

**Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el Abastecimiento de Energía Eléctrica en
la Vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro**

Leidy Tatiana Sánchez Gamboa

Asesor

María Fernanda Domínguez Amorocho

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente ECAPMA

Ingeniería Ambiental

2023

Agradecimientos

Aprovecho este espacio para agradecer a Dios principalmente por darme la fortaleza y los recursos para realizar este proyecto de gran aporte a mi comunidad, también agradezco a todas las personas que me acompañaron e impulsaron durante este proceso, este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes que me ayudaron a la realización de este proyecto que en principio era titánico, pero ustedes creyeron en mí y me ayudaron a hacerlo posible, creo firmemente que su presencia fue determinante para culminar con éxito esta importante etapa de mi carrera, muchas gracias a todos.

Resumen

El trabajo Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el abastecimiento de energía eléctrica en la Vereda campo 38 del Corregimiento El Centro se enfocó en una situación anómala existente en la zona con respecto a la distribución de la Energía Eléctrica, debido a que los usuarios no cuentan con un sistema de distribución legal de energía eléctrica, sino que cada uno se conecta a la red eléctrica que lleva la energía a Ecopetrol. Esta actividad genera riesgos por la manipulación inadecuada de la red de alta tensión y además, por no ser un servicio regulado, se generan continuas caídas y subidas de voltaje que atentan contra los aparatos eléctricos conectados a la red. Debido a que, según lo manifestado por los habitantes, que los costos de montar una red eléctrica legal son muy altos, surgió la propuesta del estudio para realizar el montaje de una red de energía fotovoltaica para los treinta (30) predios de la zona. Se realizó una encuesta a todos los predios en los cuales se detectó el modo como adquieren la energía eléctrica, los problemas que han tenido con la red y los costos que implica la continua reparación o cambio de aparatos eléctricos por los daños causados. Se realizó una cotización con una empresa proveedora de energía fotovoltaica en la cual, además de los costos de instalación, se hizo un comparativo a largo plazo contra los costos generados por una red legal o por los costos generados por los daños de los aparatos eléctricos. Se evidenció que a largo plazo es mucho mejor tener la energía fotovoltaica ya que no genera costos de facturación mensual como la red legal. Finalmente, se capacitó a los residentes sobre el concepto y ventajas de las energías limpias y principalmente lo que es la energía fotovoltaica, su funcionamiento y beneficios.

Palabras clave: Energías renovables, energías convencionales, energía fotovoltaica, panel solar, fotoeléctrico.

Abstract

The work Proposal for a Photo voltaic System for the supply of electrical energy in the Vereda Campo 38 of the Corregimiento El Centro is focused on an anomalous situation existing in the area about the distribution of Electrical Energy, due to the fact that users do not have a legal system of distribution of electrical energy, but each one is connected to the electrical network that carries energy to Ecopetrol. This activity generates risks due to inappropriate handling of the high-voltage network and also, because it is not a regulated service, continuous voltage drops and rises are generated that threaten electrical devices connected to the network. Because, according to what the inhabitants stated, that the costs of setting up a legal electrical network are very high, the study proposal arose to set up a photo voltaic energy network for the thirty (30) properties in the area. A survey was carried out on all the properties in which the way in which they acquire electrical energy was detected, the problems they have had with the network and the costs involved in the continuous repair or change of electrical devices due to the damage caused. A quote was made with a photo voltaic energy supplier company in which, in addition to the installation costs, a long-term comparison was made against the costs generated by a legal network or by the costs generated by the damage of electrical devices. It was evidenced that in the long term it is much better to have photo voltaic energy since it does not generate monthly billing costs like the legal network. Finally, residents were trained on the concept and advantages of clean energy and mainly what photo voltaic energy is, its operation and benefits.

Keywords: Renewable energies, conventional energies, photo voltaic energy, solar panel, photo electric.

Tabla de Contenido

Introducción	11
Planteamiento del Problema	13
Objetivos del Proyecto	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Justificación	16
Marco Referencial.....	19
Marco Teórico.....	19
<i>Energía Hidroeléctrica</i>	19
<i>Energía Termoeléctrica</i>	20
<i>Energía Fotovoltaica</i>	21
Marco Conceptual.....	22
<i>Energía Eléctrica</i>	22
<i>Hidroenergía</i>	23
<i>Energía Termoeléctrica</i>	23
<i>Energía Fotovoltaica</i>	23
<i>Panel Solar</i>	23
<i>Central Hidroeléctrica</i>	24
<i>Central Termoeléctrica</i>	24
<i>Autogeneración</i>	24
<i>Autogenerador</i>	24
Marco Histórico	24
Marco Normativo.....	25

<i>Ley 1715 de 2014</i>	25
<i>Resolución UPME 281 de 2015</i>	26
<i>Decreto 348 de 2017</i>	26
<i>Resolución 030 de 2018</i>	26
Metodología	27
Tipo de Investigación.....	27
Enfoque de la Investigación.....	27
El Método.....	28
Fuentes e Instrumentos de Recolección	28
<i>Encuesta</i>	28
<i>Medición</i>	29
Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el Abastecimiento de Energía Eléctrica en la Vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro	30
Diagnóstico de la Situación Actual para Establecer la Forma como la Población Recibe la Energía Eléctrica que Utiliza	30
<i>Pregunta 1: Número de Habitantes por Predio</i>	30
<i>Pregunta 2: ¿Su Residencia Cuenta con Energía Eléctrica?</i>	33
<i>Pregunta 3: ¿De Dónde Obtiene la Energía Eléctrica para su Residencia?</i>	33
<i>Pregunta 4: Tipos de Aparatos Eléctricos en su Hogar</i>	35
<i>Pregunta 5: Sabe Cuánto Gasta en Energía Eléctrica (Kilovatios) al Mes?</i>	37
<i>Pregunta 6: Ha Tenido Inconvenientes con el Sistema Actual de Energía?</i>	38
<i>Pregunta 7: Qué problemas ha tenido?</i>	38

<i>Pregunta 8: Ha Sufrido Daños en los Aparatos Eléctricos por Causa de la Red Eléctrica?</i>	39
Evaluación de los Costos Generados Actualmente con el Sistema Eléctrico Utilizado y Comparación con los Costos que Genera la Instalación de un Sistema Fotovoltaico	41
<i>Costos de Facturación del Servicio de Energía Eléctrica.....</i>	<i>41</i>
<i>Costos de Reparación o Reemplazo de Aparatos Dañados por Problemas Eléctricos.....</i>	<i>43</i>
<i>Costos del Sistema Fotovoltaico.....</i>	<i>44</i>
Diseño del Diagrama de Distribución de Energía Fotovoltaica para Suministrar Energía Eléctrica a Cada uno de los Predios del Estudio (30 Predios)	47
Propuesta y Realización de un Programa de Capacitación a la Comunidad sobre el Sistema Fotovoltaico en General, sus Características, Costos, Beneficios y Modo de Empleo	49
<i>Pregunta 11: Conoce Acerca de las Energías Limpias?</i>	<i>49</i>
<i>Pregunta 13: Sabe qué es la Energía Fotovoltaica?</i>	<i>50</i>
<i>Programa de Capacitación.....</i>	<i>51</i>
Conclusiones	54
Recomendaciones	57
Referencias.....	58
Apéndices.....	61
Apéndice A	61
Apéndice B.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cantidad de habitantes por predio</i>	31
Tabla 2 <i>Predios que cuentan con energía eléctrica</i>	33
Tabla 3 <i>Forma de obtención de la energía eléctrica</i>	33
Tabla 4 <i>Tipos de aparatos eléctricos utilizados en los predios</i>	36
Tabla 5 <i>Consumo mensual en Kilowatts</i>	37
Tabla 6 <i>Inconvenientes con el sistema actual de energía</i>	38
Tabla 7 <i>Tipos de problemas presentados con el sistema eléctrico actual</i>	39
Tabla 8 <i>Predios que han sufrido daños en los aparatos eléctricos</i>	39
Tabla 9 <i>Costos de facturación mensual</i>	42
Tabla 10 <i>Costo promedio de reemplazo de aparatos eléctricos dañados</i>	43
Tabla 11 <i>Elementos que conforman el sistema de energía fotovoltaico</i>	46
Tabla 12 <i>Conocimientos sobre el tema de energías limpias</i>	49
Tabla 13 <i>Conocimiento acerca de la energía fotovoltaica</i>	50
Tabla 14 <i>Programa de capacitación a la comunidad sobre la energía fotovoltaica</i>	51
Tabla 15 <i>Comparativo de conocimiento de la población sobre energías limpias y energía fotovoltaica antes y después de la capacitación</i>	53

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Cantidad de habitantes por predio</i>	32
Figura 2 <i>Distribución porcentual de habitantes por predio</i>	32
Figura 3 <i>Forma de obtención de la energía eléctrica</i>	34
Figura 4 <i>Distribución porcentual de la obtención de la energía eléctrica</i>	35
Figura 5 <i>Predios con daños en los aparatos eléctricos</i>	40
Figura 6 <i>Distribución porcentual de predios con daño en algún aparato eléctrico</i>	40
Figura 7 <i>Esquema general de un sistema fotovoltaico</i>	45
Figura 8 <i>Diagrama del sistema de energía fotovoltaica para cada predio</i>	48
Figura 9 <i>Vista general del sistema fotovoltaico en las 30 unidades residenciales</i>	48

Lista de Apéndices

Apéndice A *Formato de la encuesta inicial a las viviendas* 61

Apéndice B *Formato de la encuesta final a las viviendas* 63

Introducción

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas. (Ocu.org, 2022).

Colombia es un país con un gran potencial de energía solar teniendo en cuenta su ubicación presenta un buen potencial de radiación, esto debido a que se encuentra en la zona ecuatorial, región de bajas latitudes, lo que ocasiona una misma iluminación solar durante todo el año (Ministerio de Minas y Energía, 2020).

El proyecto actual está orientado hacia la propuesta de un plan piloto que permita mejorar la fuente de energía eléctrica actual que abastece a la población de Campo 38 del corregimiento El Centro ubicado en el municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander, mediante la instalación de paneles solares en 30 casas que generen la energía eléctrica que cada una de dichas viviendas necesita; teniendo en cuenta que la fuente de energía solar es prácticamente inagotable, ya que se calcula que la estrella solar se apagará hasta dentro de unos cinco mil millones de años (NASA ciencia, 2022). Adicionalmente, el uso de la energía solar para convertirla en energía eléctrica garantiza la contribución al cuidado del planeta ya que estas con energías limpias que no causan ningún efecto negativo al medio ambiente.

