

# Los sistemas fotovoltaicos frente a la problemática energética de las zonas rurales de Colombia\*

The photovoltaic systems in front of the energetic problems of the rural areas of Colombia

Recibido: Noviembre 19 de 2019 - Evaluado: Febrero 26 de 2020 - Aceptado: Mayo 23 de 2020

Danniyer Dizzett Méndez\*\*

## Para citar este artículo / To cite this Article

Méndez, D. D. (Julio-Diciembre de 2020). Los sistemas fotovoltaicos frente a la problemática energética de las zonas rurales de Colombia. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 5(10), (199-208).

## Resumen

El presente artículo permite identificar las ventajas de los sistemas fotovoltaicos a la problemática energética de las zonas rurales de Colombia. Para su desarrollo se utilizó el método descriptivo, bajo el análisis documental para lograr la comprensión del estudio. Los resultados mostraron las ventajas es que este tipo de energía no contamina. Se trata de una energía mucho más limpia, proveniente de una fuente inagotable que el sol como factor determinante, además minimiza el costo y promueve la creación de empleo necesario para las células y paneles solares, como realizar la instalación y el mantenimiento de la misma de acuerdo su operación.

---

\* Artículo inédito. Artículo de investigación e innovación. Artículo de investigación. Proyecto vinculado a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

\*\* Ingeniero Industrial por la Universidad de Pamplona. Personal Administrativo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Email: danniyer.dizzett@unad.edu.co.

**Palabras Clave:** Energías Renovables, Sistemas Fotovoltaicos, Nuevas Tecnologías, Energías Limpias

## Abstract

This article allows to identify the advantages of the photovoltaic systems to the energetic problem of the rural areas of Colombia. For its development, the descriptive method was used, under the documentary analysis to achieve the understanding of the study. The results showed the advantages that this type of energy does not pollute. It is a much cleaner energy, from an inexhaustible source that the sun as a determining factor, also minimizes the cost and promotes the creation of employment needed for solar cells and panels, such as installation and maintenance of the same according to their operation.

**Key words:** Renewable Energies, Photovoltaic Systems, New Technologies, Clean Energies

## SUMARIO

INTRODUCCIÓN. - ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. - I. Problema de investigación. - II. Metodología. - III. Plan de redacción. - 1. Los sistemas fotovoltaicos. - 2. Resultados de investigación. - CONCLUSIONES. - REFERENCIAS.

## Introducción

El mundo se encuentra en una encrucijada trascendental para el futuro de la energía. A raíz del cambio climático, el aumento de la dependencia del petróleo y otros combustibles fósiles, el crecimiento de las importaciones y el alza de los costos de la energía, los países en desarrollo son ahora más vulnerables que nunca. Estos desafíos exigen una respuesta integral y ambiciosa (“Soluciones de energía para área...”, s.f.). La emisión de gases nocivos para la salud y el medio ambiente como lo es uno de los más comunes de todos el CO<sub>2</sub>, entre otros, ponen en peligro la salud y la vida. Es obligado realizar la implementación de nuevas formas de energía para detener la catástrofe que se aproxima y garantizar la calidad de vida de los futuros habitantes de la tierra e inclusive la de los actuales.

Por lo tanto, se están comenzando a adquirir estrategias de adaptación conforme los gobiernos, las empresas y las comunidades para que todo el mundo entienda mejor el cambio climático y la urgencia de responder ante sus repercusiones actuales y potenciales. Para que den buenos resultados, las medidas de

adaptación tienen que tener en cuenta las prácticas y las vulnerabilidades locales. La planificación en los hogares y de la comunidad pueden limitar los daños del cambio climático, así como los costos a largo plazo de la respuesta a los efectos del mismo, cuyo número e intensidad aumentarán.

El desafío de adaptación será mayor para los países en desarrollo. Estos países, situados a altitudes inferiores, están más expuestos a los efectos del cambio climático, incluidas las inundaciones, la sequía y una frecuencia mayor de plagas y enfermedades. Muchos países en desarrollo son muy vulnerables al cambio climático porque además de depender en gran medida de actividades sensibles al clima, como la agricultura y la pesca, tienen ingresos bajos per cápita, instituciones más débiles y un acceso limitado a la tecnología y los mercados (Hernández, Velazco & Trujillo, 2011).

