

Estudio comparativo entre energía eléctrica y energía solar en viviendas unifamiliares ¹

Comparative study between electrical energy and solar energy in single-family homes

Sharon Daniella Maldonado Alarcón²

William Andrés Galván Salas³

Guiselle Andrea Suarez Velandia⁴

REVISTA FORMACIÓN ESTRATEGICA. Aprobado: julio 2022

RESUMEN

En este artículo se busca hacer una comparación detallada entre la energía eléctrica y la energía solar, en cuanto a ventajas y desventajas de cualquier índole, y por ende su respectivo análisis de su cumplimiento y funcionamiento. Esta investigación tiene como objetivo orientar y exponer iniciativas que ayuden a encontrar de esta manera un suministro energético de mejor alternativa y grandes beneficios para viviendas unifamiliares, es decir convenientes para la disposición, y uso de las personas. Se estudiarán estos dos sistemas energéticos que de cierta manera van de la mano; en la actualidad la alta demanda del consumo energético juega un papel primordial ya que en su totalidad es indispensable en el día a día, como una necesidad vital básica y que satisface una serie de demandas de carácter prescindible. Es necesario profundizar la evaluación del funcionamiento de estos dos sistemas de energía, analizando las perspectivas sociales existentes, y además, la problemática medio ambiental que actúa en contra y a favor.

¹ Derivado del proyecto de investigación: Estudio comparativo entre energía eléctrica y energía solar en viviendas unifamiliares

² Pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocupación (Estudiante), Universidad Francisco de Paula Santander, correo electrónico: Sharondaniellama@ufps.edu.co / ORCID: 0000-0002-9028-4435

³ Pregrado, Institución, Posgrado, Institución, Ocupación (Estudiante), Universidad Francisco de Paula Santander, correo electrónico: salaswilliamandressg@ufps.edu.co / ORCID: 0000-0001-6890-8232

⁴ Pregrado, Institución, Posgrado, Institución, Ocupación (Estudiante), Universidad Francisco de Paula Santander, correo electrónico: Guiselleandreav@ufps.edu.co / ORCID: 0000-0002-4621-7243

ABSTRACT

In this article we seek to make a detailed comparison between electrical energy and solar energy, in terms of advantages and disadvantages of any kind, and therefore their respective analysis of their compliance and operation. The objective of this research is to guide and expose initiatives that help to find in this way a better alternative energy supply and great benefits for single-family homes, that is, convenient for the disposal and use of people. We study these two energy systems that in a certain way go hand in hand; At present, the high demand for energy consumption plays a primordial role since it is indispensable in its entirety on a day-to-day basis, as a basic vital need and that satisfies a series of demands of an expendable nature. It is necessary to deepen the evaluation of the operation of these two energy systems, analyzing the existing social perspectives, and also, the environmental problems that act against and for.

PALABRAS CLAVE: Energía, paneles solares, energía eléctrica, sistemas energéticos

Keywords: Energy, solar panels, electrical energy, energy systems

INTRODUCCIÓN

La evolución del hombre se percibe a través de la historia, y de esta manera se refleja la obligación de la humanidad por obtener suministro de electricidad para abastecer sus necesidades. (Bermann C. 2008) y (Peiter, G., Maluf, R. S., & Rosa, T. D. S. 2011). Con la llegada del desarrollo de la tecnología, la humanidad necesita una mayor demanda del gasto de electricidad, lo que obliga al ser humano realizar planteamientos importantes para subsanar de la mejor manera y segura los recursos energéticos necesarios para la evolución económica y el desarrollo social de un estado, incluyendo en ese planteamiento los impactos que generarían al medio ambiente, y de esa manera comprender el aumento de energía. (Bermann C. 2008). El punto de vista del decaimiento de energía ha generado que el estado investigue la parte económica de las fuentes renovables.