Inicialmente se realizó un diagnóstico a través de una encuesta aplicada a los 30 predios que forman parte del estudio, con el fin de evaluar el modo como cada predio obtiene la energía eléctrica, los aparatos eléctricos que tiene cada vivienda, la cantidad de energía que consume, los problemas que han tenido con la red eléctrica actual y los costos generados. También se indagó

sobre el conocimiento que tiene la población de lo que son las energías limpias y en especial, la energía fotovoltaica.

Después de evaluar los costos y problemas que ha tenido la población con el suministro de energía actual se procedió a contactar al proveedor de la energía fotovoltaica para realizar una cotización de la instalación del sistema para cada una de las viviendas y comparar a largo plazo, los costos generados por cada uno de los dos sistemas, teniendo en cuenta que la energía fotovoltaica tiene un costo de instalación y no genera facturación mensual como lo hacen las empresas de energía eléctrica convencionales.

Posteriormente, se realizó el diseño del diagrama del sistema eléctrico que proveerá la energía a cada uno de los predios en cuestión.

Finalmente, evaluar el conocimiento que tenía la población sobre el tema de energías limpias y energía fotovoltaico, se realizó un programa de capacitación para explicarles de forma detallada el concepto, características, costos y forma de empleo de la energía fotovoltaica.

Planteamiento del Problema

La energía eléctrica es uno de los servicios básicos en la sociedad actual debido a los diversos usos que tiene a nivel domiciliario, industrial, comercial y público. La energía eléctrica proviene de un tendido eléctrico a través de una red desde un sitio origen el cual puede ser una central hidroeléctrica o una central termoeléctrica, pasando por transformadores que convierten la corriente de alta tensión en corriente de baja tensión y así poder utilizarla en los diferentes aparatos eléctricos incluyendo las fuentes de iluminación. (Ingfocol, 2022).

En Colombia, la mayor fuente de energía eléctrica se obtiene de centrales hidroeléctricas que utilizan el caudal de los ríos para generar la corriente eléctrica y transportarla a través de cables soportados por postas a los diferentes sitios del país. Sin embargo, por la geografía o relieve, por la dificultad de acceso o por la distancia, puede resultar muy difícil y costoso llevar la energía eléctrica a todos los lugares del territorio nacional, sobre todo, si son zonas pobladas pequeñas como corregimientos, caseríos o casas individuales. (Fundación Endesa, 2022).

En la actualidad, se conoce que en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro, no hay un sistema eléctrico legal y supervisado a través de la empresa de energía eléctrica encargada en la zona, en este caso, la Empresa de Energía Eléctrica de Santander S.A. (ESSA), sino que cada uno de los habitantes se conecta de manera ilegal a la energía que es generada y transportada a través de la red para la subestación eléctrica de Ecopetrol que está ubicada en la zona. (Conocimiento propio de los habitantes del sector, incluyendo el autor quien reside en la zona).

Estas malas prácticas traen como consecuencia el riesgo a las personas que manipulan los cables de alta tensión para sacar su propias redes domiciliarias (ESSA, 2022), además que cuando el sistema se recarga, genera caídas de voltaje haciendo que se disminuya el flujo de

energía, apagando los aparatos eléctricos y encendiéndolos de manera imprevista ocasionando múltiples daños a los mismos y por tal motivo, incrementando los costos a los usuarios debido a que deben repararlos si es posible o, reemplazarlos en la mayoría de los casos.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Proponer un plan piloto con la instalación de un sistema de paneles solares para treinta (30) viviendas en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro del municipio de Barrancabermeja (Santander) que permita la generación de energía fotovoltaica y que contribuyan en el uso de energías limpias y la disminución de los costos que genera el sistema eléctrico actual.

Objetivos Específicos

Diagnosticar la forma como se suministra la energía eléctrica en la vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro mediante una visita de campo con el fin de disminuir los riesgos que existen con la forma como se obtiene la energía eléctrica actualmente para cada uno de los hogares.

Evaluar los costos que genera el uso de la energía eléctrica convencional y los costos generados mediante el uso de la energía fotovoltaica como fuente de energía eléctrica para los predios en la vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro mediante el procesamiento estadístico de la información para la factibilidad de instalar paneles solares que generen energía fotovoltaica.

Diseñar el diagrama de la red de distribución de energía fotovoltaica que proveerá la energía eléctrica a los 30 predios incluidos en este estudio.

Capacitar a la comunidad en el conocimiento y uso de la energía fotovoltaica como una alternativa que contribuye al cuidado del medio ambiente y a la economía de toda la población en general.

Justificación

El actual estudio está encaminado a realizar una investigación detallada en la población mencionada en donde se evalúen diferentes variables, tales como: los motivos por los cuales no se ha implementado un sistema eléctrico legal, los costos que generan su uso, los costos actuales por el uso de la red ajena, daños generados, entre otras y proponer un sistema alternativo y de tecnología limpia, utilizando la energía solar a través de la instalación de paneles solares que producirán energía fotovoltaica suficiente y eficaz.

El presente proyecto pretende brindar una propuesta de solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica que ocurre en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro, por el cual, sus habitantes no poseen un sistema de energía eléctrica legal, sino que deben extraer la corriente de fuentes ajenas y en este caso de la red que llega a la subestación eléctrica de Ecopetrol.

Con la implementación de un sistema de generación de energía fotovoltaica, se pretende mejorar la calidad de vida de toda la comunidad gracias a las ventajas ofrecidas por el sistema alternativo de generación de energía eléctrica a través de paneles solares aprovechando el tipo de clima de la zona y además enseñarle a la comunidad la ventaja de utilizar un sistema de energía limpia.

Adicionalmente, la prueba piloto debe servir como una propuesta a la comunidad en general para que se utilice la energía fotovoltaica como la fuente de energía eléctrica en toda la zona.

El uso de la energía fotovoltaica garantiza la protección del medio ambiente, el cual es afectado cuando se hace uso de la energía hidráulica o la energía térmica.

Para generar energía eléctrica a través de una central hidroeléctrica se hace necesario intervenir los ecosistemas para la construcción de represas, afectando negativamente la fauna y la flora de la zona. Adicionalmente, las fuentes hídricas sufren modificaciones de acuerdo a los cambios de clima, por lo tanto, en épocas de calor y sequía es posible que se deba racionar el consumo o encarecer el servicio incrementando el costo del Kiloatio por hora. También se debe tener en cuenta que la construcción y mantenimiento de este tipo de energía es muy costoso. (Total energies, 2021).

Una segunda opción para generar energía eléctrica es a través de la energía térmica que se basa en la quema de combustibles no renovables como carbón (principalmente), gas natural y petróleo. Una de las principales desventajas de las centrales termoeléctricas es que, debido a la quema de combustibles fósiles se generan emisiones de gas carbónico (CO_2) que contaminan la atmosfera. (Presa A., 2022).

El carbón y el petróleo son los dos combustibles fósiles más utilizados del planeta y también son las fuentes de energía más contaminantes que existen, ya que emiten gran cantidad de gases, siendo los mayores culpables del efecto invernadero y del cambio climático que provoca no solo la contaminación del aire, sino también de la tierra y del agua.

Además, no son energías renovables, es decir, proceden de fuentes limitadas y llegará un momento en que se agoten completamente, por tanto, si se siguen usando a este ritmo acelerado, se agotarán y habrá que buscar nuevas formas de generar energía eléctrica, lo cual repercutirá directamente en los costos del servicio. (Grupo Villar Mir, 2020).

Una tercera alternativa de energía eléctrica y que es el objeto de este estudio; es la generación de energía eléctrica aprovechando la energía proveniente del sol. La energía solar fotovoltaica se caracteriza por generar electricidad a partir de foto celdas que se exponen a una

radiación solar. Su importancia se ve enfocada en el aumento significativo de la eficiencia energética y el mínimo impacto ambiental que se puede presentar en comparación con otros sistemas de generación de energía eléctrica. (Iberdrola, 2022).

La energía solar no emite gases de efecto invernadero, por lo que no contribuye al calentamiento global. De hecho, se muestra como una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático.

Al contrario que las fuentes tradicionales de energía como el carbón, el gas o el petróleo, cuyas reservas son finitas, la energía del sol está disponible en todo el mundo y se adapta a los ciclos naturales siendo un elemento esencial de un sistema energético sostenible que permita el desarrollo presente sin poner en riesgo el de las futuras generaciones.

Se hará una propuesta como prueba piloto para que sea instalado un sistema de energía fotovoltaica que provea de energía eléctrica a treinta (30) predios en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro.

Adicionalmente a la contribución que la energía fotovoltaica aporta a la protección del medio ambiente, también contribuye a la disminución significativa en los costos que deben pagar los usuarios, mitigando los problemas de manipulación de redes ajenas y de daños de aparatos eléctricos ya que la energía solar es permanente y tiene una duración estimada para cinco mil millones de años que es lo que la comunidad científica calcula para que se apague la estrella solar. (NASA ciencia, 2022).

Marco Referencial

Marco Teórico

La energía eléctrica es utilizada en la vida cotidiana para muchos procesos a nivel domiciliario, comercial, industrial, público y otros tipos de consumo. Actualmente, esta energía es generada a través de la transformación de la energía hidráulica o de la energía térmica. La primera forma se conoce como energía hidroeléctrica y la segunda como energía termoeléctrica.

En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico, se ha empezado a implementar la generación de energía eléctrica aprovechando la energía solar. A esta energía se le denomina, energía fotovoltaica.

Energía Hidroeléctrica

La energía eléctrica generada a través de una central hidroeléctrica es la forma más común utilizada en Colombia en la mayoría del territorio.

En una central hidroeléctrica se realiza la transformación de energía potencial en energía cinética mediante la caída de agua, que al caer pasa por unas turbinas acopladas a un generador, transformando la energía cinética en energía mecánica, la cual a su vez. Mediante el generador se transforma la energía mecánica en energía eléctrica. (Ingfocol, 2021).

