

Diseño de un Sistema de Suministro de Energía Alternativa Renovable, que supla las necesidades promedio de energía eléctrica en las veredas Ondina, las Orquídeas y el Carmen del municipio del Agrado – Huila.

Cristian Andres Valencia Delgado

Asesor:

Juan Pablo Herrera Cerquera

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Ingeniería Ambiental

Neiva – Huila

2023

Dedicatoria

A Dios por permitirme la salud y la vida para el desarrollo de las distintas etapas de esta carrera universitaria y de este proyecto y de cada uno de sus objetivos y metas, también por ser quien nos guía ante las dificultades que se nos presentan, hacia las soluciones más favorables, pero también por ser quien nos acompaña en cada una de nuestras metas a alcanzar.

A mi familia por su colaboración y apoyo en cada uno de los propósitos y metas a cumplir, por los buenos consejos ante las circunstancias que se deben de afrontar a diario.

Agradecimientos

A Dios por la oportunidad de llevar hasta un feliz término este proceso académico y proyecto, por ser quien con su voluntad nos permite la vida para cada uno de nuestros objetivos.

A mi familia por su colaboración y apoyo en cada uno de los propósitos y metas a cumplir, por los buenos consejos ante las circunstancias que se deben de afrontar a diario.

A las personas que de una u otra forma contribuyeron con su tiempo y atención en llevar a un feliz término este proyecto como lo fueron, el asesor de proyecto y a cada una de las personas de las áreas objeto de estudio.

Resumen

El proyecto tiene como objetivo diagnosticar las principales actividades de mayor consumo de energía de las veredas las orquídeas, Ondina y el Carmen del municipio del Agrado y el planteamiento de fuentes de energías alternativas que contribuyan en el suministro energético a estas actividades con el fin de reducir impactos negativos por fuentes convencionales. Este proyecto comprende varias etapas dentro de las cuales tenemos como primera medida la aplicación de una encuesta semiestructurada a cada uno de los hogares de las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen y el análisis de la información recolectada en campo, con base al trabajo de campo, realizar el planteamiento de una fuente de energía alternativa renovable que contribuya en el suministro de energía eléctrica en estas actividades de mayor consumo de tal forma que sea una energía limpia y que reduzca costos al consumidor.

Durante el tiempo de trabajo de campo y recolección de la información en las áreas de estudio, se obtuvo información de relevancia, como por ejemplo, el déficit de red eléctrica para suministro del servicio de energía para las viviendas nuevas y la cantidad de tiempo que se tarda la comercializadora de energía en otorgar este servicio, así como la obtención de promedios de usos de energía eléctrica Wh/ día necesarios para una vivienda nueva sin conexión a red, y la percepción de los encuestados que cuentan con el servicio de conexión a red pública, en relación a los costos kw/h, así como también si presentaban o no, la necesidad de un sistema alternativo renovable que suministre energía eléctrica a sus viviendas con conexión a red con el propósito de ser auto generadores de su propia energía o como solución alterna a viviendas sin conexión.

Palabras clave: Energía, Emisiones, Fotovoltaica, Electricidad, Auto generador.

Abstract

The objective of the project is to diagnose the main activities with the highest energy consumption in the Orquídeas, Ondina and Carmen villages of the municipality of Agrado and to propose alternative energy sources that contribute to the energy supply to these activities in order to reduce negative impacts from conventional sources. This project includes several stages within which we have as a first measure the application of a semi-structured survey to each of the homes in the Las Orquídeas, Ondina and El Carmen villages and the analysis of the information collected in the field, based on the work of field to propose a renewable alternative energy source that contributes to the supply of energy in these activities of greater consumption in such a way that it is clean energy and reduces costs for the consumer.

During the time of field work and information collection in the study areas, relevant information was obtained, such as, for example, the deficit of the electrical network to supply the energy service for new homes and the amount of time it takes the energy marketer to provide this service, as well as obtaining average Wh/day electrical energy usage necessary for a new home without a grid connection, and the perception of respondents who have the public grid connection service. , in relation to the kw/h costs, as well as whether or not they presented the need for an alternative renewable system that supplies electrical energy to their homes with a connection to the grid with the purpose of being self-generators of their own energy or as a solution alternates to homes without connection.

Keywords: Energy, Emissions, Photovoltaic, Electricity, Auto generator.

Tabla de contenido

Introducción.....	10
Planteamiento del problema	12
Justificación	14
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Marco conceptual y teórico	17
Marco conceptual	18
Marco teórico	20
Marco legal	23
Marco espacial	25
Descripción área de estudio	28
Marco metodológico	30
Fase 1: Diseño encuesta, viviendas área de estudio	30
Fase 2: Análisis de la información recolectada en campo.....	32
Fase 3: Identificar las actividades de mayor consumo energético en cada vivienda.....	34
Fase 4: Planteamiento de una fuente de energía alternativa renovable.....	35
Fase 5: Socialización de la fuente alternativa renovable de energía.....	36
Resultados y análisis.....	37
Costos sistema alternativo renovable suministro de energía eléctrica.....	58
Conclusiones	60
Referencias bibliográficas	61
Apéndices.....	63

Listado de tablas

Tabla 1 <i>Leyes y actos administrativos, uso de las energías renovables.....</i>	24
Tabla 2 <i>Demandas máximas y mínimas de energía eléctrica por mes.....</i>	49
Tabla 3 <i>Equipos eléctricos promedios necesarios, vivienda sin conexión a red pública.....</i>	49
Tabla 4 <i>Selección de tensión para sistema alternativo renovable vivienda sin conexión.....</i>	53
Tabla 5 <i>Costos sistema alternativo renovable fotovoltaico aislado.....</i>	58
Tabla 6 <i>Costos sistema alternativo renovable conectado red eléctrica.....</i>	59

Listado de figuras

Figura 1 <i>Mapa del municipio del agrado</i>	26
Figura 2 <i>Áreas objeto de estudio veredas las orquídeas, la ondina y el Carmen</i>	29
Figura 3 <i>Grafica conexiones red pública en zonas no interconectadas</i>	37
Figura 4 <i>Grafica lecturas consumo de energía según recibo</i>	38
Figura 5 <i>Grafica valores consumos kW/h vereda las orquídeas municipio agrado</i>	39
Figura 6 <i>Grafica valores consumos kW/h vereda la Ondina municipio agrado</i>	40
Figura 7 <i>Grafica valores consumos kW/h vereda el Carmen municipio agrado</i>	41
Figura 8 <i>Grafica percepción del encuestado de precio kW/h de la red pública</i>	42
Figura 9 <i>Grafica Numero de interrupciones del fluido eléctrico en un mes</i>	43
Figura 10 <i>Grafica fuente alterna de suministro de energía eléctrica en la vivienda</i>	44
Figura 11 <i>Grafica importancia de tener una fuente alterna de energía eléctrica</i>	45
Figura 12 <i>Grafica actividad agroindustrial mayor uso de energía eléctrica en la vivienda</i>	46
Figura 13 <i>Grafica número de encuestados y aparatos eléctricos que usan en la vivienda</i>	48
Figura 14 <i>Potencial energético fuentes de energía solar y eólica</i>	51
Figura 15 <i>Grafica irradiación por mes en un año</i>	52
Figura 16 <i>Parámetros eléctricos batería</i>	54
Figura 17 <i>Parámetros eléctricos paneles solares</i>	55
Figura 18 <i>Parámetros eléctricos regulador controlador</i>	56
Figura 19 <i>Parámetros eléctricos inversor</i>	57

Listado de Apéndices

Apéndice A *Formato de recolección de la información - Encuesta*63

Apéndice B *Fotografías e imágenes trabajo de campo*65

Introducción

El municipio del agrado al igual que otros municipios de la geografía colombiana hace parte del (SIN) sistema interconectado nacional, el cual consiste en una única red eléctrica abastecida por los distintos generadores de electricidad que en su mayoría son centrales hidroeléctricas o termoeléctricas, limitando la canasta energética hacia estas dos únicas fuentes de suministro de electricidad, que abastecen los distintos municipios y veredas.