La utilización de la energía eléctrica renovable por la humanidad viene desde finales del siglo XIX. Las fuentes renovables de energía, tales como la hidráulica, eólica y solar eran utilizadas por las actividades del hombre como la agricultura, doméstico, comercial y artesanal. El aprovechamiento de la utilización de estas fuentes de energía predominó hasta la llegada de la primera guerra industrial, cuando estas energías renovables cedieron su

puesto a fuentes naturales como el carbón y el petróleo, que eran ofrecidas como fuentes abundantes de energía y de bajo recursos y de esta manera cedieron el paso a la industria hidroeléctrica, titulada la mejor fuente convencional hoy en día. (Osinergmin 2013). La energía solar es la energía radiante del sol recibida en la tierra es una fuente de energía que tiene notables ventajas sobre otras y que, para su beneficio, también presenta varias dificultades. Entre sus ventajas sobresalen principalmente su naturaleza inagotable, renovable y su utilización libre de contaminación. Pero, para su uso, es indispensable tener en cuenta su naturaleza irregular, su variación fuera del control del hombre y su baja densidad de potencia (Rodríguez Murcia, H. 2008).

Ante este, la matriz de generación eléctrica colombiana, es la sexta matriz más limpia del mundo, el 68% de la capacidad instalada es de fuentes renovables de energía eléctrica (ACOLGEN 2019). 1.710 localidades rurales en Colombia en donde se calcula que 128.587 personas solo acceden al servicio entre cuatro y doce horas al día y el resto de horas se alumbran con velas (Vivas 2019). La idea es evaluar estrategias para utilizar medios alternativos que permitan hacer un uso eficiente o educado de los recursos eléctricos, con el fin de incentivar a la sociedad para idear proyectos que impulsen el hecho de adoptar medidas alternas permitiendo la sostenibilidad del recurso. Siendo la energía uno de los elementos más esenciales para satisfacer las necesidades básicas humanas y así mismo el desarrollo económico ya que actividades industriales dependientes de recursos energéticos; Es necesario emprender acciones que permitan subsanar la situación actual y poder conseguir una adecuada gestión por parte de la comunidad y de los entes encargados, a fin de, construir algún método

Teniendo en cuenta información respecto a los sistemas de energía eléctrica y energía solar de ciudades importantes de Colombia, como son Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla, ¿Cómo se podría realizar una comparación entre los métodos de producción de energía que se utiliza en una vivienda unifamiliar de las diferentes ciudades, para saber en cuales de ellas es más viable implementar algunos de los sistemas planteados, en el aspecto económico y ambiental? Las características del potencial de la energía solar en el país por regiones de las distintas ciudades a evaluar, generan una cuestión de qué métodos de captación de energía es más viable. Para la ciudad de Bogotá, Medellín y Bucaramanga que

hace parte de la región Andina (Portillo, 2021) el potencial de energía solar es de 1550-1750 wh/m²/año (Rodríguez Murcia, H. 2008), para la ciudad de Barranquilla que hace parte de la región Costa Atlántica (Portillo, S. R. 2021) el potencial de energía solar es de 1730-2000 wh/m²/año (Rodríguez Murcia, H. 2008) Estos datos son muy importantes para la comparación de cual ciudad puede ser más viable la energía solar o energía eléctrica.

Este trabajo tiene como objetivo analizar las ventajas y desventajas del uso de la energía eléctrica y energía solar en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla, realizando un análisis comparativo para hacer recomendaciones sobre el tipo de método o suministro de energía, garantizando la sostenibilidad del recurso. En este sentido la utilización de energía eléctrica o energía solar será evaluada de manera cualitativa. Se estudiarán los sistemas energéticos ya antes mencionados para obtener un sistema alternativo de energía en las diferentes ciudades. De igual manera se analizará qué sistema alternativo es económico, fácil de obtener y buena aceptación por parte de la población, y sus características que facilitan su implementación en contraste con otros tipos de sistemas. Se evaluarán los métodos de recolección de energía que identifiquen el proceso más viable para su uso y obtención.

La electricidad ha venido generando gran impacto en la energía que mueve nuestro mundo hoy en día. Y poco a poco ha ido reemplazando a otros medios como el carbón y el petróleo. Mediante información de REE (Red Eléctrica de España) el requerimiento de energía eléctrica peninsular finalizó el 2018 en 253.495 GWh, un 0,4 % predominante a la del año anterior. En 2017 aumentó en un 1,3% con relación a 2016, año en el cual se comprobó un aumento respecto a 2015. Con estos datos podemos corroborar que dependemos de la electricidad, y tenemos la capacidad para afrontar un corte de luz.

Aunque se puede contar con otras soluciones como la energía solar, mediante su forma térmica como en la fotovoltaica.