Para generar la energía eléctrica de esta forma, es necesaria la construcción de una central hidroeléctrica. Esta infraestructura debe ser construida sobre el cauce de un río para aprovechar el agua en movimiento, la cual a través de una caída (energía potencial) pueda activar las turbinas y demás elementos conectados entre sí que finalmente permitan la transformación de la energía mecánica total en energía eléctrica; la cual será transportada a través de una red hasta los centros de consumo; estos es, el camino que realiza la electricidad desde que se genera hasta que comienza a distribuirse (Endesa, 2022).

Para transportar la electricidad, es necesario utilizar líneas de transporte a tensiones elevadas, las cuales, en conjunto con las subestaciones eléctricas conforman la red de transporte de electricidad. Esta red de transporte permite conducir la corriente eléctrica a largas distancias.

Las principales desventajas que tiene la energía eléctrica generada a través de una central hidroeléctrica son:

Con respecto a la construcción de las centrales hidroeléctricas pueden afectar negativamente al medio ambiente, además de los cambios que genera en el ecosistema.

Las temporadas de alto calor y sequía influyen negativamente en la generación de la energía, ya que se requieren los caudales de los ríos para su generación. Esto implica que sea necesario realizar racionamientos de energía y en otros casos, incrementar el costo del Kilovatio por hora.

Puede llegar a ser complicado conseguir el lugar adecuado para obtener el máximo beneficio de esta energía renovable.

La construcción de una central hidroeléctrica tiene unos costos muy altos.

Energía Termoeléctrica

La energía termoeléctrica es otro tipo de energía convencional utilizada para proveer energía eléctrica. Es aquella que usa calor para generar electricidad. El mecanismo principal de la energía termoeléctrica se basa en usar el calor para aumentar la temperatura de un fluido (en muchos casos agua) hasta que éste se evapora. El vapor liberado activa una turbina, la cual comienza a girar. De esta manera, la energía térmica se convierte en cinética (energía del movimiento). Las turbinas que se encuentran conectadas al generador producen la energía eléctrica (Presa A., 2022).

En función del nivel de concentración de los combustibles que se empleen para conseguir el vapor, se podrán conseguir bien temperaturas medias o temperaturas altas, obteniendo por tanto diferentes niveles de potencia eléctrica. Los procesos de transformación de la energía térmica en eléctrica ocurren en una central termoeléctrica, la cual está compuesta principalmente por una caldera, la turbina y el generador.

Aunque esta es una de las formas de producción de electricidad a partir del calor que más extendidas están, no es la mejor forma de obtención de este tipo de energía, ya que en el proceso se generan diferentes contaminantes y gases de efecto invernadero perjudiciales para el medio ambiente. Además, las fuentes que se emplean no son renovables, por lo que se corre el riesgo de que se agoten.

Energía Fotovoltaica

La energía solar procede del sol y llega en forma de luz, calor y rayos solares. Esta energía se puede recoger mediante dos técnicas diferentes: la convección térmica y la fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas. El efecto fotoeléctrico, es el efecto por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. (Ocu.org, 2022).

Para realizar este procedimiento se utiliza un dispositivo semiconductor conocido como celda o célula fotovoltaica, que puede ser de silicio monocristalino, policristalino o

amorfo, o se puede utilizar cualquier otro tipo de material semiconductor. (Energysolutions, 2021). Para el montaje del sistema de Energía Fotovoltaica se requiere:

Panel solar. Está formado por celdas que se encargan de absorber las partículas lumínicas (fotones) para liberar electrones o corriente eléctrica continua.

Inversor: Se encarga de transformar la energía eléctrica producida por el panel en corriente alterna (Mheducation, 2020).

Dentro de las ventajas de tener un sistema de energía fotovoltaica están que es un sistema de energía 100% renovable, inagotable y no contaminante, reduce hasta en un 95% el valor del consumo en la factura de energía eléctrica, los aparatos garantizan al menos 20 años de energía gratuita, sólo se deben tener en cuenta los costos de mantenimiento ya que sólo requiere limpieza y controles, su instalación es muy rápida, sin ruido y sin emisión de gases contaminantes, reducción del impacto ambiental.

Marco Conceptual

Con el fin de tener una mayor claridad del lenguaje manejado en el tema de la energía fotovoltaica y energía eléctrica, a continuación, se dará la definición de algunos términos importantes.

Energía Eléctrica

La energía eléctrica se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, que se ponen en contacto a través de un transmisor eléctrico. Este contacto genera una corriente eléctrica basada en la transmisión de cargas negativas (llamadas, más comúnmente, electrones) hasta su punto de consumo. (BBVA, 2022).

Hidroenergía

Es la energía que tiene el agua cuando se mueve a través de un cauce o cuando se encuentra embalsada (energía potencial) a cierta altura y se deja caer para producir energía eléctrica (Ingfocol, 2022).

Energía Termoeléctrica

La energía termoeléctrica convencional es la que se produce mediante el uso de combustibles fósiles como el carbón o el petróleo, aprovechando la energía térmica que se genera en la quema de dichas materias para la obtención de la energía eléctrica (Presa, 2022).

Energía Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas (Iberdrola, 2022).

Panel Solar

Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. Según estos dos fines se puede distinguir entre colectores solares, que producen agua caliente (generalmente de uso doméstico) utilizando la energía solar térmica, y paneles fotovoltaicos, que generan electricidad a partir de la radiación solar que incide sobre las células fotovoltaicas del panel. (Autosolar, 2021).

Central Hidroeléctrica

Es una instalación que permite el aprovechamiento de las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos, para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a generadores. (Ingfocol, 2022).

Central Termoeléctrica

Una central termoeléctrica es una instalación en donde la energía mecánica que se necesita para mover el rotor del generador, y por tanto obtener la energía eléctrica, se obtiene a partir del vapor formado al hervir el agua en una caldera. El vapor generado tiene una gran presión, y se hace llegar a las turbinas para que en su expansión sea capaz de mover los álabes de las mismas.

Las centrales termoeléctricas consumen carbón, petróleo o gas natural. En dichas centrales la energía de la combustión del carbón, fuelóleo o gas natural se emplea para hacer la transformación del agua en vapor. (Torres, 2017).

Autogeneración

Aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades. (Resolución 030, 2018).

Autogenerador

Usuario que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración. (Resolución 030, 2018).

Marco Histórico

El sol es la fuente de energía que mantiene vivo al planeta. Se conoce que los primeros usos de la energía solar fueron realizados por los antiguos romanos, griegos y chinos quienes usaban su energía para encender el fuego. Sin embargo, el efecto fotovoltaico, el cual consiste en

transformar la energía del sol en energía eléctrica fue descubierto por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel, pero solo hasta mediados del siglo XX se obtuvo el Silicio como el material que presentaba el efecto fotovoltaico de manera eficiente. (Arancibia y Best, 2010).

Después del descubrimiento del Silicio, los científicos Daryl Chaplin y Calvin Fuller perfeccionaron el invento y produjeron células solares de silicio capaces de producir grandes cantidades de energía, sin embargo, los altos costos limitaban el uso de este invento, hasta que en el año 1956 se oficializó como la energía que utilizarían las baterías de los satélites. A partir del año 1970 empieza el uso de los paneles solares en aplicaciones domésticas como calculadoras y otros aparatos, además de los paneles en los techos. (Hogarsense, 2023).

Marco Normativo

Existen leyes en la jurisdicción colombiana que regulan la instalación de redes eléctricas para uso residencial, comercial o industrial.

Ley 1715 de 2014

La Ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético.

En esta ley se definen las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) como aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente.

Resolución UPME 281 de 2015

En la cual se define que el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala será de un (1) MW y corresponderá a la capacidad instalada del sistema de generación del autogenerador.

Decreto 348 de 2017

En el cual se determinan los lineamientos de política pública en materia de entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala y entre ellos, se indican los parámetros para ser considerado autogenerador a pequeña escala; las condiciones para la entrega de excedentes de autogeneradores a pequeña escala; así como el reconocimiento de excedentes de energía, entre otros aspectos.

Resolución 030 de 2018

Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Esta resolución aplica a autogenerados a pequeña escala y generadores distribuidos conectados al SIN, a los comercializadores que los atienden, a los operadores de la red y transmisores nacionales. También aplica a las conexiones de los auto generadores a gran escala mayores a 1 MW y menores o iguales a 5 MW.

Metodología

Tipo de Investigación

La investigación realizada fue de tipo exploratorio ya que se pretendía realizar una comparación de costos de tener un sistema de energía convencional, con los costos y beneficios ambientales de tener un sistema de energía fotovoltaica para el consumo en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro de Barrancabermeja, Santander. La investigación se hizo mediante las siguientes etapas:

Actividad 1: Socialización del proyecto mediante una reunión con las personas de los 30 predios que se van a beneficiar de la instalación de la energía fotovoltaica. Se aplicó una encuesta a cada una de las personas cabeza de esos treinta predios (toda la población); esta encuesta tenía preguntas de tipo cualitativo y cuantitativo.

Actividad 2: Se elaboró el diagrama de la red de distribución.

Actividad 3: Se hizo la cotización de la instalación del sistema Fotovoltaico y su respectivo mantenimiento.

Actividad 4: Se Procesó la información utilizando métodos estadísticos en el cual se pudo observar el resultado aplicando tablas de distribución para obtener media aritmética, moda y gráficos de barra y circulares.

- Actividad 5: Se analizaron los resultados donde se planteó un programa de capacitación con los representantes de los 30 predios en el cual se hizo también un análisis de la información obtenida.

Enfoque de la Investigación

Para desarrollar asertivamente los objetivos planteados fue necesaria la aplicación de un enfoque cuantitativo (Hernández Sampieri, 2014. P. 4) el cual sirvió para dar respuesta al núcleo

problemático del trabajo. Por lo tanto, para resolver el objetivo de este trabajo de investigación se analizaron los valores numéricos en cuanto a la situación actual del sistema eléctrico, se cuantificó la opción probable de instalar la energía eléctrica con el sistema actual a través de la Empresa de Energía Eléctrica de la región y por último, se hizo un planteamiento sobre las implicaciones de área y costos de montaje y mantenimiento del sistema de paneles solares para la generación de la energía fotovoltaica a la población piloto, que en este caso es de treinta (30) predios.