Por tener una canasta energética limitada el país, hace que se formen dificultadas en los municipios y veredas (o también llamadas zonas no interconectadas), en varios aspectos como por ejemplo elevados costos kW/h que mensualmente va en aumento según los cálculos del costo de prestación del servicio y que debido al cambio climático los embalses pueden llegar a disminuir a menos del 30% de su capacidad, ante una sequía prolongada limitando la generación de electricidad y a que sea interrumpido el fluido eléctrico en las redes eléctricas.

Se hace imperiosa la necesidad de diversificar la canasta energética del municipio desde la perspectiva de los costos KW/h que van en aumento y como medida de adaptación al cambio climático en donde las zonas objeto de estudio, puedan ser auto generadoras de su propia energía eléctrica mediante la verificación de las condiciones meteorológicas necesarias para un sistema de energía alternativo renovable viable que pueda suplir las necesidades energéticas de una vivienda conectada a la red o que este sin conexión.

En el presente documento se podrá observar los distintos resultados obtenidos de aspectos y cualidades de las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen del municipio del agrado con información y una descripción, cualitativa y cuantitativa recolectadas desde fuentes primarias, la cual fue suministrada por cada uno de los encuestados de las viviendas seleccionadas.

Los resultados obtenidos están focalizados a la viabilidad del diseño de una fuente de energía renovable alternativa que supla las necesidades de energía eléctrica a las viviendas que cuentan con conexión a red eléctrica pública o a viviendas que se encuentren sin conexión, estos resultados analizan aspectos como los toques máximos y mínimos de uso de energía eléctrica kw/h de una vivienda en promedio, si en la actualidad cuentan con fuentes alternas que ante las interrupciones suministren energía eléctrica, la percepción que tienen las personas encuestadas sobre el costo que pagan por kw/h y si en la zona de estudio se tiene características para que las viviendas sean auto generadoras de su propia energía eléctrica con el objetivo de reducción de los gases efecto invernadero que producen las fuentes de energía convencionales y como medida de adaptación hacia el cambio climático donde se de inicio al desarrollo sostenible mediante una producción limpia de energía eléctrica aprovechando el potencial solar que se presente.

También están representados resultados de algunos de los potenciales energéticos que puedan diversificar la canasta energética del municipio como lo es la energía solar y térmica junto con los elementos y equipos eléctricos que mayormente son utilizados en cada vivienda y que cumplen una función sea esta de entretenimiento, refrigeración o actividad agroindustrial.

Planteamiento del problema

La demanda de energía eléctrica en una vivienda, es una variable que va con una tendencia hacia el crecimiento y en donde cada día se requiere y se necesita mucha más energía para suplir las necesidades energéticas que se necesitan. En la actualidad el municipio el agrado y su área rural hacen parte del SIN sistema interconectado nacional, que consiste básicamente en una única red eléctrica que se abastece de los generadores de energía eléctrica que en su mayoría son por medio de hidroeléctricas y termoeléctricas donde los impactos generados kw/h de estos generadores son mucho más elevados por sus grandes cantidades de emisiones de gases efecto invernadero lo que representa que cada vivienda del área urbana y rural aumente su huella de carbono en el uso de esta energía eléctrica.

Sumado a las afectaciones a los factores ambientales que se realiza por parte de las fuentes convencionales que proveen energía eléctrica a las viviendas del área urbana y rural del municipio del agrado está el no uso e implementación de fuentes de energía renovable que diversifique la canasta energética municipal y reduzca los costos kw/h que se pagan según precios de prestación del servicio, calculados por las comercializadoras de la energía, según precios de la bolsa energética que cada mes se incrementan. El municipio del agrado cuenta con las características meteorológicas y demás, para el aprovechamiento de potenciales energéticos como la energía solar, térmica y fotovoltaica, que diversifique la canasta energética, pero donde aún se desconoce la información en relación a los requerimientos de energía eléctrica en promedio de una vivienda y de las actividades donde se hace su mayor uso, y es por eso que se hacen los interrogantes de ¿Que actividades de las veredas las orquídeas, Ondina y el Carmen tienen un mayor consumo de energía eléctrica y cuál es el sistema alternativo renovable viable, que supla las necesidades de energía eléctrica en una vivienda sin conexión a la red pública?

Con la respuesta a estos interrogantes se puede buscar la viabilidad de un sistema de energía alternativo renovable, para que las personas de las viviendas de estas veredas puedan ser auto generadoras de su propia energía eléctrica y donde este sistema alternativo sirva como medida hacia un cambio climático y hacia un desarrollo sostenible donde se contribuyan en la reducción de la huella de carbono por kw/h que en promedio utiliza una persona de fuentes convencionales, dando a su vez una diversificación de la canasta energética con este sistema alternativo renovable.

Justificación

En nuestra actualidad conocemos de cómo se genera y se distribuye la energía que llega hasta cada uno de nuestros hogares y de cómo esta facilita nuestra vida cotidiana, pero desconocemos el cómo esta generación o producción de energía de forma convencional impacta de forma negativa al medio ambiente y que además en un futuro se puede ver afectada y no pueda continuar con el suministro a sus usuarios o consumidores. Es por tal razón que se hace necesario la implementación de estudios o diagnósticos sobre determinadas áreas con el fin de determinar las actividades de mayor consumo y plantear soluciones de fuentes de energías alternativas que minimicen los impactos negativos creados por las energías convencionales y que contribuyan en forma gradual en la adaptación al cambio climático en cuanto a sostenibilidad y reducción de emisiones GEI y que ante la inminente dependencia y crecimiento de la demanda de energía sea asequible a los sectores más vulnerables para surtir sus necesidades energéticas.

La carencia de información limita la gestión de tecnologías que permiten la captación y transformación de la energía que provienen de fuentes de energías renovables puesto que se desconoce las actividades de mayor consumo, si estas actividades son de carácter doméstico o por el contrario son actividades productivas, que contribuyen en las fuentes de ingresos de los hogares y familias objeto de la recolección de la información del proyecto que se pretende implementar. Un trabajo de campo con el propósito de recolectar información desde una fuente primaria de información como lo es las personas residentes en cada una de las viviendas objeto de la encuesta, que permita identificar la actividad en donde se implementa la energía eléctrica consumida de las fuentes convencionales con el fin de plantear una fuente alterna que les suministre energía eléctrica, pero que además les ofrezca otras opciones a futuro como la participación en mercados de carbono por los GEI reducidos

La centralización en solo fuentes de energía convencionales como el petróleo, gas, carbón y de hidroeléctricas representan una problemática en la medida que ciertos sectores avanzan como el de las tecnologías las cuales aumentan la demanda de energía eléctrica para telecomunicaciones en donde se basa el desarrollo económico de un país ya que los empleos de tipo remoto cada día van en aumento en donde una buena fuente de energía como la renovable que provea a esta tecnología creciente y expansiva es relevante, para no ser objeto en un futuro de pagos excesivos de tarifas de fuentes de energía convencionales como es el caso de los combustibles en donde los elevados costos tienen asfixiados a todos los sectores económicos de un país y por ende un municipio como el agrado. El desarrollo y avance de un territorio cualquiera que sea depende en gran medida de sus fuentes de energía que para el caso del municipio del grado se cuentan solo con fuentes de tipo convencional y dejando a un lado un gran potencial de energías renovables para suplir las necesidades en los sectores de agroindustria y posibilidad de ser proveedores de energía renovable en especial de energía fotovoltaica por las características climatológicas del municipio apostándole a una transición energética local y porque no unos posibles ingresos adicionales por la emisiones de GEI reducidas en los mercados de carbono y la venta de energía excedente.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Suministro de Energía Alternativa Renovable, que supla las necesidades promedio de energía eléctrica en las veredas Ondina, las Orquídeas y el Carmen del municipio del Agrado – Huila.