Colombia es un país muy rico en recursos energéticos, sin embargo, la distribución de este bien tan necesario es impredecible para la humanidad, no es equitativa y hay muchas personas que deben hacer grandes sacrificios y esfuerzo para obtenerlo, se sufren escasez en varios lugares.

En algunos puntos de Latinoamérica la mayor parte de los recursos energéticos no reciben un tratamiento adecuado, ya que se ve el despilfarro y el uso inadecuado es evidente. La idea es hacer una comparación de cuatro grandes ciudades de nuestro país, donde se ve reflejado el uso del suministro energético, sistema y consumo eléctrico, que serán usadas como estrategias para así de este modo utilizarlos como medios alternativos, con el propósito de incitar a la sociedad adoptar sistemas eléctricos de ahorro, para así desarrollar métodos de sostenibilidad de dicho recurso. La luz como fuente energética es una de los recursos más esenciales para satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos, ya que gracias a este podemos implementar variedad de cosas en el día a día, y así aportar a la economía del país. Es necesario emprender acciones que permitan subsanar la situación actual para un mejor aprovechamiento y poder conseguir una adecuada gestión por parte de las poblaciones, con finalidad de crear una noción de ahorro e implementación de sistemas de suministros energéticos.

Energías eléctricas y solares

La energía es la posibilidad de producir una acción y movimientos para obtener la modificación o transformación de algo. En el entorno de la tecnología y la economía, el concepto de energía se enfoca en el aprovechamiento de recursos naturales y componentes agregados que conlleva al uso industrializado de la misma (Perez Porto, j., & Merino, M. 2021). La energía se caracteriza por ser producida por distintas fuentes y métodos, en donde unas de ellas es por medio de la energía solar y eléctrica, el cual tienen un impacto en la economía de una sociedad, que puede abastecer su energía, por medio de paneles solares o electricidad, en otras palabras trata de energías renovables.

La energía renovable:

La energía renovable son aquellas energías que se originan en una circulación constante dispersándose por medio de ciclos naturales los cuales son inagotables ya que se producen continuamente en el medio natural. Estas energías renovables se caracterizan por ser energías limpias, lo que es una ventaja para el medio ambiente ya que no son contaminantes. Trabajar con la energía renovable es rentable por el motivo de que la materia prima para generar la energía viene del medio natural, lo que la hace inagotable, y en muchos

casos de fácil obtención, generando que las fuentes no renovables pierdan popularidad y bajas demanda. Según la ley 1715 del 2014 en Colombia definen como energía renovable a los “recursos de energía renovables a nivel mundial pero que en el país tiene poco uso y comercialidad “y un ejemplo de energía renovable es la energía eléctrica y energía solar. (Guerra Sánchez, Assaf Montaña, & Ascanio Mantilla, 2021).

El país de Colombia tiene gran capacidad favorable de energía solar en comparación con países del mundo, promediando en que en todo el país la emanación es alta. La principal capacidad se ubica en las regiones de la Orinoquia, central y costa atlántica y pacífica.

La energía solar en la actualidad se encuentra en el segundo lugar como creador de energía renovable más manejada y puesta en práctica en el mundo, siguiendo a la energía eólica. Este puesto se debe a que esta energía ofrece variación de resultados a problemas en este ámbito. Este tipo de energía tiene variedad de aplicaciones, y a continuación se mencionan alguna de ellas: residenciales, agropecuarios, transporte, servicios, energía a viviendas aisladas e industrial. (Gómez Ramírez, Murcia Murcia, & Cabeza Rojas, 2018)

En este mismo sentido el autor señala que la utilización de este sistema en Colombia, generalmente se utilizan para la parte residencial de los sectores rurales del país, utilizando la energía para la demanda de los electrodomésticos e iluminación de los recintos del hogar. Generalmente se ven en corregimientos con viviendas aisladas de la energía eléctrica.

La energía eléctrica

La energía eléctrica es la actividad del movimiento de electrones, donde la energía se obtiene de la diferencia del potencial a través de dos puntos lo que lleva a que a la hora de unir estos puntos por medio de un cable con propiedades para la conducción eléctrica se genere electricidad. (Planas, 2020)

La energía solar

La energía solar proviene de la radiación solar. Mediante las células fotovoltaicas (que componen los paneles solares), colectores solares.

Por otra parte, la energía solar es una de las formas de energía renovable que existe. Utiliza la luz y el calor del sol para proporcionar energía térmica o eléctrica. Este tipo de energía tiene una fuente natural inagotable. Sin embargo, también tiene sus inconvenientes, ya que veremos más adelante. (Westreicher, 2021).