Lamentablemente Colombia por ser un país en vía de desarrollo no cuenta con el apoyo suficiente para la utilización de sus recursos naturales en proyectos macros que permitan suplir la gran demanda de energía que se necesita para atender la población más desprotegida, por lo menos con nuevas formas de energía limpias, debido a los altos costos que esto implica. En Colombia se conoce de diferentes problemáticas alrededor del suministro energético en algunos sitios, las instalaciones eléctricas mínimas se encuentran en condiciones deficientes y en otros casos no cuentan con suministro energético, por tal motivo algunos temas relacionados con las necesidades y el confort de las personas que habitan algunas poblaciones de este departamento, no son las adecuadas.

El suministro eléctrico en Colombia depende del Sistema de Interconexión Nacional (SIN) y varios sistemas aislados que cubren Zonas No Interconectadas (ZNI). El SIN comprenden la tercera parte del territorio y cubre 96,00% de la población. El sistema ZNI, cubre las dos terceras partes restantes del territorio nacional y solamente provee servicio al 4,00% de la población (Ladino, 2011). Por lo anterior este trabajo de investigación me permite analizar las ventajas que traerían los Sistemas de energía Fotovoltaicos en la solución energética de las zonas rurales de Colombia y sus incidencias sociales, económicas en la población.

## **Esquema de resolución**

### **1. Problema de investigación**

¿Cuáles son las ventajas de los sistemas fotovoltaicos a la problemática energética de las zonas rurales de Colombia?

## 2. Metodología

Con la finalidad de conocer las Ventajas que traen los Sistemas de Energía Fotovoltaicos, el marco metodológico propuesto para el desarrollo de la presente investigación es el método descriptivo con el fin de recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar, los resultados observados en las diferentes fuentes primarias y bases de datos, de los cuales se seleccionaron artículos científicos escritos por expertos en el campo.

## 3. Plan de redacción

### 3.1 Los sistemas fotovoltaicos

En el planteamiento de este documento se obtuvo información relevante sobre el tema proyectado Ventajas de los Sistemas Fotovoltaicos en la solución energética en las zonas rurales de Colombia. La búsqueda de energía solar es una idea persistente en el objetivo de poder solucionar las desigualdades manifiestas entre las áreas rurales y las zonas urbanas en Colombia. Dado que la falta de energía dentro del territorio rural incide de manera negativa en las condiciones de calidad de vida de los habitantes rurales e igualmente dificulta el desarrollo de las actividades domésticas y la productividad agropecuaria, labores que influyen en el desarrollo rural (Rodríguez Murcia, 2008).

Las energías renovables siguen generando pasiones y expectativas en muchas personas en el mundo como una solución a la grave situación de contaminación que enfrenta el mundo, en el cual los países más desarrollados son quienes más contaminan el ambiente y paradójicamente son quienes tiene mejores estándares de calidad de vida y una población bastante baja referente a la gran cantidad de contaminación que producen (Infante Villarreal, 2007).

De acuerdo a la situación anteriormente mencionada, se puede plantear una posibilidad de cambiar la dependencia del petróleo o de otras fuentes de energía fósil, por fuentes de energía limpia pura, renovable y sostenible en el tiempo con capacidad para mejorar la calidad de vida, a partir del ingenio de la mente humana.

Por lo anterior se espera que la continua evolución de los sistemas fotovoltaicos a través de mejora en sus materiales para que sean más eficiente y más económicos se convierta en una solución que contribuya a la mejora de las condiciones de vida de las poblaciones rurales de Colombia. “Según el Atlas de radiación solar de Colombia, el país cuenta con un recurso solar importante, se estima

una irradiación promedio mensual que varía entre los 4 y 6 kWh/m<sup>2</sup>día, siendo las regiones de La Guajira, Arauca, parte del Vichada, las regiones de los valles del Río Cauca y del Río Magdalena y San Andrés y Providencia las de mayor recurso. Comparado con los porcentajes mundiales, Colombia se encuentra entre el 58 y 84,00% de los máximos registrados” (Castillo & Castrillón Gutiérrez, 2015).

Como afirma Castillo & Castrillón Gutiérrez (2015), en Colombia existen sistemas fotovoltaicos aislados en las Zonas No Interconectadas (ZNI) para el empleo en telecomunicaciones y electrificación rural principalmente, en donde se estima una potencia instalada de 9 MW. Un sistema fotovoltaico es consiste en la integración de varios componentes, cada uno de ellos cumpliendo con una o más funciones específicas, a fin de que éste pueda suplir la demanda de energía eléctrica impuesta por el tipo de carga, usando como combustible la energía solar. La definición anterior deja claramente establecido que la carga eléctrica determina el tipo de componentes que deberán utilizarse en el sistema. La completa definición de la carga debe tener en cuenta tres características que la definen: el tipo, el valor energético y el régimen de uso (Gasquet, 2004).