Objetivos Específicos

Identificar las actividades de mayor consumo energético en las viviendas de las veredas Ondina, las Orquídeas y el Carmen del municipio del Agrado – Huila.

Evaluar una fuente de energía alternativa renovable viable económica y técnicamente, que provea la energía promedio requerida para cada una de las viviendas de estas tres veredas.

Diseñar el sistema de suministro de energía alternativa renovable para una vivienda promedio de las tres veredas.

Marco conceptual y teórico

Para obtener el desarrollo de un trabajo se es necesario de energía la cual puede ser de tipo mecánica o eléctrica que nos facilitan ciertas actividades como por ejemplo la movilidad mediante los automóviles o las diferentes funciones de los electrodomésticos de las viviendas. La energía está presente en todo lo que se constituya como materia, en algunos materiales o elementos se concentran y permiten transformarse de una manera más eficiente, reduciendo costes en su transformación caso específico de los combustibles fósiles que provienen de los hidrocarburos o la energía eléctrica a través de las represas hidroeléctricas, pero este tipo de energías por lo general impactan negativamente los factores ambientales y crean incertidumbre por provenir de recursos finitos como los hidrocarburos o inestables por el cambio climático como las hidroeléctricas. La provisión de energía de las viviendas rurales y urbanas en la actualidad esta suministrada por fuentes convencionales de energía, fuentes que representan una problemática en relación a las emisiones de gases efecto invernadero y los costes de kw/h que se producen en los procesos de generación de energía, sumado que dentro de los cotos el usuario o consumidor final debe cubrir los costes de generación que van como su nombre lo indica a los generadores y los costos de comercialización a los comercializadores entre otro costos que vienen dentro de las facturas.

Marco conceptual

Canasta Energética

Se denomina canasta energética al conjunto de fuentes de energía convencionales y no convencionales de un país, departamento o municipio. Según el Balance Energético Colombiano – BECO10, el consumo final de energía del país en el año 2018 fue de 1.308 PJ, con la mayor participación por parte del sector transporte con un 40% (524 PJ); un 22% del sector industrial (293PJ); un 20 % del sector residencial (263 PJ); un 6% del sector comercial y público (71 PJ) y otros sectores con un 12%. (upme,2019).

Cambio Climático

se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. (UNFCCC, 9 de mayo de 1992).

Gases Efecto Invernadero

se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmosfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja. (UNFCCC, 9 de mayo de 1992).

Fuentes de Energía Eléctrica

Son los recursos que se utilizan en la transformación para la obtención de la misma como por ejemplo el petróleo, el gas natural, el carbón, el viento, el agua o el sol. (Jarauta Rovira,2015).

Fuentes renovables de energía

Las fuentes renovables son aquellas fuentes primarias inagotables o con capacidad de regeneración en un periodo de tiempo inferior al de su uso. En general todas las fuentes provenientes directa o indirectamente del sol son consideradas renovables. (Cortés, S., & Londoño, A. A, 2017).

Radiación solar

Conjunto de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol. (DNP-MINIMINAS-Upme, 2016).

Energía solar fotovoltaica

Está basada en el efecto fotoeléctrico, y consiste en la cantidad de electrones que un metal es capaz de proporcionar cuando recibe del sol una radiación de tipo fotónica. (Tobajas Vazques,2014).

Placa solar Fotovoltaica

La placa solar fotovoltaica es el elemento que capta la radiación solar y que la transforma en energía eléctrica. Está formada por un conjunto de celdas de silicio conectadas entre sí. (Tobajas Vazques,2014).

Regulador de la carga/Controlador

Controla el flujo de energía en conjunto y garantiza un buen cuidado de la batería. (DNP-MINIMINAS-Upme, 2016).

Batería de acumuladores

Equipo que contiene una o más celdas electroquímicas recargables. (DNP-MINIMINAS-Upme, 2016).

Marco teórico

En Colombia se da inicio a la utilización de la energía solar en santa marta para los trabajadores de las empresas dedicadas a la explotación bananera mediante calentadores solares de agua puestos en el lugar donde estos residían. En los años sesenta incursiona la parte académica es decir las universidades, como la universidad industrial de Santander con el análisis de calentadores de procedencia israelí, pero sumada a esta se sumaron otras universidades como la universidad de los andes, la del valle y la nacional de Bogotá así como también la fundación centro de las gaviotas, con el objetivo de realizar la implementación de calentadores solares de agua a gran escala en lugares y sitios donde se prestaran servicios masivos a las personas entre los cuales están los hospitales (Rodríguez Murcia, H. (2008).

Las ciudades donde mayormente se implementaron estos diseños fueron en las ciudades de Medellín y Bogotá teniendo un gran auge, tal así que para los ochenta instituciones de la costa atlántica como el ICA y corporaciones de energía de la costa atlántica colombiana iniciaron el uso de calentadores solares en esta zona geográfica junto con un campo experimental de análisis de eficiencia, esta industria avanzaba progresivamente hasta que en los años noventa surgieron fuentes energéticas convencionales mucho más versátiles en su manejo y uso como lo es el gas natural dando origen a una nueva técnica de obtención de calor para su uso doméstico o industrial.

Los sistemas fotovoltaicos se implementaron en el país ante la necesidad de electricidad en puntos remotos en áreas rurales, puesto que representa una provisión de electricidad menos costosa a las convencionales y más confiable en un largo plazo. En la medida que la ciencia y la tecnología avanza las necesidades energéticas aumentan y más aún en el campo de las

tecnologías de la información y las comunicaciones lo que hizo que en programas de expansión por la empresa de telecomunicaciones Telecomm en los ochenta se realizara el uso de paneles solares en las torres de las antenas para los radioteléfonos, aparatos electrónicos que para esa época eran el último avance tecnológico en telecomunicaciones que posteriormente vino avanzando y mejorando, pero con fuentes de energía eléctrica que provenían de los sistemas fotovoltaicos, por tener un menor costo y confiabilidad en las zonas remotas, donde se dificultaba, llevar una red de transmisión de media y baja tensión de energía eléctrica convencional, y donde los costes serían elevados en materiales e insumos necesarios para suministrar energía eléctrica a los equipos eléctricos (Rodríguez Murcia, H. (2008).

la energía es un elemento necesario para la vida del ser humano en varios aspectos sea en la utilización de esta en un medio de transporte, doméstico o industrial su demanda es creciente en la medida que la humanidad crece y se expande en cada una de las regiones y poblaciones del territorio nacional. Una de las principales y más grandes fuentes de energía que ha existido por millones de años es el sol que le ha proveído al planeta tierra luz y calor transmitida mediante ondas electromagnéticas a través del espacio siendo parte de los procesos de otras fuentes de energía que tardaron millones de años sufriendo distintas transformaciones físicas y químicas entre los cuales tenemos el carbón, petróleo y gas originados y producto de la descomposición de antigua vida animal y vegetal. El proceso de la fotosíntesis fundamental para la vida vegetal es el resultado de la interacción de la luz del sol, dióxido de carbono y agua necesarios para el origen de esta vida vegetal y animal, que posteriormente pasa a otros procesos geológicos tomando millones de años hasta convertirse en material de hidrocarburos un material o compuesto químico que solo contiene átomos de hidrógeno y carbono.