El Método

En esta investigación se utilizó el método inductivo, ya que se partió de una investigación particular en una muestra de treinta predios, que a partir de observaciones, mediciones y encuestas a las personas que residen allí y que utilizan la energía eléctrica para diversas aplicaciones, se pudo determinar una estrategia o propuesta para una posible generalización del uso de la energía fotovoltaica como una alternativa real en toda la región, teniendo en cuenta que es una tecnología de desarrollo totalmente nueva y que no afecta el medio ambiente.

Fuentes e Instrumentos de Recolección

La recolección de información para analizar los diferentes casos planteados en el problema y los objetivos se realizó mediante:

Encuesta

Por medio de la cual se indagó a los habitantes de los 30 predios sobre el uso actual de la energía eléctrica, las afectaciones y costos, el conocimiento del sistema alternativo y finalmente una propuesta de capacitación en la cual se analizarán los resultados obtenidos.

En el Anexo A se muestra el modelo de encuesta utilizado.

Medición

Se realizaron mediciones en los predios para conocer los tipos de aparatos utilizados, los consumos promedio en kilovatios y los costos generados por su mantenimiento o reparación en caso que hayan sufrido alguna avería por las caídas y subidas de voltaje.

Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el Abastecimiento de Energía Eléctrica en la Vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro

El presente trabajo fue encaminado a realizar una propuesta de instalar un sistema fotovoltaico que permita abastecer de energía eléctrica a treinta (30) predios que se encuentran ubicados en la vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro del municipio de Barrancabermeja en el departamento de Santander.

Para lograr el objetivo principal, el proyecto se desarrolló teniendo en cuentas las siguientes etapas:

Diagnóstico de la situación actual para establecer cómo es la forma como la población recibe la energía que utiliza.

Evaluación los costos generados actualmente con el sistema eléctrico utilizado y compararlos con los costos que genere la instalación de un sistema fotovoltaico.

Diseño del diagrama de distribución de energía fotovoltaica para suministrar energía eléctrica a cada uno de los predios del estudio (30 predios).

Propuesta de un programa de capacitación a la comunidad sobre el sistema fotovoltaico en general, sus características, beneficios y modo de empleo.

Diagnóstico de la Situación Actual para Establecer la Forma como la Población Recibe la Energía Eléctrica que Utiliza

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de los 30 predios en la comunidad objeto del estudio se desarrollaron las siguientes preguntas en la encuesta:

Pregunta 1: Número de Habitantes por Predio

En la tabla 1 se muestra la distribución de frecuencias de la cantidad de habitantes por predio.

Tabla 1*Cantidad de habitantes por predio*

Número de Habitantes por Predio(x_i)	Predios (f_i)	Total, Habitantes $f_i \cdot x_i$
2	10	20
3	9	27
4	7	28
5	3	15
10	1	10
Total	n=30	100

Nota: Esta tabla muestra la distribución de frecuencias del número de habitantes por predio, la cantidad de predios y el total de habitantes. *Fuente.* Autor

La media de habitantes por predio es:

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{n} = \frac{100}{30}$$

$$\bar{x} = 3.33$$

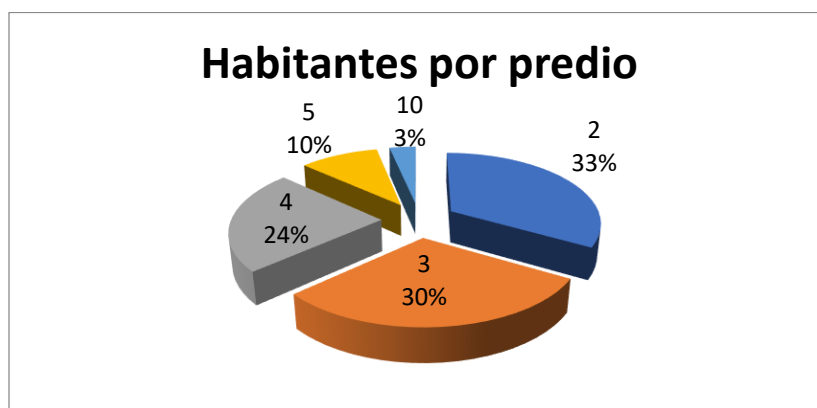
promedio hay 3.33 habitantes por predio. Esto se puede interpretar que hay entre 3 y 4 habitantes por predio, el número de habitantes por predio que más se repite es 2 (Moda). Hay 10 predios de los 30 que tienen 2 habitantes cada uno, esto significa que el 33.3% de los predios tiene 2 habitantes.

En la Figura 1 se observa la distribución de habitantes por predio representada en forma gráfica en un diagrama de barras.

Figura 1*Cantidad de habitantes por predio**Fuente: Autoría Propia*

Se observa en la Figura 1 que hay 10 predios que tienen tan sólo dos habitantes, esto significa que, en la tercera parte de los predios, habitan dos personas solamente.

En la Figura 2 se muestra la distribución porcentual de la cantidad de habitantes por predio.

Figura 2*Distribución porcentual de habitantes por predio**Fuente: Autoría Propia*

En esta figura se puede observar que el 86,6% de los predios tiene entre 2 y 4 habitantes. Tan sólo el 3.3% de los predios tiene 10 habitantes.

Pregunta 2: ¿Su Residencia Cuenta con Energía Eléctrica?

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos a la pregunta si la residencia cuenta con energía eléctrica.

Tabla 2

Predios que cuentan con energía eléctrica

Tiene Energía Eléctrica (x_i)	Predios (f_i)	Porcentaje (%)
Sí	30	100
No	0	0
Total	30	100

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de predios que cuentan con energía eléctrica. Fuente. Autor

Como se evidencia en los resultados de la Tabla 2 que los 30 predios (100%) en estudio cuentan con energía eléctrica.

Pregunta 3: ¿De Dónde Obtiene la Energía Eléctrica para su Residencia?

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos a la pregunta, de dónde obtiene la energía eléctrica para su residencia.

Tabla 3

Forma de obtención de la energía eléctrica

Forma de Donde Obtiene la Energía Eléctrica	Predios	Porcentaje (%)
Red más cercana	22	73.3
Red del vecino	3	10.0
Red eléctrica ESSA	5	16.7
Total	30	100.0

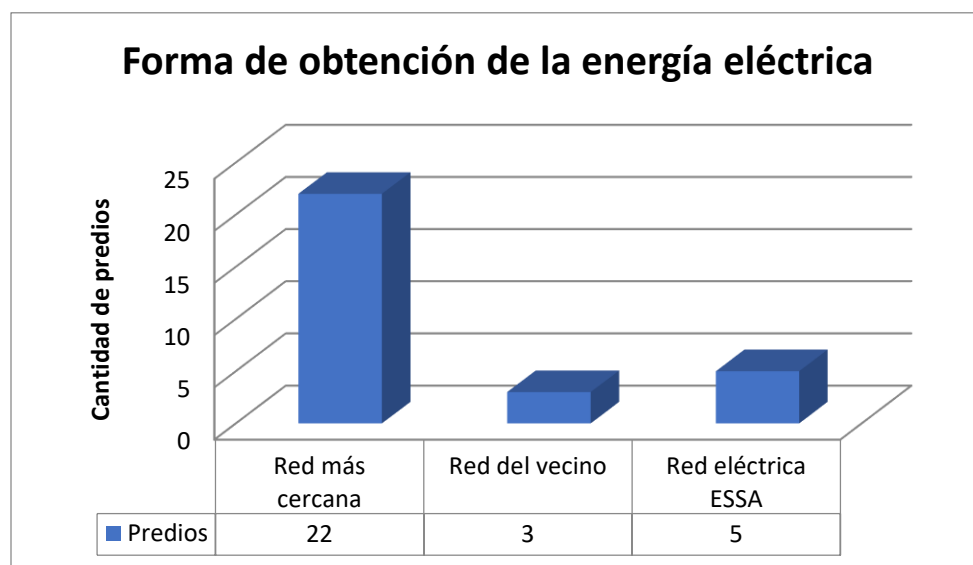
Nota: Esta tabla muestra de dónde obtiene la energía eléctrica cada predio. Fuente. Autor

De acuerdo a los resultados, se observa que la mayoría de las residencias obtienen su energía eléctrica de una red cercana y tan sólo 5 residencias (16.7%) tienen energía formal suministrada por la red de energía eléctrica autorizada, que en este caso es la Empresa Electrificadora de Santander S.A. (ESSA).

En la Figura 3 se muestra de manera gráfica en un diagrama de barras, la distribución de la forma de obtener la energía eléctrica en cada predio y la cantidad de predios.

Figura 3

Forma de obtención de la energía eléctrica



Fuente: Autoría Propia

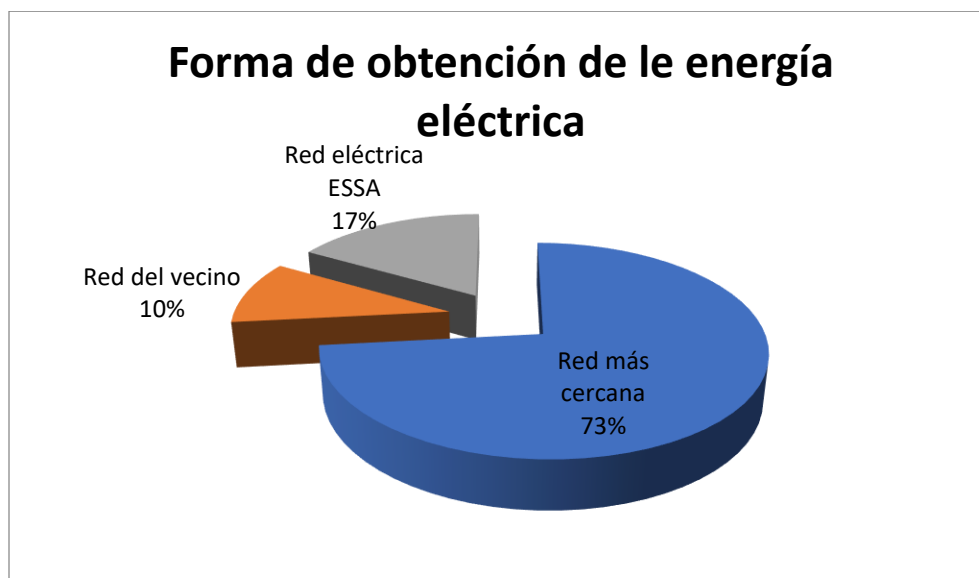
Nota: Esta figura muestra de dónde se obtiene la energía eléctrica en cada predio.