Según su funcionamiento con relación a una red eléctrica convencional existen dos tipos fundamentales de sistemas fotovoltaicos: de una parte, están los denominados sistemas fotovoltaicos conectados (o enganchados) a red (SFCR), que, como se puede deducir por su nombre, necesitan de la conexión a una red eléctrica para realizar su función generadora de electricidad. Por otra parte, están los sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA) que, al contrario de los anteriores, no necesitan de una conexión con una red eléctrica, y su funcionamiento es independiente o autónomo de dicha red (de ahí su nombre). Los SFA fueron anteriores en el tiempo a los SFCR, y, aunque si bien estos últimos están consiguiendo un crecimiento muy importante, sobre todo en los países que cuentan con un amplio desarrollo de redes eléctricas en todo su territorio, los SFA siguen siendo los más empleados en países con poco desarrollo industrial, en zonas rurales, lugares remotos y poco accesibles, entre otros (Aguilera & Ontaria, 2003).

El futuro de la energía eléctrica será el de su producción a través de la energía solar basados en los sistemas fotovoltaicos teniendo en cuenta que esta es mucho más económica pues a principios de este siglo la producción estaba próxima en los 4 euros por vatio y hoy ha alcanzado los 0,40 céntimos de euros, es decir que ha disminuido unas 10 veces su costo de producción. Fernández (2016: 4) afirma:

Hasta 2010, los costes de producción en Japón se habían reducido en un 80,00%, con un precio de kilovatio por hora a 30 yenes (0,29 dólares americanos) —según los reportes anuales del Instituto Fraunhofer de Alemania—, en la actualidad la tasa se ha reducido hasta unos ridículos 15 yenes. En México la demanda es tal que se mantiene en unos “elevados” 3,50 centavos. En Chile el kWh está a 2,91 centavos. Récords históricos. Las claves son varias: procesos de fabricación a bajo coste; utilizar paneles de silicio policristalino con plástico en vez de cristal como componente base; incluir una cantidad ínfima de plata y mejorar los conductores; o hacer los paneles cada vez más finos.

Los costos económicos no son los únicos que se ven reducidos al utilizar la energía solar como alternativa, también los impactos ambientales tienen afectación positiva al seleccionar este tipo de energía, el mismo Fernández (2016:8) menciona:

En los Emiratos Árabes, la fase II de parque solar de Mohammed bin Rashid Al Maktoum ha comenzado con una producción a 5,84 centavos por kWh —un verdadero logro respecto a su región geográfica—. Prevén una reducción de aproximadamente 6,5 toneladas de carbono anuales, el equivalente a retirar 1.600 automóviles de la carretera al año, con la meta de producir suficiente energía para alimentar 30.000 hogares.

Algunas de las ventajas de utilizar la energía solar pueden ser entre otras, energía prácticamente inagotable, genera entre diez y veinte veces más energía de la que se necesite para producirla, total independencia de importaciones energéticas, facilidad de instalación en cualquier parte de la geografía porque solo requiere la instalación de los paneles solares y tenemos presencia de sol en todo el globo terráqueo, ofrece garantías de funcionamiento por décadas, la vida útil de los sistemas fotovoltaicos es muy elevada y tiene un coste mínimo de mantenimiento sin requerir conocimientos expertos para el mismo, necesita menos inversión para su instalación, proporciona una mayor cobertura y solución para áreas rurales donde no llega la red de interconexión eléctrica.

La ventaja de los sistemas fotovoltaicos frente a las instalaciones convencionales está más que probada, pero debido al negocio que representa para las grandes multinacionales generadoras de energía, aún la energía solar no ha lo-

grado hacer el eco que debiera para dar un vuelco total a la actualidad y el futuro de nuestra especie, puesto que la inversión inicial de un sistema fotovoltaico es mayor que la del convencional (lo asume el usuario), que no cuesta nada porque lo asume la empresa (6 módulos de 100 Watts, cada uno, pero con la diferencia que el sistema fotovoltaico tiene unos costos de operación muy bajos y una vida útil de 15 a 20 años, permitiendo la recuperación de la inversión en unos siete años, menos de la mitad de la vida útil.