Beneficios de la utilización de la energía renovable

De la misma manera los autores describen:

La ventaja primordial es que la fuente de energía es gratuita, ya que viene generalmente de la radiación solar, lo que genera bajos costos en los precios de las fuentes normales de energía. Al ser una fuente de energías limpias contribuye con el medio ambiente. Cabe decir que la instalación del sistema de paneles solares para el servicio de energía es alto, pero tiene una relación costo beneficio, ya que se aprovecha de una gran manera el sistema, por tener una larga vida útil y proyectada.

MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo metodológico fue fundamentado en un tipo de investigación descriptivo y a su vez interpretativo. El método interpretativo nos permite de forma concreta, percibir y adoptar posturas a una realidad lo cual resulta como un producto social y humano, cuyo objeto es describir, y analizar toda la información de dicho evento de estudio llevándonos hacer comparaciones con otras ciudades en las cuales este evento también repercute. El método descriptivo nos es de gran ayuda para poder caracterizar, analizar datos que nos lleven a un buen desarrollo de nuestro proyecto.

Dicho estudio comparativo se realizó en dos fases: búsqueda en bases de datos; seleccionando artículos científicos como libros, investigaciones, entre otros; posteriormente, fue estructurado en un matriz considerando: el tipo de investigación, conclusión y su respectivo análisis.

En la etapa inicial, se realizó la recolección de información en diferentes bases de datos a nivel nacional e internacional disponibles en Internet (Academia, revista ciencia, SciELO, Redalyc, Dialnet) así mismo, mediante el buscador Google Académico, utilizando

descriptores como: energía solar y energía eléctrica, métodos de suministro eléctrico, uso doméstico, aprovechamiento de la energía solar; abarcando el periodo de tiempo 2017-2022, considerando como prioridad los tipos o métodos aplicados en diferentes tipos de ciudades del país. De esta manera, a partir de los artículos clasificados se elaboró una tabla de resultados acerca del tema.

Ya habiendo descrito con anterioridad los conceptos de energía solar y energía eléctrica, de manera un poco más específica se hará la comparación de la energía solar y la energía eléctrica en las ciudades de Cúcuta, Barranquilla, Bogotá, Medellín y Bucaramanga para conocer qué tan factible puede llegar a ser la implementada una de estas dos energías y que tantos beneficios podrían llegar a traer a la comunidad de cierta ciudad.

Para analizar el costo del servicio de energía eléctrica según las ciudades de estudio de acuerdo a cada empresa prestadora de servicio se tomó un valor según el número de nivel socioeconómico; para el costo de energía solar se tomó un valor unificado de la empresa (AUTO SOLAR) que puede llegar a ser distribuido en cualquiera de estas ciudades analizadas la cual suministra una potencia de 540W y un voltaje de 24V.

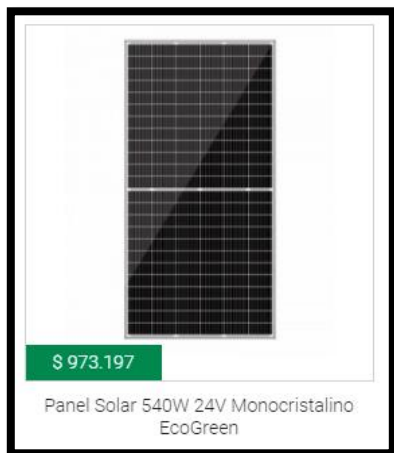
Según el Primer balance de Energía Útil para Colombia, el consumo mensual de electricidad de un hogar promedio colombiano es de 157 kWh.

RESULTADOS

Ya mencionado que tan factible puede llegar a ser la energía eléctrica y la energía fotovoltaica, hacemos un comparativo entre dos empresas que suministran paneles en diferentes ciudades para tener un promedio del costo de un panel de 540w.

Tabla 1. Energía Solar evaluada en el consumo mensual y en las empresas Auto solar y Emergente Energía Sostenible.