La mayoría de los predios obtiene la energía eléctrica de la red más cercana. Son 22 predios de los 30. Tan sólo 5 predios obtienen la energía eléctrica de la empresa acreditada para tal fin, es decir, la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA).

En la Figura 4 se muestra la distribución porcentual de la forma como los predios obtienen la energía eléctrica.

Figura 4

Distribución porcentual del modo de obtención de la energía eléctrica



Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta figura muestra la distribución porcentual de la forma como los predios obtienen la energía eléctrica.

Se observa en la Figura 4 que 73% de los predios obtiene la energía eléctrica de la red más cercana, el 10% de la red del vecino y tan sólo el 17% la obtienen directamente de la ESSA.

Pregunta 4: Tipos de Aparatos Eléctricos en su Hogar

En la Tabla 4 se puede apreciar los diferentes tipos de aparatos eléctricos utilizados en los predios del estudio. Se ha totalizado la cantidad de aparatos y se calculó el promedio del tiempo de uso de cada uno, entre los predios que cuentan con el mismo tipo de aparato

Tabla 4*Tipos de aparatos eléctricos utilizados en los predios*

Aparatos Eléctricos	Voltaje Promedio por Aparato	Cantidad Promedio por Predio)	Tiempo Promedio de Uso Horas/día
Televisor	0,070	1,17	4,90
Aire acondicionado	0,881	0,77	8,13
Nevera	0,058	1,20	20,00
Ventilador	0,048	2,07	4,97
Plancha	0,554	0,43	0,35
Bombillos	0,002	7,70	0,86
Licuadaora	0,581	1,03	0,29
Lavadora	0,168	1,03	1,06
Congelador	0,030	0,10	8,33
Cargadores	0,004	2,50	0,47
Portátil	0,129	0,23	1,64
Equipo de Sonido	0,600	0,37	1,18
Sanduchera	0,743	0,47	0,30
Secador	2,000	0,03	1,00
Cafetera	0,800	0,03	0,25

Nota: Esta tabla muestra el tipo de aparatos eléctricos utilizados en los predios en estudio, su voltaje, la cantidad, el promedio de aparatos por predio y el promedio de horas de uso por predio.

Fuente. Autor

Pregunta 5: Sabe Cuánto Gasta en Energía Eléctrica (Kilovatios) al Mes?

En la Tabla 5 se pueden observar los resultados a la pregunta si saben cuántos kilovatios mensuales consumen en cada uno de sus predios.

Tabla 5

Consumo mensual en Kilovatios

Consumo (x_i)(Kilovatios/mes)	Predios
No sabe	25
106	1
145	1
150	1
197	1
250	1

Nota: Esta tabla muestra el consumo mensual de cada uno de los predios encuestados. *Fuente.*

Autor

De acuerdo a lo observado y en concordancia con la pregunta 3 (de dónde obtiene la energía eléctrica) se puede concluir que los 25 predios que obtienen la energía de una red no autorizada, no saben cuál es su consumo promedio mensual; en cambio, los cinco predios que obtienen la energía eléctrica de forma legal de la ESSA si saben cuál es su consumo en Kilovatios por mes ya que cuentan con su respectivo medidor.

El promedio de Kilovatios/mes de los cinco predios que sí saben su consumo es:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{106 + 145 + 150 + 197 + 250}{5}$$

$$\bar{x} = 169.6 \text{ Kilowatts/mes}$$

Con este valor es posible hacer una estimación del costo promedio pagado por predio mensual por consumo de energía eléctrica si se conoce el costo por Kilowatts que se cobra en la zona por parte de la Empresa de Energía Eléctrica (ESSA).

Pregunta 6: Ha Tenido Inconvenientes con el Sistema Actual de Energía?

En la Tabla 6 se muestra los resultados de los predios que han tenido inconvenientes con el sistema de energía eléctrica utilizado actualmente.

Tabla 6

Inconvenientes con el sistema actual de energía

Ha Tenido Inconvenientes con el Sistema Actual de Energía	Predios	Porcentaje (%)
Sí	30	100
No	0	0
Total	30	100

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de predios que ha tenido problemas con el sistema de energía que usa actualmente. *Fuente.* Autor

El resultado arrojado a la pregunta si ha tenido inconvenientes con el sistema de energía eléctrica que utiliza en la actualidad, muestra que el 100% de los predios ha tenido algún problema con el servicio de energía que utiliza en la actualidad.

Pregunta 7: Qué problemas ha tenido?

En la Tabla 7 se muestran los diferentes problemas que ha tenido cada predio con el servicio de energía eléctrica.

Tabla 7

Tipos de problemas presentados con el servicio de energía eléctrica actual

Tipo de problema con el servicio de energía eléctrica actual	Predios	Porcentaje (%)
Se baja la intensidad	20	66.6
Apagones	2	6.7
Bajas en la intensidad y apagones	8	26.7
Total	30	100

Nota: Esta tabla muestra cuáles han sido los principales problemas que han tenido los predios con el servicio actual de energía eléctrica. *Fuente.* Autor

El principal problema con el sistema de energía que usan actualmente los predios del estudio es que se baja la intensidad (66.6%) lo cual igual que los apagones esporádicos, trae como consecuencia que algunos aparatos puedan llegar a sufrir daños y deban ser reparados o en su defecto, reemplazados.

Pregunta 8: Ha Sufrido Daños en los Aparatos Eléctricos por Causa de la Red Eléctrica?

En la Tabla 8 se puede observar la cantidad de predios en donde se afirma haber sufrido daños en alguno de sus aparatos eléctricos por los inconvenientes presentados en la red eléctrica mencionados en la pregunta 7.

Tabla 8

Predios que han sufrido daños en los aparatos eléctricos

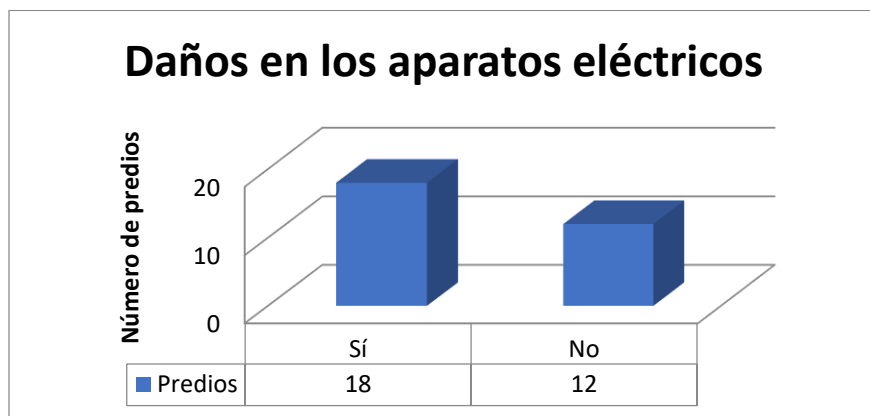
Daños en los Aparatos Eléctricos	Predios	Porcentaje (%)
Sí	18	60
No	12	40
Total	30	100

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de predios que ha sufrido daños en alguno de los aparatos eléctricos a causa de los inconvenientes en el servicio de energía eléctrica. *Fuente.* Autor

En la Figura 5 se muestra la cantidad de predios que sí ha sufrido daños en alguno de sus aparatos eléctricos debido a los problemas con el servicio de energía eléctrica.

Figura 5

Predios con daños en los aparatos eléctricos



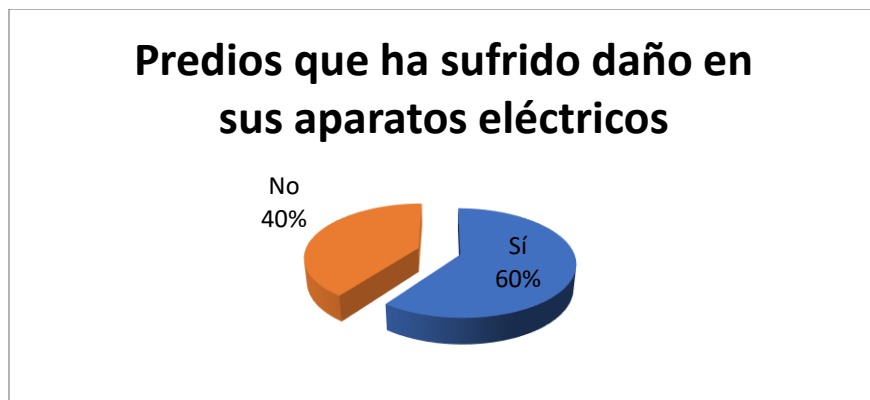
Fuente: Autoría Propia

Nota: La figura muestra la cantidad de predios que ha sufrido daños en alguno de sus aparatos eléctricos.

En la Figura 6 se muestra la distribución porcentual de los predios que ha sufrido daños en alguno de sus aparatos eléctricos y los que dicen No haber sufrido ningún daño.

Figura 6

Distribución porcentual de los predios con daño en alguno de sus aparatos eléctricos



Fuente: Autoría Propia

Nota: Esta figura muestra la distribución porcentual de la cantidad de predios que ha sufrido daño en sus aparatos eléctricos.

Aunque el 100% de los predios manifestó haber tenido algún inconveniente con el servicio de energía eléctrica utilizado actualmente, solamente el 60% manifestó haber sufrido daños en alguno de sus aparatos eléctricos.

Sn embargo, la mayoría de predios (60%) manifestaron que sí ha sufrido daños, lo cual es una alerta sobre el servicio de energía eléctrica que están utilizando actualmente, ya que esto puede generar costos adicionales de reparación o reemplazo de dichos aparatos.

Evaluación de los Costos Generados Actualmente con el Sistema Eléctrico Utilizado y Comparación con los Costos que Genera la Instalación de un Sistema Fotovoltaico

Para la evaluación de los costos generados por el sistema de energía eléctrica que se utiliza actualmente en cada predio, se tuvo en cuenta:

Costo de facturación de los usuarios que tiene un servicio de energía suministrado por la empresa de energía eléctrica autorizada en la región; en este caso, la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA).