Para finalizar en materia económica podemos unirnos a lo afirmado por Ruíz, Ríos, Trejo & Esquivel (2007: 240):

Financieramente el proyecto de uso de energía solar es viable. Ecológicamente, este proyecto favorece el desarrollo sustentable ya que su influencia en el calentamiento global es nula, se usa un recurso renovable por los próximos 6000 años.

### **3.2 Resultados de investigación**

El uso general de energía fotovoltaica en la zona rural es para iluminación y comunicación por vía telefónica celular. Es de destacar que, con la introducción de este sistema de energía, los operadores han colocado antenas repetidoras de señal, ampliando la cobertura. En la parte de televisión también se ha progresado porque en la zona no se conocía este medio de comunicación (Ladino, 2011).

Entre los servicios a los que la población rural tiene acceso cuando se implementa la EFV, se destaca la prestación de la salud; en el caso del Municipio de Tauramena es notable la implementación del sistema para las neveras y la iluminación, permitiendo a los habitantes contar con servicio de salud las 24h, y mantener medicamentos refrigerados (Ladino, 2011). Una de las experiencias más importantes de este estudio es que el éxito de los programas FV mejora considerablemente con una estrategia integral. Los sistemas solares fotovoltaicos, por su flexibilidad de aplicación, representan una oportunidad única para que el sector de la energía proporcione “paquetes” de servicios a las zonas rurales apartadas, por ejemplo, para los servicios de salud, educación, comunicaciones y luz eléctrica, así como para la agricultura y el suministro de agua (Van Campen, Guidi & Best, 2000).

Los sistemas FV pequeños también pueden ayudar a fomentar las actividades productivas no agrícolas (tanto la industria artesanal como los servicios comerciales) en muchos países, al permitir utilizar pequeñas herramientas y apa-

ratos eléctricos (taladros, cautines, licuadoras), luz y radio y televisión. Estas actividades incluyen bares, restaurantes, salas de cine rurales, talleres técnicos y artesanales (Van Campen, Guidi & Best, 2000). El sector financiero es especialmente central y su ausencia es a menudo crítica en las zonas rurales. Por lo tanto, acciones específicas de capacitación, así como los instrumentos financieros, como las garantías e instrumentos financieros de mitigación de riesgo son muy importantes. (“Soluciones de energía para área...”, s.f.).

Particularmente, la Energía Solar Fotovoltaica (ESF) ha tenido gran acogida y ha sido probada exitosamente en países como Alemania, España, Estados Unidos, Italia y Corea del Sur. UPME. Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia. 2011. (CORPOEMA, 2010). En la zona de estudio del municipio de santa cruz, la radiación muestra un nivel medio y constante con buen potencial de generación. Las mediciones realizadas corroboran el promedio de los datos de radiación registrados, con un promedio diario de 3,5kWh/m<sup>2</sup> que permitirá generar energía eléctrica suficiente para abastecer una vivienda típica de la zona que consume en promedio 1,020 kWh por día según las encuestas de demanda realizadas (CORPOEMA, 2010).

## Conclusiones

La energía solar no falla porque el sol está las 24 horas en función, es una energía constante que no requiere de que se subió, que se bajó la represa o que se dañó la red; al tener el sistema hay energía constante (Ladino, 2011). Se debe destacar que las comunidades se benefician positivamente ya que se generan nuevos eventos sociales y culturales, se implementan métodos nuevos en las aulas de clase, la contaminación se reduce ya que el sistema de energía es ecológico.

Al considerar los proyectos fotovoltaicos en zonas rurales colombianas se debe tener en cuenta la inversión inicial, el costo promedio de generación y la recuperación para alcanzar el punto de equilibrio, el cual se alcanza en promedio entre nueve y trece años. Se debe considerar el costo de generación eléctrica contra el costo fotovoltaico. Por último, pero no menos importante, la inversión inicial a menudo se presenta un problema para los clientes y consumidores por igual. Sin embargo, a pesar de que los precios de energía durante la operación son inmejorables, muchos usuarios potenciales aún se muestran reticentes debido a los altos costos de adquisición - que son cerca de cuatro veces los de un generador diésel estándar. (“Soluciones de energía para área...”, s.f.).

Por último, la participación del Gobierno es esencial para el éxito de pro-

yectos de esta naturaleza, siempre acompañada de una visión global de largo plazo y considerando los beneficios sociales, económicos y ambientales. Las energías renovables, no reciben el apoyo ni los subsidios que gozan las energías convencionales y facilitar la canalización del apoyo financiero, tecnológico y el fomento de la capacidad para esas medidas será un reto que Colombia debe cumplir para alcanzar un desarrollo sostenible (Toledo Arias, 2013).

