel general se saben sobre casos como los del parque Jeripachi y sus 15 aerogeneradores, pero pues sus grandes expectativas no se cumplieron.

En reportes del sistema de información eléctrico colombiano (SIEL, 2019), se muestran los siguientes reportes en cuanto proyectos eólicos en Colombia, en donde destaco proyectos que no son de la guajira:

*Tabla 1.*

Información parcial obtenida de Informe Dinámico de Registro de Proyectos de Generación de Energía Eléctrica.

Nombre del proyecto	tipo	Recurso	Tecnología	MW	Promotor
Parque eólico Colibrí III	Eólico	Viento	Aerogenerador	92.00	Colibrí Energy S.A.S
Parque eólico Colibrí II	Eólico	Viento	Aerogenerador	73.00	Colibrí Energy S.A.S

*La tabla 1 muestra los proyectos de generación de energía eólica en Boyacá. (SIEL, 2019)*

Fuente:

<http://www.siel.gov.co/Inicio/Generación/InscripcióndeproyectosdeGeneración/tabid/113/Default.aspx>

Cabe destacar que en el Informe Dinámico de Registro de Proyectos de Generación de Energía Eléctrica se pueden tomar datos de todos los proyectos nuevos de energía a 2019 entre los que se encuentran además de los eólicos, los hidráulicos, térmico, solares entre otros. Se tomaron los proyectos que en la actualidad se tienen hacia el futuro en áreas como Boyacá, proyectos que se destacan de muchos que son en la Guajira, Bolívar, entre otros.

### ***La ingeniería industrial y la energía eólica.***

A nivel ingenieril general es indispensable destacar como ingenieros colombianos aportan creando elementos necesarios para la implementación de dicha energía, y que vale la pena destacar en lo siguiente:

Colombia no se queda atrás, el país junto con Brasil y México es uno de los pioneros en América Latina en la producción de transformadores para energía eólica y solar.

Específicamente desde la planta de Siemens en el municipio de Tenjo, en el departamento de Cundinamarca, un grupo de colombianos está produciendo transformadores para esta clase de energías, los cuales ya están en funcionamiento en Estados Unidos y Canadá (Vargas, 2011).

Pero en si no son aportaciones de ingenieros industriales, ya que en otros apartes del artículo citado se muestra que los creadores en parte son ingenieros mecánicos.

A modo personal pienso que son muchas las aportaciones que un ingeniero industrial podría realizar en la implementación de la energía eólica y en conjunto de las demás energías renovables. Si nos detenemos a ver cuáles son los objetivos de dicha área ingenieril podemos destacar la toma de decisiones y la fabricación, el diseño y la productividad en su conjunto, entre muchos otros administrativos y financieros. Pues bien, los elementos básicos que se deben tener en cuenta para la correspondencia o no de cierto lugar geográfico en donde se necesiten realizar

instalaciones eólicas necesita de cálculos que permita generar decisiones acertadas. Dichos cálculos tienen métodos y metodologías que se necesitan saber para cubrir las necesidades prioridades eólicas de un lugar. El espacio geográfico arroja datos, datos que bajo la experticia del ingeniero industrial podrían ser utilizados como sustentos a sus variadas decisiones sobre los proyectos ingenieriles.

Ahora bien, para la instalación de este tipo de energía también es necesario el diseño y dimensionamiento global para la instalación de baterías y la correcta elección de sus diferentes sistemas operativos.

Aunque no es un campo específico de la ingeniería industrial, que parecería más bien de la ingeniería electrónica y sus afines; se debe tener en cuenta que la parte científica y tecnológica del área ingenieril y su adecuado estudio, hacen parte de la base para crear elementos satisfactorios e innovadores para sociedad; caso que comparten todas las ingenierías.

### ***Conclusiones.***

El aprovechamiento del viento en Colombia se estima desde las diferentes situaciones geográficas del país, destacándose entre ellos zonas como la guajira, atlántico. Lugares en donde el aprovechamiento del viento podría generar grandes cantidades de MW con respecto a otras zonas del país.

Características como la accesibilidad a los lugares de instalación, también son tenidos en cuenta en los diferentes proyectos eólicos que actualmente se realizan y se programan en el país.

Las cantidades de energía eólica suministrada por los diferentes proyectos energéticos están entre los  $125 \text{ W/m}^2$  y los  $1000 \text{ W/m}^2$ . Son los picos de mayor incidencia en donde se de tener en cuenta las épocas y meses del año.

La energía fotovoltaica es la más utilizada en nuestro territorio, destacándose ella por encima de la eólica.

A nivel industrial la energía eólica es poco utilizada, esto puede ser debido a las condiciones atmosféricas que poco se adaptan a sus requerimientos.

Los aportes de las ingenierías y la ingeniería industrial en cuanto a la intervención hacia la puesta en marcha de este tipo de energía, se encuentra en su capacidad de innovación y diseño hacia los proyectos que favorecen a una sociedad.

### **Bibliografía**

- Castillo , C. (23 de Septiembre de 2009). Empresa EPM desarrolla primer parque piloto para generar energía eolica: [Source: NoticiasFinancieras]. NoticiasFinancieras. Obtenido de <http://ezproxy.umng.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.umng.edu.co/docview/465404662?accountid=30799>
- Corredor, G. (2018). Colombia y la transición energética. *Ciencia política*, 107-125.
- Delgado , J., Salgado, J., & Perez, R. (2015). Perspectivas de los biocombustibles en Colombia. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13-28.
- Hincapié, L. (3 de Septiembre de 2018). Caracterización, impacto. *Inventum* vol. 13, 17-28. doi:10.26620/uniminuto.inventum.
- Medina, S., & Venegas, A. (2018). Energías renovables un futuro optimo para colombia. *Punto de vista*, 1 - 16. Obtenido de Dialnet.
- Pereira, M. (2015). Relación entre energía, medio ambiente y desarrollo económico a partir del análisis jurídico de la energías renovables en Colombia. *SABER, CIENCIA Y Libertad*, 10(1), 35-60.
- Romero, J. (2015). Energia renovable y el ciclo de vida del bien o servicio limpio en la organización productiva. *Revista de tecnología*, 4 - 7.
- Ruíz, J., Serna, J., & Zapata, H. (2017). *Atlas del viento de Colombia*. Bogotá, D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- SIEL, S. U. (2019). Informe de registro de proyectos de generación semana 39. Bogotá: UPME. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de

<http://www.siel.gov.co/Inicio/Generación/InscripcióndeproyectosdeGeneración/tabid/113/Default.aspx>

UPME. (9 de Agosto de 2019). UPME. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/SalaPrensa/ComunicadosPrensa/Comunicado\\_03\\_2019.pdf](http://www1.upme.gov.co/SalaPrensa/ComunicadosPrensa/Comunicado_03_2019.pdf)

Vargas, P. (3 de Junio de 2011). Ingenieros colombianos producen transformadores para energia eolica. NoticiasFinancieras. Obtenido de <http://ezproxy.umng.edu.co:2048/login?url=https://search-proquest-com.ezproxy.umng.edu.co/docview/869886831?accountid=30799>

Zervos, A. (2018). Global status report. Renewables 2018, 1.