Costos de reparación o reemplazo de los aparatos eléctricos cuyo daño se debió a los problemas generados por la red utilizada.

Costos del sistema fotovoltaico

Costos de Facturación del Servicio de Energía Eléctrica

De acuerdo a lo que se determinó en las preguntas 3, 5,10 y en donde se determinó en primer lugar de dónde obtiene la energía eléctrica (pregunta3), consumo en Kilovatios por mes (pregunta 5) y valor pagado mensual (pregunta 10).

Con dichas preguntas, se determinó que cinco (5) de los treinta (30) predios del estudio obtienen la energía eléctrica de la ESSA.

En la tabla 9 se muestra una relación de Kilovatios/mes y el costo pagado de cada uno de los cinco predios que facturan con la ESSA

Tabla 9

Costos de facturación mensual

Kilovatios/mes	Valor Facturado Mensual	Costo \$/kilovatio
106	85.300	804.6871
145	116.700	804.6871
150	120.700	804.6871
197	158.500	804.6871
250	201.200	804.6871
Total 848	682.400	804.6871

Nota: La tabla muestra los valores de consumo, valor facturado y pesos por kilovatio por usuario y el total de los cinco predios. *Fuente.* Autor

En total, se observa que los cinco usuarios consumen un promedio mensual de 848 Kilovatios, lo que equivale a un promedio:

$$\text{Kilowatios promedio mes por usuario} = \frac{848}{5} = 169.6$$

169.6 Kilovatios mensuales con un costo promedio de facturación por usuario de:

$$\text{Costo de facturación promedio mes por usuario} = \frac{682.400}{5} = 136.480$$

136.480 pesos mensuales por usuario.

Si se hace una estimación a 25 años del valor pagado mensual que es el tiempo de vida útil del sistema fotovoltaico, se obtiene que cada predio debería pagar:

$$\text{Costo de facturación a 25 años} = 136.480 * 12 * 25 = \$ 40'944.000$$

Cada usuario debería pagar por el consumo de energía eléctrica un valor de Cuarenta millones novecientos cuarenta y cuatro mil pesos (\$40'944.000). Se debe tener en cuenta que este costo de facturación no incluye los incrementos en la tarifa de facturación.

Estos cinco predios manifestaron haber tenido algún inconveniente con el suministro de energía (pregunta 6), pero no reportan aparatos dañados (pregunta 8).

Costos de Reparación o Reemplazo de Aparatos Dañados por Problemas Eléctricos

En las preguntas 8 y 9 se indagó respectivamente si en cada predio han sufrido daños en algunos de los aparatos eléctricos por problemas en el servicio de energía eléctrica y los tipos de problema que ha sufrido cada predio, cuáles aparatos se han averiado y los costos de reparación o de reemplazo si es que no tiene arreglo.

En la tabla 10 se muestra la información del tipo de aparato, cantidad y costos de reemplazo porque no pudieron ser reparados o porque su propietario decidió que era preferible cambiarlo.

Tabla 10

Costo promedio de reemplazo de aparatos eléctricos dañados

Aparato	Cantidad	Costo promedio por aparato	Costo total
Televisor	3	1.266.667	3.800.000
Nevera	3	1.550.000	4.650.000
Aire acondicionado	2	2.250.000	4.500.000
Horno	1	1.200.000	1.200.000
Total	9		14.150.000

Nota: En la tabla se muestra el tipo de aparato eléctrico que fue reparado, la cantidad de cada tipo, el costo promedio y el total. *Fuente.* Autor

Se observa que se reportaron 19 aparatos eléctricos dañados por problemas en el servicio de energía, los cuales tuvieron un costo total de \$6'105.000, lo cual indica que el promedio por aparato es de:

$$\text{Costo Promedio por aparato} = \frac{6.105.000}{19} = \$321.316$$

El costo promedio de reemplazar un aparato dañado está en \$321.316.

Costos del Sistema Fotovoltaico

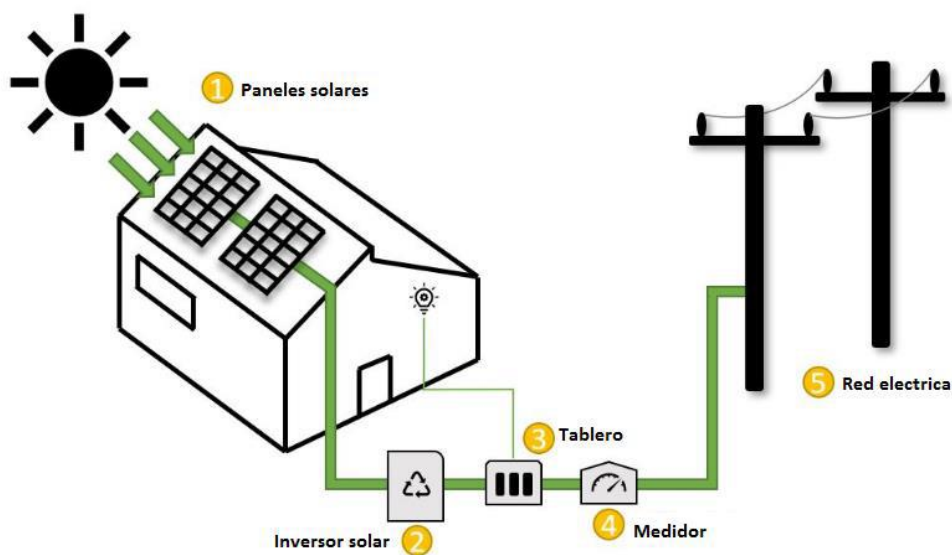
El municipio de Barrancabermeja, debido a sus condiciones geográficas y meteorológicas, cuenta con gran potencial para la generación de energía derivada sistemas de energía fotovoltaicos, la cual se obtiene a través de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica. La energía del sol es captada por lo que comúnmente se conoce como paneles solares.

Estos paneles solares están formados por módulos y éstos, a su vez, por células fotovoltaicas. Sus células contienen una o varias láminas de material semiconductor y están recubiertas por un vidrio transparente que deja pasar la radiación solar y minimiza las pérdidas de calor; por lo cual, la zona en donde se propone realizar la instalación se convierte en un punto estratégico para cubrir las necesidades energéticas de los diferentes predios.

En la figura 7 se muestra el esquema de un sistema fotovoltaico general para ubicar en un predio residencial o comercial.

Figura 7

Esquema general de un sistema fotovoltaico



Fuente: Tomado de Proyecto de Energía Fotovoltaico (p.2) por Innova Solar, 2022.

Nota: En la figura se muestra la disposición general de un sistema fotovoltaico para una unidad residencial.

Se ha realizado la cotización de instalación del sistema fotovoltaico, para un promedio de consumo mensual de 300 Kilowatts. En la tabla 12 se muestra los insumos y elementos que hacen parte del sistema de energía fotovoltaico propuesto.

La instalación del sistema fotovoltaico permite que el autogenerador pueda intercambiar energía con la empresa de energía eléctrica autorizada, en este caso la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA) de acuerdo a lo establecido en la resolución 030 de 2018 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), cuyo objeto es: “Mediante esta resolución se regulan aspectos operativos y comerciales para permitir la integración de la autogeneración a pequeña escala y de la generación distribuida del Sistema Interconectado Nacional SIN” (CREG, 2018).

Tabla 11*Elementos que conforman el sistema de energía fotovoltaico*

Imagen	Descripción	Cantidad o Detalle
	Panel Solar 450kWh. Marca Q-CELLS	Seis (06)
	Inversor GROWATT Potencia de 3KVA	Uno (01)
	Contador bidireccional Legalizado por la ESSA con su respectivo certificado de conformidad.	Uno (01)
	Estructura y cableado para paneles con sus respectivos accesorios.	Cubrimiento Total
	Instalación, transporte, supervisión y puesta en marcha del proyecto.	De manera permanente
	Servicio de certificación de cumplimiento RETIE para las instalaciones fotovoltaicas.	Acompañamiento y coordinación
	Inscripción ante el Ministerio De Minas y Energía. Generador de energía a pequeña escala	Remisión y trámite de documentos

Nota: En la tabla se muestran los elementos que componen el sistema de energía fotovoltaica y los elementos adicionales ofrecidos por el proveedor. *Fuente:* Tomado de Proyecto de Energía Fotovoltaico (p.2) por Innova Solar, 2022.

El autogenerador a pequeña escala estará conectado a la red y tendrá instalado el contador bidireccional que se mostró en la tabla 12. El autogenerador dispondrá de 300 Kilowatts al mes para su consumo, pero en caso de no usarlos, la empresa la abonará el saldo el cual será intercambiado por la energía que sea usada en momentos en que no haya generación de energía fotovoltaica, como por ejemplo en las noches. Este sistema evita la necesidad de adquirir las baterías de almacenamiento y así también se disminuyen los costos.

Con el uso del sistema fotovoltaico se evitará la emisión de 576g de CO₂ cada año y 14.400 toneladas de CO₂ durante la vida útil del sistema (Innova Solar, 2022), la cual tiene una duración de 25 años.

El costo total de instalación del sistema fotovoltaico por cada predio tiene un valor de Quince millones de pesos (\$ 15'000.000), el cual comparado con el valor de facturación a pagar por cada usuario en un período 25 años, es de aproximadamente \$ 70'000.000, esto significa que el usuario dejará de pagar al menos unos cincuenta y cinco millones de pesos en ese lapso de tiempo.

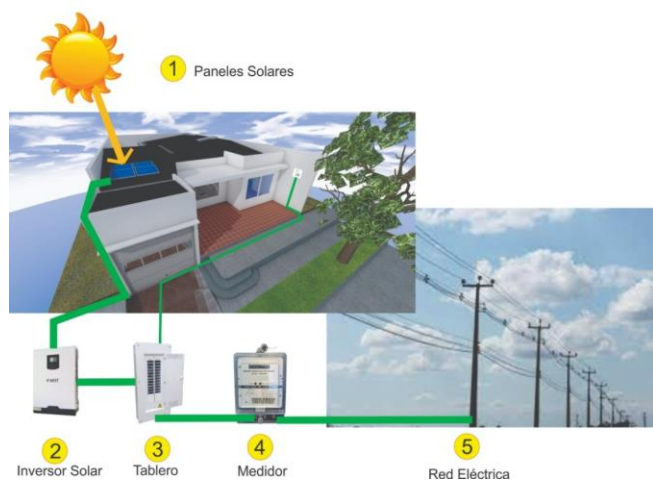
Diseño del Diagrama de Distribución de Energía Fotovoltaica para Suministrar Energía Eléctrica a Cada uno de los Predios del Estudio (30 Predios)

Se instalarán sistemas de energía fotovoltaica individuales para cada unidad residencial. En la figura 8 se puede observar el diagrama modelo que será instalado en cada uno de los 30 predios que han sido mencionados en el presente estudio.