Las fuentes de energía convencionales como los hidrocarburos, el carbón, el gas y las hidroeléctricas presentan ciertos inconvenientes a la hora de su uso teniendo como consecuencia grandes emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono debido a su explotación y sobre explotación y a un masivo uso reduciendo las reservas en especial de los hidrocarburos, el carbón y el gas siendo estos recursos no renovables y finitos lo que implica una transición energética a nuevas fuentes de energía renovables que diversifiquen la canasta energética del país donde las regiones y los municipios sean participes en esta transición, las hidroeléctricas por otra parte presentan grandes impactos ambientales negativos entre los cuales podemos mencionar la perdida de gran cantidad de ecosistemas y capa vegetal desplazamiento de fauna y de los habitantes del área de embalse de las represas. La energía que se utiliza de las fuentes de energía convencionales está contaminando y reduciendo su cantidad de reservas, lo que hace necesario complementar estas fuentes con fuentes de energía renovables que tengan cero emisiones de gases efecto invernadero con el fin de no acelerar el calentamiento global. En Colombia la diversidad energética es amplia siendo un país que cuenta con grandes cantidades de recursos naturales y energéticos renovables eólicos, solares y de biomasa en donde brinda una gran expectativa en una generación distribuida y autoconsumo de energías renovables entre las que se destacan la energía solar (Rodríguez Murcia, H. (2008).

Marco legal

La normatividad en la cual se fundamenta el proyecto se compone en leyes, decretos y resoluciones creadas y expedidas por las distintas entidades gubernamentales con el propósito de dar cumplimiento a lo allí estipulado y establecido según la norma y a los derechos fundamentales como lo es el derecho a un ambiente sano establecido en la constitución política de 1991. El derecho a un ambiente sano surge ante la necesidad de proteger al mismo ser humano puesto que, este depende de un ambiente sano esto quiere decir a un ambiente sin contaminantes o en condiciones adversas que pongan en riesgo su subsistencia. En el artículo 79 de la constitución política no solamente se menciona el derecho que se tiene a el disfrute de un ambiente sano sino también el deber que tiene el estado de proteger la integridad del medio ambiente en donde resulta necesario la implementación de las energías limpias en donde su impacto ambiental es bajo y con una gran reducción de emisiones de GEI garantizando a si este derecho. En Colombia se hace inmersión en energías limpias por la ratificación del estatuto de la agencia internacional de energías renovables mediante la ley 1665 de 2013. Para dar garantías a el derecho de un ambiente sano a las personas también existen diversas herramientas y acuerdos internacionales como el protocolo de Kioto, convenio de Viena, acuerdo de París, declaración de Estocolmo, declaración de Rio de Janeiro, convención marco sobre cambio climático y declaración de Estocolmo. La implementación energías renovables es una garantía al derecho de un medio ambiente sano en donde el estado es quien debe de velar por este derecho fundamental entendiéndose que este tipo de energías contribuye a la protección del medio ambiente, al uso racional de los recursos naturales y a un desarrollo sostenible en donde su dependencia únicamente de fuentes de energía convencionales (petróleo, gas, carbón, hidroeléctrica) ponen

en riesgo la seguridad energética donde cuya demanda es creciente, pero las emisiones e impactos ambientales negativos de estas fuentes convencionales contribuyen al fenómeno del cambio climático que se debe de combatir en la producción y consumo de energía.

Tabla 1

Leyes y actos administrativos que sustentan el uso de las energías renovables

Norma	Observaciones
2001 Ley 697 de	la cual fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se promueve la utilización de energías alternativas.
2013 Ley 665 de	Ley mediante el cual Colombia ratifica el estatuto de la agencia internacional de energías renovables. La ratificación de este estatuto hace que Colombia adquiera unas obligaciones sobre una transición energética hacia las energías renovables, pero en donde no sean realizado grandes avances de desarrollo.
de 2014 Ley 1715	Esta ley tiene como objeto el establecimiento de un marco legal para la promoción y utilización de las fuentes de energía renovables no convencionales, así mismo la inversión, investigación y desarrollo de tecnologías limpias para la generación de energía.
Decreto N°1623 de 2015	Se modifica y adiciona el decreto 1073 de 2015 en relación a las políticas de expansión y cobertura de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional y las zonas no interconectadas donde se establece la necesidad del uso de fuentes de energía no convencionales para esta expansión y cobertura.
Decreto N° 2143 de 2015	En este decreto se adiciona apartes relacionados con incentivos tributarios para energías renovables a los cuales se puede establecer según lo establecido en este mismo decreto.
Decreto N°1543 de 2017	Por medio de este decreto se reglamenta el fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de energía, FENOGE, y de los recaudos económicos destinados para el desarrollo e implementación de energías no convencionales donde hace parte las energías renovables.
Resolución N° 1283 de 2016	Por el cual se establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficio ambiental por nuevas inversiones en proyectos de fuentes no convencionales de energía renovables y gestión eficiente de la energía, para obtener los beneficios tributarios de que tratan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la ley 1715 de 2014 y se adoptan otras determinaciones.

Nota. La tabla contiene las normas que sustentan el uso de las energías renovables. *Fuente.*