CIUDAD	ENERGIA PROMEDIO MENSUAL EN COLOMBIA EN KWh	COSTO MANO OBRA	DE DE	ENERGIA SOLAR POR CONSUMO / AUTOSOLAR (\$)	ENERGIA SOLAR POR CONSUMO / ENERGIA SOSTENIBLE (\$)
CUCUTA, BARRANQUILLA , BOGOTA, MEDELLIN, BUCARAMANGA	157	26 MILLONE S		26,946,394	26,964,000



Fuente 1. (AUTOSOLAR, 2022)



Fuente 2. (Energía sostenible, 2022)

CIUDAD	ENERGIA PROM MENSUAL EN COLOMBIA ES KWh	ELÉCTRICA PROMEDIO (\$)	ENERGÍA PROM POR CONSUMO MENSUAL PROM (\$)
CÚCUTA	157	564,49	88,624
BARRANQUILLA	157	570,57	89,579
BOGOTÁ	157	542,92	85,238
MEDELLÍN	157	570,57	89,579
BUCARAMANGA	157	534,27	83,880

Tabla 2. Energía eléctrica evaluada en el consumo mensual.

CIUDAD	T °C	TIPO DE ENERGIA	COSTO \$ (kWh)					
			(según el estrato)					
			1	2	3	4	5	6
CÚCUTA	29	ENERGIA ELECTRICA	263.06	328.83	559.01	657.66	789.19	789.19
		ENERGIA SOLAR	973.197 / 982.000					
BARRANQUI LLA	31	ENERGIA ELECTRICA	265.89	332.37	565.03	664.74	797.68	797.68
		ENERGIA SOLAR	973.197 / 982.000					
BOGOTA	15	ENERGIA ELECTRICA	235,86	294,82	501,19	589,64	707,57	707,57

		ENERGIA SOLAR	973.197 / 982.000					
MEDELLIN	23	ENERGIA ELECTRICA	265.89	332.37	565.03	664.74	797.68	797.68
		ENERGIA SOLAR	973.197 / 982.000					
BUCARAMANGA	25	ENERGIA ELECTRICA	248.98	311.22	529.08	622.45	746.94	746.94
		ENERGIA SOLAR	973.197 / 982.000					

Tabla 3. Datos obtenidos de las diferentes empresas prestadoras de servicio de energía eléctrica; Cúcuta (CENS,2022), Barranquilla (EPM,2022), Bogotá (ENEL/CODENSA,2022), Medellín (EPM,2022), Bucaramanga (ESSA,2022), para el caso de la energía solar se tomaron los datos de las empresas fabricantes (AUTO SOLAR,2022) y (EMERGENTE ENERGÍA SOSTENIBLE,2022).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Serán 2 paneles de 540 W que se necesitan para suministrar energía eléctrica en una casa durante el mes, teniendo como base un promedio de consumo. Generalmente los sistemas de energía fotovoltaica se utilizan en zonas rurales, lo cual se pueden necesitar más paneles solares dependiendo el uso que se realice en alguna finca de la zona rural, ya que en esos sitios se trabajan con máquinas que sirven para labores del campo, lo que requiere un consumo mayor de energía para abastecer la maquinaria de trabajo.

De acuerdo a los datos suministrados en la Tabla 1. Podemos empezar a hacer un análisis de cada ciudad; empezando por la ciudad de Cúcuta se podría implementar la energía solar ya que se provee buena temperatura para alimentar los paneles solares para una vivienda con un consumo promedio que sería de 157 kwh y pues es un poco costoso la inversión de paneles solares, pero sería una inversión a largo plazo; para la ciudad de Barranquilla sería muy viable empezar a adquirir este sistema de energía solar ya que el KWh es un poco elevado respecto

al de las demás ciudades , en el tema de la temperatura también se lograría buena alimentación de los paneles; para la ciudad de Bogotá por el tema del clima allí no sería factible el tema de la energía solar pero lo bueno es que allí presentan un cómodo valor de KWh , lo mismo diríamos de la ciudad de Medellín pero respecto a el clima porque en el valor o costo del KWh es más elevado comparado a la ciudad de Bogotá y culminado con la ciudad de Bucaramanga podríamos decir que allí se debe seguir implementando la energía eléctrica ya que el valor de KWh es cómodo y la temperatura no facilita la alimentación de los paneles solares.