Los paneles solares serán instalados en el techo de cada unidad residencial. Estos paneles contarán con su respectivo inversor solar y tablero de control. Además, se instalarán los medidores bidireccionales que serán los encargados de medir la energía que se ha de intercambiar con la empresa de energía eléctrica autorizada, en este caso, la ESSA.

Figura 8

Diagrama del sistema de Energía Fotovoltaica que será instalado en cada unidad residencial.



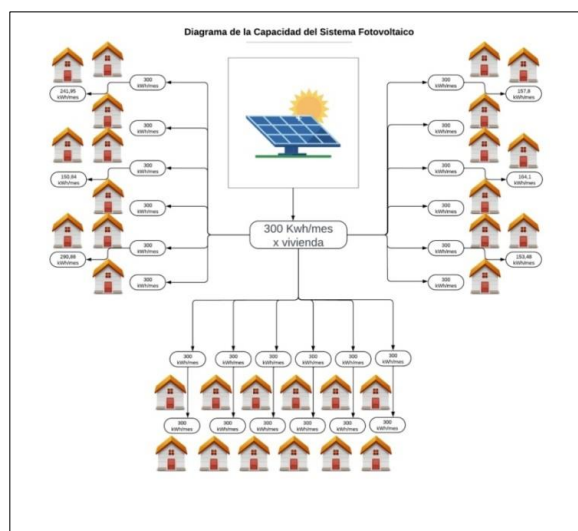
Fuente: Autoría Propia

Nota: En la figura se muestra el diseño modelo que quedará instalado en cada uno de los 30 predios contemplados en este proyecto.

La vista global del sistema fotovoltaico en las 30 viviendas se muestra en la figura 9.

Figura 9

Vista general del sistema fotovoltaico en las 30 unidades residenciales.



Fuente: Autoría Propia

Nota: En la figura se muestra el diagrama global del sistema fotovoltaico en los 30 predios.

Propuesta y Realización de un Programa de Capacitación a la Comunidad sobre el Sistema Fotovoltaico en General, sus Características, Costos, Beneficios y Modo de Empleo

Con el fin de establecer el nivel de conocimiento de los posibles usuarios del sistema fotovoltaico, en la encuesta se realizaron las siguientes preguntas:

Pregunta 11: Conoce Acerca de las Energías Limpias?

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos a la respuesta de la pregunta si los habitantes encuestados conocen acerca de las Energías Limpias:

Tabla 12

Conocimientos sobre el tema de Energías Limpias

Conoce Acerca de las Energías Limpias	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	2	6.67
No	28	93.33
Total	30	100

Nota: La tabla muestra los resultados a la pregunta si el usuario tiene conocimiento sobre el tema de Energías Limpias. *Fuente.* Autor

Como se puede observar en la tabla 13, tan sólo 2 personas de las 30 encuestadas tienen conocimiento sobre el tema de Energías Limpias, lo cual equivale al 6.67% del total.

A las dos personas que respondieron afirmativamente a la pregunta, se les solicitó que dieran una explicación acerca de lo que saben de Energías Limpias (pregunta 12) y los conceptos dados por ellos fueron los siguientes: con recursos renovables, no contamina el medio ambiente y no proviene de combustible fósil.

Pregunta 13: Sabe qué es la Energía Fotovoltaica?

En la tabla 14 se muestran los resultados obtenidos a la respuesta de la pregunta sabe qué es la energía fotovoltaica:

Tabla 13

Conocimiento acerca de la energía fotovoltaica

Sabe qué es la Energía Fotovoltaica	Cantidad	Porcentaje (%)
Sí	0	0
No	30	100
Total	30	100

Nota: La tabla muestra los resultados a la pregunta si el usuario sabe qué es la energía fotovoltaica. *Fuente.* Autor

Como se puede evidenciar en la tabla 14, los resultados a la pregunta si sabe qué es la energía fotovoltaica son en un cien por ciento negativos, es decir, el 100% de los posibles usuarios del sistema propuesto en este proyecto afirmó que no conoce el tema de energía fotovoltaica.

De acuerdo a lo anterior y como objetivo de este numeral, es necesario plantear una socialización y capacitación a todos los posibles usuarios, sobre la energía fotovoltaica, desde su concepto general, sus características, costos, beneficios y modo de empleo.

En la tabla 15 se muestra el plan para realizar la capacitación a la comunidad.

Tabla 14

Programa de capacitación a la comunidad sobre la energía fotovoltaica

Programa de Capacitación Sobre Energías Limpias y Energía Fotovoltaica
<p>Objetivo:</p> <p>Enterar a toda la comunidad de la vereda Campo 38 del corregimiento El Centro del municipio de Barrancabermeja sobre la existencia de las Energías limpias, el concepto general y las diferentes energías limpias existentes.</p> <p>Explicar claramente el concepto general de la energía fotovoltaica, sus características, costos, beneficios y el modo de empleo.</p>
<p>Meta:</p> <p>Lograr que el 100% de la población de la vereda Campo 38 conozca sobre energías limpias y sepa de una manera más específica qué es la energía fotovoltaica y los beneficios del proyecto.</p>
<p>Responsable:</p> <p>Empresa encargada de la instalación de los paneles solares y estudiante encargado del proyecto.</p>
<p>Indicadores:</p> <p>Cantidad (%) de personas que conocen de energías limpias</p> <p>Cantidad (%) de personas que conocen de energía fotovoltaica</p>

Nota: En la tabla se muestra el programa de capacitación ofrecido a la comunidad con el fin de reforzar los conocimientos de energía limpia y fotovoltaica. *Fuente.* Autor

Programa de Capacitación

Se citó a las 30 personas que habían sido encuestadas con el fin de capacitarlos en el tema de energías limpias y energía fotovoltaica. A esta reunión asistieron 25 personas, es decir, el 83.3% de los invitados.

En esta capacitación, la cual estuvo apoyada por la empresa Innova SAS que es la empresa encargada de realizar la instalación de los paneles solares, se le explicó a la comunidad qué son las energías limpias, el concepto general de lo que es la energía fotovoltaica, sus características, beneficios, costos y modo de empleo.

Después de la reunión, se aplicó nuevamente una encuesta a los asistentes en donde se les preguntó sobre el concepto de las energías limpias y la energía fotovoltaica. En el Anexo 2 se puede ver el formato de las preguntas.

A la primera pregunta, sobre: ¿Conoce acerca de energías limpias? Las 25 personas respondieron afirmativamente y los conceptos dados fueron:

Son generadas a partir de recursos naturales renovables que no contaminan.

No contaminan el medio ambiente.

Las que se pueden producir del aire, el agua y el sol.

Son las que no contaminan.

Son energías buenas y ayudan a cuidar el planeta.

Con respecto a la segunda pregunta, sobre: ¿Sabe que es la energía fotovoltaica? Las 25 personas respondieron afirmativamente y los conceptos dados fueron:

Produce energía eléctrica a través de paneles solares.

Es la que usa paneles solares.

Usa la radiación del sol para producir energía eléctrica.

Por medio de paneles solares transforman la energía solar en energía eléctrica.

El resumen comparativo del conocimiento sobre los temas de Energías limpias y Energías y Energía fotovoltaica en la encuesta inicial y luego de la capacitación, se muestran en la tabla

Tabla 15

Comparativo de conocimiento de la población sobre energías limpias y energía fotovoltaica antes y después de la capacitación.

Pregunta	Situación Inicial		Situación Actual	
	Cantidad	(%)	Cantidad	(%)
Conoce acerca de energías limpias?	2	6.67	27	90
Sabe qué es la energía Fotovoltaica?	0	0	25	83.3

Nota: La tabla muestra los indicadores con respecto al conocimiento de los temas de Energías limpias y Energía fotovoltaica antes y después de la capacitación. *Fuente.* Autor

En la encuesta, solamente había dos personas de las 30 encuestadas que tenían algún conocimiento sobre el tema de energías limpias, lo que equivale a un 6.67%. Una vez capacitadas las 25 personas asistentes a la reunión, se incrementa la cifra a 27 personas que ya conocen algo sobre dicho tema, lo cual indica que un 90% de los habitantes de los 30 predios ya tiene conocimiento real sobre lo que es la Energía Limpia.

Con respecto al conocimiento sobre la Energía Fotovoltaica, inicialmente ninguna persona tenía conocimiento alguno sobre el tema. Una vez realizada la capacitación, las 25 personas asistentes contestaron que sí conocen de qué se trata la energía fotovoltaica, es decir, en total, el 83.3% de las personas de los 30 predios saben qué es la Energía Fotovoltaica, sus características y beneficios.

Conclusiones

En la vereda Campo 38 del Corregimiento El Centro ubicado en el municipio de Barrancabermeja en el departamento de Santander, se ha venido presentando una situación bastante delicada para la población con respecto al suministro y consumo de energía eléctrica, ya que la mayoría de los pobladores no tienen una conexión legal y se conectan por sus propios medios a la red cercana que pasa por allí.

Con el fin de mejorar esta situación, se realizó el actual proyecto proponiendo un sistema alternativo para obtener la energía eléctrica: La Energía Fotovoltaica.

La propuesta se hizo para cubrir inicialmente la necesidad del consumo de 30 predios de la zona. Se realizó un diagnóstico de la situación actual, en donde se pudo detectar que la mayoría de los predios tienen una conexión ilegal a la red de energía eléctrica más cercana y como consecuencia lógica, ninguno sabe la cantidad de energía que consumen por mes, pero sí se pudo detectar que todos han tenido inconvenientes con la electricidad por motivos de bajas de intensidad y apagones los cuales en varios predios ha generado daños en los aparatos eléctricos los cuales han tenido que ser reparados o en los casos más graves, han tenido que reemplazarlos generando unos sobre costos y sobre todo, que tiende a ser un problema permanente por el motivo de la ilegalidad además se observó que hay un consumo desmedido por parte de las personas que no pagan el servicio.