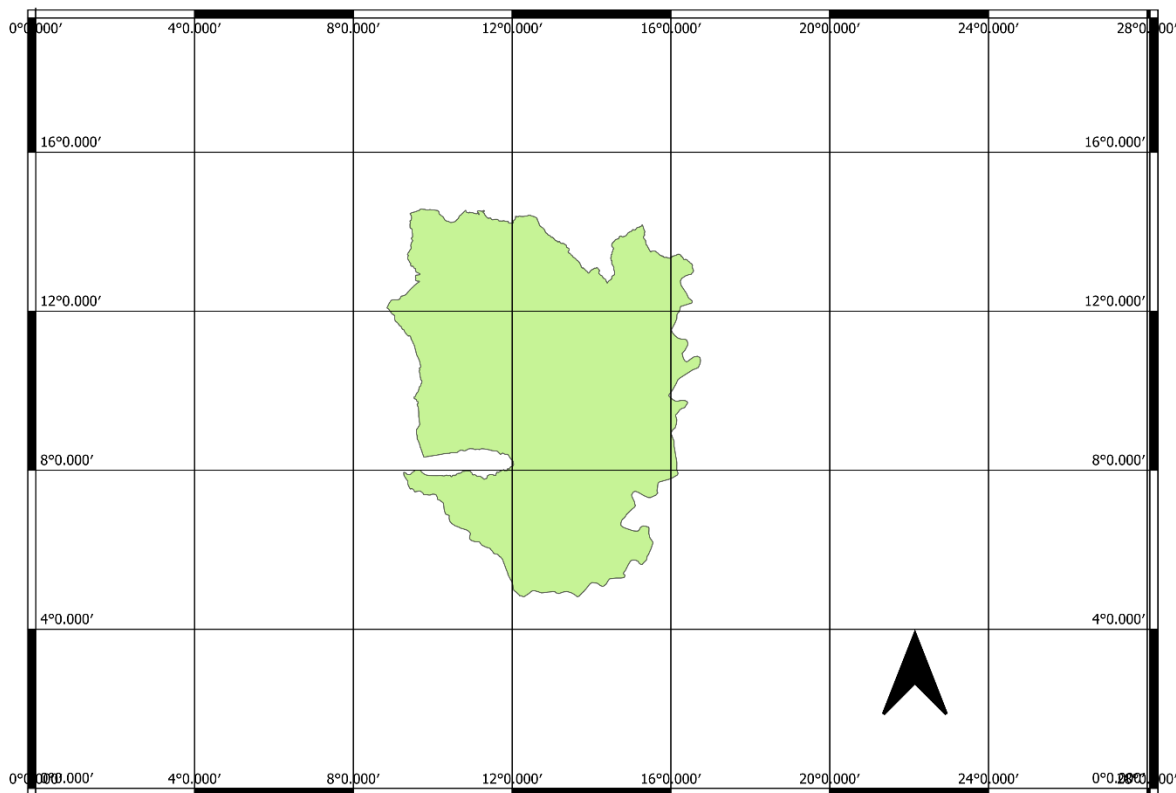
Elaboración propia

Marco espacial

El departamento del huila cuenta con gran potencial en materia de recursos naturales inigualables y áreas propicias para el turismo dentro de los cuales podemos mencionar el desierto de la tatacoa o el parque arqueológico de san Agustín que se han ido posicionando como unos de los sitios más visitados a nivel nacional por parte de extranjeros por permitir observar ciertas figuras arqueológicas y ecosistemas desérticos que permiten el aprendizaje de la cultura y de sus paisajes. Es un departamento donde se da inicio a uno de los ríos más importantes del país como lo es el rio magdalena en el macizo colombiano contando con dos hidroeléctricas que le suministran la energía al sistema interconectado nacional y donde, cuya economía depende de la agroindustria cafetera, ganadera, cacaotera, piscicola y comercial. El huila cuenta con una radiación solar de 3.5 a 5.0 kWh/m² idónea para su captación, transformación y uso en las diferentes actividades que demanden mayor cantidad de energía eléctrica y reducir los impactos negativos y las emisiones de GEI por fuentes convencionales. Es un departamento conformado por 37 municipios que en su mayoría se dedican a la producción del café dentro de los pisos térmicos aptos para el desarrollo de la actividad, las energías renovables no se catalogan como una oportunidad dentro de estos 37 municipios aun contando con el sistema interconectado nacional que permitiría verter la energía que se obtenga de las fuentes limpias o renovables. Se cuentan con las características climatológicas y de suelos necesarios para desarrollar la obtención de energía a partir de la biomasa como es el caso de los biocombustibles donde se mejoraría la agro-industrialización de plantaciones de caña con que se cuenta en la actualidad.

Figura 1

Municipio del Agrado



Nota. Mapa del municipio del agrado. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

El municipio del agrado cuenta con una extensión de 286 km² con una temperatura promedio de 25°C y una población aproximada de 9275 habitantes (DANE,2019), la economía del municipio se basa en la explotación agrícola y pecuaria, el área urbana está conformado por los barrios el centro, caracolito, san Agustín, rojas garrido, chimba yaco, Fortunato herrera, Manizales, villa Aránzazu y Ana del calvario y la parte dispersa rural por las veredas la Escalereta, la cañada, san José de belén, Yaguilga, sabaneta, mesitas, las mercedes, Montesitos, las orquídeas, astilleros, los olivos, la Galda, el Carmen, san Antonio, la ondina, los pinos, el horizonte, la esperanza, bajo Buenavista, el pedernal, el socorro y alto granadillo. La topografía

del municipio está compuesta por dos tipos una zona de pendientes pronunciadas y semi pronunciadas y otra plana y semi plana (Alcaldía Municipal, 2023).

Hidrografía

El municipio del agrado cuentan con cuencas y microcuencas hídricas dentro de las que se destacan quebrada Buenavista cuyo nacimiento se origina en l vereda el Carmen donde también se abastece por las microcuencas las minas, la granadilla, la mosca y al turbia donde sus aguas desembocan en el embalse el quimbo, otras de las cuencas hídricas del municipios es la quebrada la Yaguilga donde su nacimiento es en el vecino municipio del pital su caudal se surte de las microcuencas la cascajosa, chimba yaco, mojarrillos y la Galda (Alcaldía Municipal, 2023).

Economía

El municipio del agrado tiene una economía basada en la explotación agrícola y pecuaria en su área de mayor extensión que es la rural, en su perímetro urbano se cuenta con el comercio y algunos servicios necesarios para una dinámica económica. La industrialización es mínima en lo que respecta a la transformación de materias primas que se producen como resultado de la explotación agrícola, se estima un promedio de 442 has de cultivos transitorios y de 2044 has en cultivos permanentes para 2017. En lo que corresponde a la parte pecuaria se calcula en 5618 bovinos ceba y producción de leche para el año 2017 (Alcaldía Municipal, 2023).

Descripción área de estudio

Vereda las orquídeas

La vereda las orquídeas es la cuarta vereda por la vía que conduce del área urbana del municipio del agrado hacia el municipio vecino de paicol con una extensión superficial promedio de 0.24 km² sus primeros moradores data de los años de 1939 y 1945 su ascendencia era Páez por esta razón su denominación inicial de esta área rural era el batatal estos se convierten posteriormente en los fundadores legalmente en el año de 1990 donde ya se le da el nombre o denominación de las orquídeas, cuenta con un pequeño centro educativo de básica primaria y la alrededor de unas 45 familias das de manera dispersa. La actividad agrícola principal es la producción de café, pero también se cultivan en menor cantidad cultivos semipermanentes, sus pendientes son pronunciadas lo que aumenta el riesgo de deslizamientos en terrenos sin capa vegetal boscosa además se calcula una irradiación anual de entre 4358-5000 Wh/m² (Alcaldía Municipal, 2023).