## Referencias

- Aguilera, J., & Ontaria L. (2003). Curso de energía solar fotovoltaica CIEMAT. Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. Obtenido de <https://manuelberaun.files.wordpress.com/2011/12/dimensionado-de-sfv-autonomos.pdf>
- Castillo, Y., & Castrillón Gutiérrez, M. (2015). Rol de las fuentes no convencionales de energía en el sector eléctrico colombiano. *Prospect*, 13, 39-51.
- Corpoema, (2010). Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE). Volumen 1. Plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE). Obtenido de [http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol\\_1\\_Plan\\_Desarrollo.pdf](http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_1_Plan_Desarrollo.pdf)
- Energreencol S.A.S (s.f.). Soluciones de energía para áreas rurales en Colombia. Revista electrónica Energreencol S.A.S. Obtenido de [http://www.energreencol.com/ficheros\\_pdf/Energia%20para%20areas%20rurales%20en%20Colombia.pdf](http://www.energreencol.com/ficheros_pdf/Energia%20para%20areas%20rurales%20en%20Colombia.pdf).
- Fernández, I. (2016). La energía solar es más potente y barata que nunca. Ahora queremos ver resultados. Obtenido de <http://www.bloglenovo.es/energia-solar-potente-barata-resultados/>
- García Jara, E., Cuadrado Ebrero, A., & Eslava Zapata, R. (2011). Effect of international financial reporting standards on financial information quality. *Journal of Financial Reporting & Accounting*, 9(2), 176-196.
- Gasquet, H. (2004). Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica. Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos. Obtenido de <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7099/7103/82474.pdf>
- Hernández, J. A., Velazco, D., & Trujillo, C. L. (2011). Analysis of the effect of the implementation of photovoltaic systems like option of distributed ge-

- neration in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2290-2298.
- Infante Villarreal, A. (2007). Perspectivas de la situación Energética Mundial. Las Oportunidades Pará Colombia. *Revista de Ingeniería*, (25), 74-95.
- Jácome Castilla, N. J., Sepúlveda Angarita, M. Z., Pabón, J. A. (2017). Cuentas por cobrar e inventarios en la rentabilidad y flujo de caja libre en las empresas de cerámica de Cúcuta. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 2(3), 149-172.
- Ladino, R. (2011). La energía solar fotovoltaica como factor de desarrollo en zonas rurales de Colombia. Caso: Vereda Carupana, municipio de Tauramena, departamento de Casanare. (tesis de maestría). Colombia: Universidad Javeriana.
- Eslava Zapata, R., Chacón Guerrero, E., & Gonzalez Junior, H. A. (2019). La cantidad de información de las empresas. *Actualidad Contable*, 22(38), 5-24.
- Eslava Zapata, R., Chacón Guerrero, E., & Gonzalez Júnior, H. A. (2017). Responsabilidad social corporativa en el sector bancario colombiano: conocimiento y aplicación. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 2(4), 73-89.
- Ochoa Torres, A., & Gómez Ortiz, E. J. (2016). Comprensión de la gestión financiera en las entidades sin ánimo de lucro, sustentada desde el presupuesto. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 1(2), 121 - 138.
- Rodríguez Murcia, H. (2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería*, (28), 83-89.
- Ruíz, J., Ríos, J. L., Trejo, R., & Esquivel, O. (2007). Impacto económico-ecológico por el uso de energía solar en la Comarca lagunera, Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, VI(2), 239-245.
- Toledo Arias, C. A. (2013). Evaluación de la energía solar fotovoltaica como solución a la dependencia energética de zonas rurales de Colombia. Obtenido de [http://www1.upme.gov.co/sgic/sites/default/files/18-2013-Evaluacion\\_de\\_la\\_energa\\_solar\\_fotovoltaica\\_como\\_solucin\\_a\\_la\\_dependencia\\_energtica\\_de\\_zonas\\_rurales\\_de\\_Colombia.pdf](http://www1.upme.gov.co/sgic/sites/default/files/18-2013-Evaluacion_de_la_energa_solar_fotovoltaica_como_solucin_a_la_dependencia_energtica_de_zonas_rurales_de_Colombia.pdf).
- Van Campen, D. Guidi, & Best, G. (2000). *Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma: FAO.