Se hizo una evaluación y comparación de los costos a largo plazo que se generan con el uso de una red de energía eléctrica convencional con los costos que genera la instalación del sistema fotovoltaico y se pudo determinar que el primero resulta aproximadamente cuatro veces más costoso que el fotovoltaico, con las limitaciones e inconvenientes generados por el

abastecimiento de electricidad a la zona debido a su localización y al clima seco por el cual en muchos casos deben racionar el suministro.

Se contactó una empresa proveedora para que realizara la cotización del sistema y sugiriera la mejor opción de instalación, en la cual se concluyó que en estos casos domésticos, lo mejor es que cada unidad residencial tenga su propio panel solar en el techo y este le permita generar la energía eléctrica suficiente para sus necesidades e incluso en muchos casos pueden generar exceso que al estar conectados mediante un contador al sistema eléctrico convencional pueden hacer intercambio de energía y obtener una utilidad adicional al vender la energía sobrante.

Para evitar el uso de las baterías en el sistema fotovoltaico, el intercambio de energía permite que en las horas cuando la luz del sol no puede suministrar energía, la empresa autorizada se la suministre y la intercambian por la sobrante generada por el panel.

Tener cada predio su propio panel solar es otra ventaja porque cada quien administra su propia energía y también cada uno se encarga de realizar los respectivos mantenimientos cuyo costo es bajo.

También se detectó que la mayoría de los habitantes desconocían el tema de energías limpias y ninguno tenía idea de lo que es la energía fotovoltaica; por este motivo se realizó una reunión con el fin de capacitarlos en el tema y explicarles los beneficios que tiene el uso de la energía fotovoltaica:

Las energías limpias cuidan el medio ambiente ya que utilizan recursos naturales renovables.

La energía fotovoltaica es la energía eléctrica obtenida a partir de la energía solar.

La energía solar es una fuente de energía prácticamente inagotable.

La energía fotovoltaica no tiene problemas de bajas de intensidad como sí los tiene la red eléctrica normal.

Los aparatos eléctricos ya no sufrirán daños por problemas de caídas de voltaje, apagones o bajas de intensidad.

La energía que no se use se le pasa a la empresa de energía eléctrica de la región, quien a su vez le proporcionará la energía a cada predio en aquellos momentos cuando no esté presente la luz del sol, que en esa zona ocurre sólo en las noches.

Los costos a largo plazo son mucho menores que los costos a través de la red de energía eléctrica convencional.

De acuerdo al desarrollo de los objetivos se pudo concluir que la propuesta de un sistema fotovoltaico para el abastecimiento de energía eléctrica en la vereda campo 38 del Corregimiento El Centro, es viable, ya que mejora la situación actual en temas de legalidad, menores costos, calidad del servicio y protección al medio ambiente.

Recomendaciones

La realización de proyectos de tecnología de punta como lo es el tema de la energía fotovoltaica, el cual es un tema que poco a poco va ganando más terreno en los diferentes países, requieren en primer lugar de una buena documentación sobre el tema, por lo cual, además de las fuentes bibliográficas existentes, se recomienda recurrir a las empresas o lugares que ya han instalado un sistema fotovoltaico y también recurrir a las empresas proveedores de estos sistemas y así las propuestas a realizar van a ser mucho más precisas.

También es importante que en el sitio o la zona donde se vaya a realizar el proyecto, las personas conozcan del tema, por lo cual se recomienda siempre realizar un diagnóstico del conocimiento y de ser necesario realizar una charla donde se les explique el tema con sus características y beneficios, preferiblemente apoyados por la empresa proveedora.

Referencias

- Arabcibia C. &best Roberto. (abril de 2010). Energía del Sol. Ciencia. (p. 10-15).
- Autosolar, Energysolutions. (15 de Julio de 2021). ¿Qué es un panel solar? Autosolar.
<https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-panel-solar>
- BBVA. (2022). Qué es la energía eléctrica. BBVA.
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/diferencias-entre-un-coche-hibrido-y-un-coche-electrico/>
- Cambio energético. (2022). Energía solar fotovoltaica aislada. Cambioenergético.
<https://www.cambioenergetico.com/blog/galeria/energia-solar-fotovoltaica-aislada>
- Congreso de Colombia. (mayo 13 de 2014). Ley 1715 de 2014. Función pública.gov.co.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>
- Diario Oficial. (junio 5 de 2015). Resolución UPME 281 de 2015.Faolex.fao.org.
<https://faolex.fao.org/docs/pdf/col146970.pdf>
- Electrificadora de Santander S.A. (2022). ESSA advierte sobre los riesgos ante manipulación de la infraestructura eléctrica por parte de terceros. ESSA.
<https://www.essa.com.co/site/comunidad/covid19/detalle-articulo-covid19/riesgos-ante-manipulaci243n-de-infraestructura-el233ctrica-por-terceros>
- Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2018). Resolución 030 de 2018.
 Apolo.crev.gov.
[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/\\$FILE/Creg030-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191/$FILE/Creg030-2018.pdf)
- Figueroa Puerta A. (13 de diciembre de 2022). Proyecto de Energía Fotovoltaico. Innova Solar.

Foro nuclear. (2022). Qué es una central termoeléctrica. Foronuclear.

<https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-distintas-fuentes-de-energia/que-es-una-central-termoelectrica/>

Fundación Endesa. (2022). Transporte de electricidad. Fundación Endesa.

<https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/transporte-de-electricidad#:~:text=El%20transporte%20de%20electricidad%20se,eleva%20su%20nivel%20de%20tensi%C3%B3n.>

Grupo Villar Mir. (29 de Julio de 2020). Qué es la energía termoeléctrica. Tipos y aplicaciones. Energyavm.<https://www.energyavm.es/que-es-la-energia-termoelectrica-tipos-y-aplicaciones/>

Hernández Sampieri, R. (2014). Los enfoques Cuantitativo y Cualitativo de la investigación científica. Metodología de la investigación. (Sexta Edición, pp. 4-12). Mc Graw Hill.

Hill, Mc Graw. (2020). Componentes de una instalación solar fotovoltaica. Mheducation.<https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>

Hogarsense. (febrero 2 de 2023). Historia de la energía fotovoltaica. Hogarsense.es.
<https://www.hogarsense.es/energia-solar/historia-energia-solar-fotovoltaica>

Iberdrola S.A. (2022). Qué es la energía solar fotovoltaica. Iberdrola.<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>

Ingfocol Ltda. (2022). Hidroenergía. Atlas, potencial hidroeléctrico de Colombia. https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p25-36.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (marzo 1 de 2017). Decreto 348 de 2017. Función pública.gov. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=79793>

Ocu.org. (31 de mayo de 2022). Energía solar fotovoltaica, Ventajas y desventajas. Energías renovables. <https://www.ocu.org/comunidad/energias-renovables/otras-energias-renovables/conversacion/5502/energia-solar-fotovoltaica-ventajas-y-desventajas>

Presa A., Andrés. (2022). Energía termoeléctrica. Aprean. <https://www.aprean.com/energia-termoelectrica/>

Space place. (2022). Duración del sol. Nasa ciencia. [https://spaceplace.nasa.gov/sun-age/sp/#:~:text=Las%20estrellas%20como%20nuestro%20Sol,millones\)%20de%20a%C3%B1os%20de%20vida.](https://spaceplace.nasa.gov/sun-age/sp/#:~:text=Las%20estrellas%20como%20nuestro%20Sol,millones)%20de%20a%C3%B1os%20de%20vida.)

TotalEnergies. (21 de Julio de 2021). Las principales ventajas y desventajas de la energía hidráulica. Totalenergies. <https://www.totalenergies.es/es/ventajas-desventajas-energia-hidraulica>

Apéndices

Apéndice A

Formato de la Encuesta Inicial a las Viviendas

Nombre: _____ Fecha: _____

Dirección: _____

Número de habitantes: _____

¿Su residencia cuenta con energía eléctrica?

Sí

No (Si la respuesta es No, pase a la pregunta 11).

En caso afirmativo a la pregunta anterior, ¿puede decirnos de dónde obtiene la energía eléctrica para su residencia? _____

Tipos de aparatos eléctricos que tiene en su hogar:

Aparatos Eléctricos	Voltaje	Cantidad	Tiempo Uso
Televisor			
Aire acondicionado			
Nevera			
Ventilador			
Plancha			
Bombillos			
Licuada			
Lavadora			
Otros			

¿Sabe cuánto consume en energía eléctrica (Kilowatts) al mes?

¿Ha tenido inconvenientes con el sistema actual de energía?

Sí

No

En caso afirmativo a la pregunta anterior, describa qué problemas ha tenido:

Ha sufrido daños en los aparatos eléctricos por problemas en la red eléctrica (por ejemplo, caídas o subidas de voltaje repentinas)

Sí

No

En caso afirmativo a la pregunta anterior; ¿qué clase de problemas ha sufrido, en qué aparatos y cuál ha sido el costo por reparación? _____

¿Cuánto paga actualmente por el servicio de energía eléctrica?

¿Conoce acerca de las Energías Limpias?

Sí

No

¿En caso afirmativo a la pregunta anterior, puede explicarnos qué sabe acerca de las Energías Limpias? _____

¿Sabe qué es la energía fotovoltaica?

Sí

No

¿En caso afirmativo a la pregunta anterior, puede explicarnos cómo funciona la energía fotovoltaica? _____

Fuente: Autoría Propia

Apéndice B*Formato de la Encuesta Final a las Viviendas*

Propuesta de Sistema Fotovoltaico para el abastecimiento de energía eléctrica en la
Vereda campo 38 del Corregimiento El Centro

Nombre: _____ Fecha: _____

Dirección: _____

¿Conoce acerca de las Energías Limpias?

Sí

No

En caso afirmativo a la pregunta anterior, ¿puede explicarnos qué sabe acerca de las
Energías Limpias? _____

¿Sabe qué es la energía fotovoltaica?

Sí

No

En caso afirmativo a la pregunta anterior, ¿puede explicarnos cómo funciona la energía
fotovoltaica? _____

Fuente: Autoría Propia