Vereda la ondina

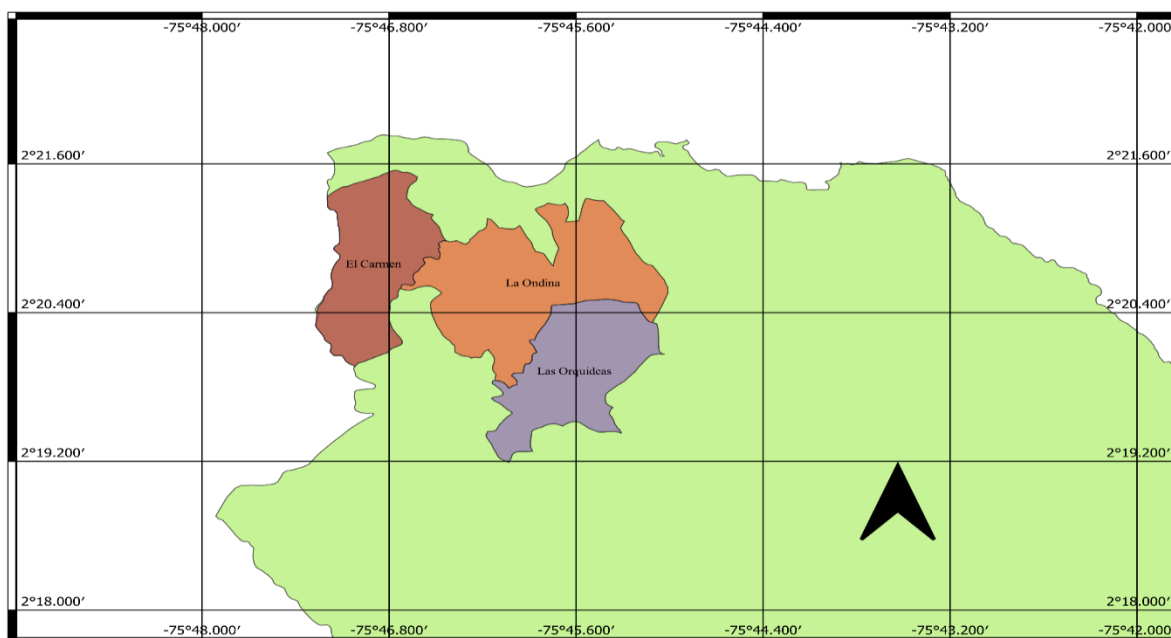
La vereda ondina es continua a la vereda las orquídeas cuenta con un centro educativo de básica primaria, con un promedio de 58 familias ubicadas de forma dispersa y su fundación se estima que fue el 26 de marzo de 1973 la actividad agrícola principal es la caficultura pero su piso térmico permite implementar otro tipos de cultivos como el lulo, tomate de árbol y algunos semipermanentes cuenta con varias microcuencas y una microcuenca que se abastece de estas denominada los altares que desemboca en la cuenca hídrica bajo Buenavista la irradiación anual se calcula en 4358-5000 Wh/m² y una extensión superficial de 4.09 km² (Alcaldía Municipal, 2023).

Vereda el Carmen

La vereda el Carmen se sitúa en límites con el municipio de paicol con 1800 metros sobre el nivel del mar con un promedio de 64 familias ubicadas de forma dispersa donde su mayor actividad es la caficultura y cultivos como lulo, tomate de árbol y algunos semipermanentes aun presenta áreas montañosas que preservan especies de fauna y flora con una extensión superficial de 2.61 Km², su fundación data de 1958 cuenta con un centro educativo de básica secundaria la irradiación anual según monitoreos de las estaciones meteorológicas más cercanas oscila entre 4358-5000 Wh/m². (Alcaldía Municipal, 2023).

Figura 2

Áreas objeto de estudio veredas las orquídeas, la ondina y el Carmen



Nota. Mapa áreas objeto de estudio. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Marco metodológico

La metodología del proyecto aplicado está definida por fases, en total 5 fases en donde encontramos la fase 1: diseño encuesta e implementación a cada vivienda del área de estudio; la fase 2: análisis de la información recolectada en campo; la fase 3: identificar las actividades de mayor consumo energético en cada vivienda; Fase 4: planteamiento de una fuente de energía alternativo renovable viable para suministro de energía y la fase 5: Socialización de la fuente alternativa renovable de energía.

Fase 1: Diseño de una encuesta e implementación a 75 viviendas del área de estudio

Para el desarrollo de esta fase se tuvo en cuenta varios factores dentro de los cuales están, si la vivienda cuenta con conexión a red de energía pública o no, la obtención de los consumos de las facturas, si se contase con conexión a red pública, la percepción de los usuarios frente al costo kw/h, si se cuenta con fuentes alternas de energía ante interrupciones del fluido eléctrico público y las actividades de mayor uso de la electricidad junto con los aparatos eléctricos y el tiempo promedio que les dan de uso.

Bosquejo y diseño de la encuesta

Para el bosquejo y diseño de la encuesta se verificaron aspectos como el área de estudio para la implementación, el tipo de preguntas para la captación de la información, la población objeto, con el propósito de establecer y diagnosticar las principales actividades de mayor consumo de energía eléctrica de tal forma que se pueda plantear una fuente alternativa renovable en donde se diversifique la matriz energética municipal y donde no solamente sean usuarios consumidores de energía eléctrica de la red pública, sino que también sean auto generadores a partir de fuentes renovables y menos contaminantes, brindando una seguridad energética y el

cubrimiento de las necesidades energéticas de la vivienda reduciendo a si las emisiones de gases efecto invernadero que puedan realizar, si los kw/h fueran utilizados de fuentes de energía convencionales.

Definición del formato final de la recolección de la información

Analizados los aspectos y establecida la estructura junto con las preguntas de la encuesta semiestructurada de recolección de la información, se definió un formato de Excel para insertar y tabular la información recolectada en campo de tal forma que nos permitiera, el análisis de las variables cualitativas y cuantitativas, que estaban dentro de la encuesta semiestructurada que se realizó a los encuestados, de las viviendas de las veredas objeto de estudio.

Trabajo de campo recolección de la información

El trabajo de campo para la recolección de la información se realizó, mediante visitas a cada una de las viviendas seleccionadas de forma aleatoria y teniendo una interacción directa con la fuente, que en esta ocasión es la persona que reside en la vivienda. Algunas de las viviendas de las áreas de estudio no cuentan con conexión a red pública, lo que hace aún más necesario una fuente de energía alterna a las convencionales, que brinde este servicio a estas viviendas, la mayoría de encuestados manifestaron el interés por nuevas fuentes de energía de tipo renovable, para reducir los costes que les genera el uso de las convencionales y también poder ser auto generadores de sus propias necesidades energéticas con el aprovechamiento de algunas de las fuentes de energía renovable que cuenta el aérea de estudio.

Cálculos de consumos energéticos

Para el establecimiento de un sistema de energía alternativo renovable que suministre energía eléctrica a las viviendas objeto de estudio, en las actividades de mayor consumo de energía, se calculó la cantidad total de energía usada en cada uno de los aparatos eléctricos o

electrónicos con que contaba la vivienda así como con el tiempo y el número de veces de utilización de estos elementos, para la consolidación de la cantidad exacta de wh/día, que es la unidad de medida establecida para el consumo de energía eléctrica que nos permitió establecer la necesidad energética promedio de una vivienda. Adicional a los parámetros mencionados se tuvieron en cuenta otros parámetros, como lo son la potencia del aparato eléctrico.

Georreferenciación

Se efectuó la georreferenciación de las viviendas donde se diligencio cada una de las encuestas para definir en cuál de las tres veredas correspondía esta ubicación, según cartografía previamente verificada permitiendo llevar un control en los sistemas de información geográficos comunes de las viviendas que cuentan con conexión a red pública y las que no cuentan junto con las actividades y consumos kw/h y poder analizar datos entre cada una de las veredas. Se realizo una georreferenciación en coordenadas planas de las viviendas para calcular la incidencia de algunos de los factores meteorológicos.

Fase 2: Análisis de la información recolectada en campo

El análisis de la información recolectada en campo se realizó en el formato Excel diseñado para la tabulación de los datos recolectados en donde posteriormente con salidas graficas se puede observar el comportamiento de las variables como los topes máximos y mínimos de consumos de energía eléctrica de cada una de las veredas, la viabilidad de poder hacer uso de fuentes de energía renovables alternas a las ya existentes para diversificar la canasta energética municipal y no solo tener consumidores de energía eléctrica si no auto generadores con el fin de suplir sus propias necesidades energéticas, y de esta manera reducir las emisiones de gases efecto invernadero y la huella de carbono por kw/h, disminuyendo el uso de fuentes convencionales en donde, el impacto ambiental es mucho más elevado. Esta fase está

comprendida por 3 pasos adicionales que a continuación de describen.