De acuerdo a lo analizado anteriormente podemos concluir que las dos energías son factibles de utilizar dependiendo de unos factores como temperatura y del costo de KWh por ciudad y de que consumo mensual utilicen en la vivienda. Cabe aclarar que en la actualidad no existe ningún limitante técnico para la implementación de energía fotovoltaica, ya que existen infinidad de soluciones para cualquier tipo de instalación, el único inconveniente que logra ser evidente en el análisis de costos es su rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Rodríguez Murcia, H. (2008). Development of Solar Energy in Colombia and its Prospects. *Revista de Ingeniería*, (28), 83-89. <https://bit.ly/3sY92lo>

Portillo, S. R. (2021). *Ecología verde*. Regiones naturales de Colombia. Obtenido de <https://bit.ly/3PNi26A>

Osinergmin (2013) Introducción a las energías renovables. Recuperado de <https://bit.ly/3PXdhrx>

ACOLGEN (2019). *Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica*. Capacidad instalada en Colombia. Obtenido de <https://acolgen.org.co/wp/>

Vivas J. (2019). *El tiempo*. Los 1.710 poblados que aún se alumbran con velas en el país. Obtenido de <https://bit.ly/3NF7zZ6>

Bermann, C. (2008). Crise ambiental e as energias renováveis. *Ciência e Cultura*, 60(3), 20-29. vol.60. no.3. São Paul. Set/2008. Disponible en: <https://bit.ly/3yX2EyJ>

Peiter, G., Maluf, R. S., & Rosa, T. D. S. (2011). Mudanças climáticas, vulnerabilidade e adaptação: parte 1, mobilização e iniciativas de adaptação: parte 2, populações vulneráveis e agenda pública no Brasil. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20167>

Perez Porto, j., & Merino, M. (2021). *Definiciones*. Definición energías. Obtenido de <https://definicion.de/energia/>

Guerra Sánchez, M., Assaf Montaña, J. C., & Ascanio Mantilla, N. J. (2021). Implementación de energías renovables como garantía al derecho fundamental a un ambiente sano en Colombia. *Revista CES Derecho*, 12(2), 87-106. Recuperado de <https://bit.ly/3z5yf19>

Gómez Ramírez, J. (2017). La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas. Recuperado de <https://bit.ly/3t0Lg8i>

Planas, O. (2014). *Energía Nuclear*. Energía eléctrica. Obtenido de <https://bit.ly/3MT5JnD>

Westreicher, G. (2021). *Energía solar*. Definición técnica de energía solar. Recuperado de <https://bit.ly/3LSiCwE>

CENS,(2022). Centrales eléctricas de Norte de Santander. Tarifas de energía mercado regulado. Recuperado de <https://bit.ly/3MTYADk>

EPM (2022). Empresas públicas de Medellín. Tarifas y costos de energía eléctrica. Recuperado de <https://bit.ly/3sZTn58>

CODENSA,(2022) Energía Eléctrica . Tarifas de energía eléctrica, reguladas por la comisión de regulación de energía y gas. Recuperado de <https://bit.ly/3GrnPuC>

ESSA,(2022). Electrificadora de Santander. Información a usuarios del sistema de energía eléctrica del departamento de Santander. Recuperado de <https://bit.ly/3Gm02vX>

AUTOSOLAR, (2022). Panel solar 540W 24V monocristalino Green. Recuperado de <https://bit.ly/3a0QpGI>

Emergente Energía Sostenible, (2022). <https://bit.ly/3lLEWNZ>

Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, (2019) Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Pérdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética. Recuperado de <https://bit.ly/3wVbgmC>

Zacarias López, A., González Gómez, D. X., & Rodríguez Juárez, E. (2021). Producción y consumo de las energías renovables. La energía eólica en México. *Mundo FESC*, 11(S3), 7-20. Recuperado a partir de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/831>

F. Albistur, “La transición energética: un reto al desarrollo sostenible”, Cuadernos del CENDES, 31(86), 149-155, 2014 [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3MUf9Px>

Sepúlveda-Mora, S., & Hegedus, S. (2021). Design of a Resilient and Eco-friendly Microgrid for a Commercial Building. *Aibi Revista De investigación, administración E ingeniería*, 9(1), 8-18. <https://doi.org/10.15649/2346030X.919>

Vanegas-Chamorro, M. ., Hernández, D. ., & Villicaña-Ortiz, E. . (2020). Evaluación del potencial solar y análisis político, económico y social (PES) en el departamento del Cesar – Colombia . *Respuestas*, 25(2), 62–72. <https://doi.org/10.22463/0122820X.2656>