Organización de la información recolectada en campo

La información recolectada se insertó y organizo en una tabla de Excel, con la descripción de la característica a tener en cuenta como por ejemplo, si la vivienda cuenta o no con conexión a red pública, o la percepción del encuestado frente al costo de kW/h usado, esta organización de información nos permitirá hacer un análisis estadístico, para la toma de decisiones más viables en el dimensionamiento y el establecimiento, de un sistema de energía alternativo renovable de energía eléctrica, que supla las necesidades promedio de una vivienda en la zona de estudio.

Identificación de actividades que requieren y operan mediante energía eléctrica

El análisis de la información recolectada en campo mediante encuesta semiestructurada donde, las actividades comunes que requieren suministro de energía eléctrica, en viviendas de la zona rural en equipos eléctricos, iluminación o actividades agroindustriales se pudo observar con salidas gráficas, que las actividades donde se hace mayor uso de la energía eléctrica en viviendas con conexión a red pública, es en entretenimiento con el uso del televisor, refrigeración y el despulpado de café, siendo esta una de las actividades económicas principales del municipio.

Cantidades de energía consumida por actividad

Se realizo un establecimiento de las cantidades de energía eléctrica por actividad sea está en iluminación, aparatos eléctricos o actividades agroindustriales de despulpado de café, cerca eléctrica, iluminación de animales de corral u otra actividad donde el encuestado realice la utilización de la energía eléctrica de la conexión de red pública del sistema interconectado nacional de tal forma que con base a estos resultados verificar el sistema de energía alternativo renovable viable.

Fase 3: Identificar las actividades de mayor consumo energético en cada vivienda

Las actividades donde las personas utilizan la energía eléctrica, son desconocidas por tal motivo se hace necesario especificar las actividades de mayor consumo puesto que estas en cada vivienda pueden variar o pueden ser relativamente similares en el desarrollo de esta fase nos permitirá la identificación y el orden de cada actividad según su cantidad de consumo de energía eléctrica en cada vivienda para el dimensionamiento del sistema alternativo renovable.

Verificación de promedios de consumo por actividad

Establecidas las actividades donde se recolecto la información, se verificaron sus promedios de consumo de manera individualizada en relación a las demás viviendas y áreas de estudio con el propósito de observar posibles variaciones según área y actividad ya que de estas dos variables depende las condiciones meteorológicas de las fuentes renovables de energía del área de estudio donde se desea implementar el sistema alternativo de energía eléctrica de 9 de las viviendas que se encuentren sin conexión o deseen ser auto generadoras de sus propias necesidades energéticas.

Tipo de energía consumida y trabajo realizado

Los tipos de energía encontrados en el desarrollo del trabajo de campo en las veredas las orquídeas, la ondina y el Carmen es denominada de tipo convencional y es la que está conformada por generadores (centrales hidroeléctricas), y que posterior mente según el costo unitario de prestación del servicio, se calcula y se fija el precio el kw/h. Las actividades donde se implementa este tipo de energía son en aparatos eléctricos como televisor, lavadora, refrigeración e iluminación de la vivienda y el desarrollo de actividades agroindustriales como el despulpado de café según resultados obtenidos.

Fase 4: Planteamiento de fuente de energía alternativa renovable viable para suministro de energía

En la selección de la fuente de energía alternativa renovable viable para el suministro de energía, a las demandas energéticas de una vivienda en promedio, de las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen. Se consultaron promedios de calculadores solares con datos de estaciones meteorológicas más cercanas a las áreas de estudio con el objetivo de implementar la fuente con un índice de mayor número de kw/h/día y que su aprovechamiento sea técnicamente y financieramente posible.

Análisis de las condiciones climáticas y geográficas de las zonas de ubicación de las viviendas

Para el análisis de las condiciones climáticas y geográficas de la ubicación de las viviendas donde se realizaron la aplicación de la encuesta se realizó con el propósito de calcular los potenciales energéticos de las fuentes renovables de energía en kw/h/día que permitieran el dimensionamiento de un sistema de suministro de energía renovable a las necesidades energéticas en promedio de una vivienda que se encuentre en el área de estudio. Se recurrió a sistemas de información geográficos con el fin de dar una ubicación espacial, a cada una de las viviendas dentro de las zonas de estudio, permitiendo verificar las condiciones meteorológicas.

Fuente de energía alternativa viable para suministro de energía de 9 viviendas

La fuente de energía solar fotovoltaica seleccionada está basada en resultados de la aplicación de la encuesta y el trabajo de campo donde se encontraron que las necesidades energéticas en las tres veredas las orquídeas, ondina y el Carmen son en viviendas que no cuentan con conexión a red pública de energía eléctrica. También está basado en aspectos de los resultados en el uso de aparatos eléctricos de mayor uso como lo son el televisor, radio, nevera, lavadora e iluminación que cuentan en un ciento por ciento las viviendas que conforman estas veredas y que representarían la necesidad energética promedio de una vivienda sin conexión

ubicada en alguna de estas tres veredas.

Sistema de Suministro de Energía Alternativa Renovable: En la selección de el sistema de suministro de energía alternativo renovable, que cubra las necesidades de energéticas de las viviendas sin conexión a red, se tuvieron en cuenta aspectos como las fuentes de energía con mayor potencial energético en el área de estudio como lo es la solar y su sistema de transformación fotovoltaico.

Sistema solar fotovoltaico: El sistema solar fotovoltaico este dimensionado acorde a la potencia demandada por los aparatos electrónicos de mayor uso, en una vivienda en promedio situada, en alguna de las tres veredas con los cálculos de numero de paneles, baterías, regulador e inversor con las características técnicas que cubran la necesidad energética de la vivienda sin conexión a red pública eléctrica y diversifique la canasta de energía municipal.

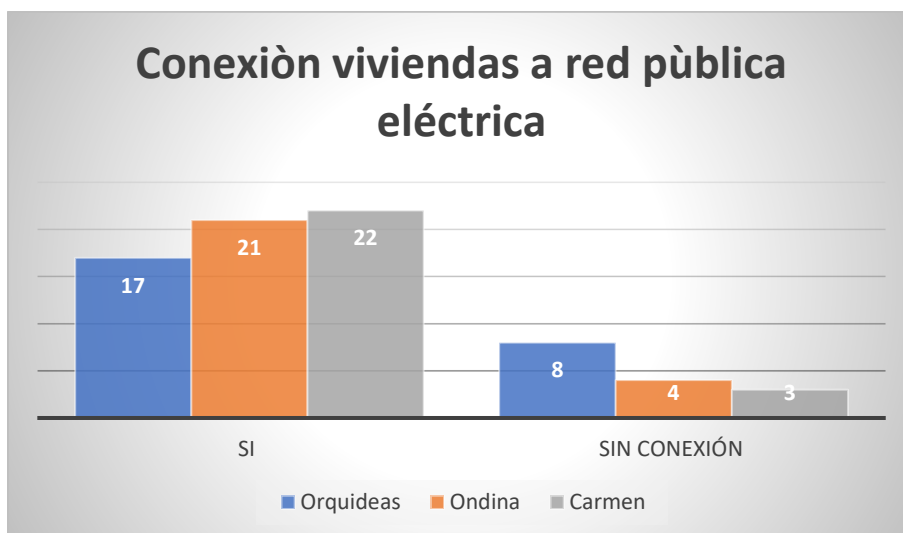
Fase 5: Socialización del diseño de la fuente de energía alternativa

Realizado el trabajo de campo, recolectada la información e identificado el sistema de energía renovable o generador de energía limpia alternativo viable, según las características geográficas, meteorológicas y los requerimientos de energía eléctrica, para cubrir las necesidades energéticas de una vivienda promedio sin conexión a red pública, se socializo con las personas lideres de cada una de estas veredas el diseño del sistema, los costos y los beneficios, que pueden obtener al implementar el diseño el sistema de suministro de energía eléctrica alternativo renovable, de aprovechamiento de fuentes de energías renovables, con que cuenta el área de estudio y la opción de ser auto generadores de las demandas energéticas de su vivienda reduciendo costos kW/h a través del tiempo y del como la inversión puede ser recuperada.

Resultados y análisis

Figura 3

Viviendas conectadas a red pública de energía

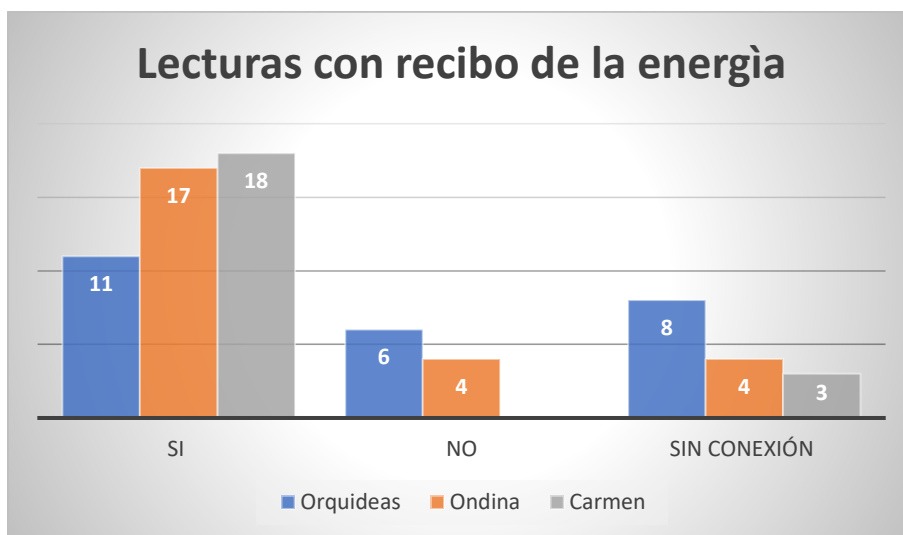


Nota. Grafica conexiones red pública en zonas no interconectadas. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Como se observa en la gráfica uno durante el trabajo de campo realizado todas las viviendas no cuentan con conexión a red pública de energía eléctrica de fuentes convencionales de las veinticinco encuestas implementadas en cada área de estudio, manifestando algunas de las personas líderes de las comunidades que esto se debe inicialmente a que son nuevas viviendas y aunque realizan la solicitud pertinente al comercializador de energía autorizado, este no les ofrece una solución rápida tardando meses incluso años debido a que esta conexión es posible solo con una ampliación de redes eléctricas que en cuyos estudios de viabilidad es donde toman más tiempo, limitándose a si a utilizar el servicio en sus actividades cotidianas.

Figura 4

Lectura consumo de energía tomadas del recibo de la comercializadora energética

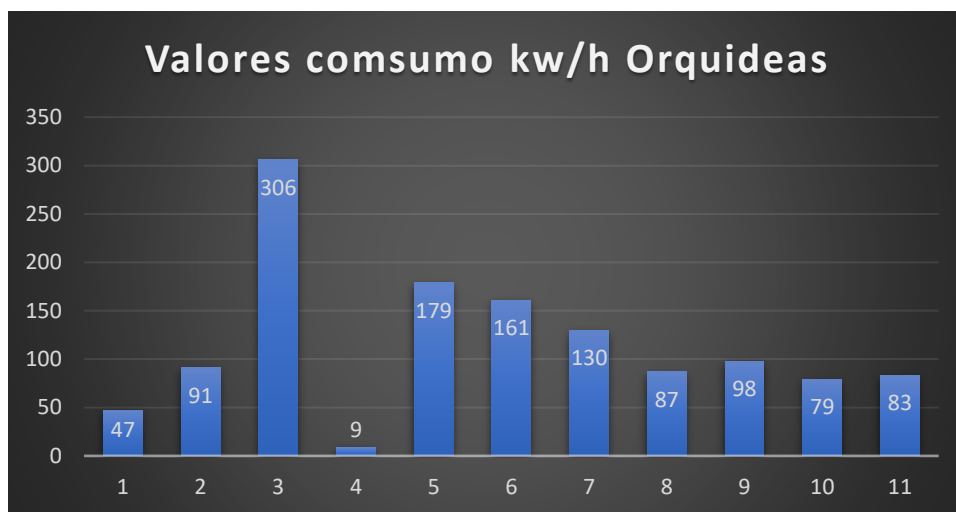


Nota. Grafica lecturas consumo de energía según recibo. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Una vivienda conectada a red pública energética convencional cuenta con medidores donde se realizan las lecturas por parte de la comercializadora de energía para su posterior pago según KW/h. Mediante la encuesta aplicada se pudo establecer que los valores de los consumos captados 11 de la vereda las orquídeas, 17 de la ondina y 18 de la vereda el Carmen provienen directamente tomados de la factura otorgada por la comercializadora de energía del departamento la cual es electro huila, los restantes son producto de promedios y cálculos manifestados por el encuestado o que corresponden a viviendas sin conexión donde se puede evidenciar que los encuestados no realizan un control adecuado de las cantidades y los costes que les genera de forma mensual el uso y consumo de la energía eléctrica puesto que solo se limitan al pago con el fin evitar el corte o suspensión del servicio.

Figura 5

Promedios consumo energía según medidor viviendas vereda las orquídeas



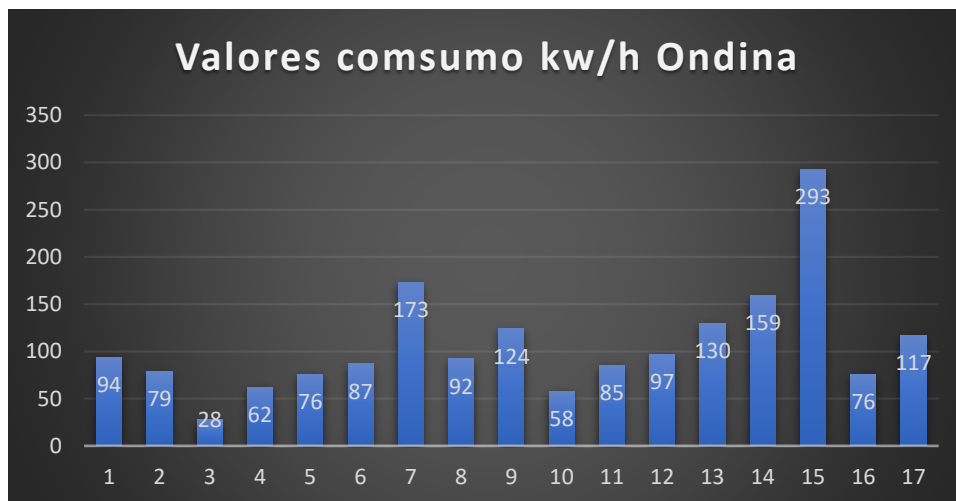
Nota. Grafica valores consumos kW/h vereda las orquídeas municipio agrado. *Fuente.*

Elaboración propia, 2023).

Como se puede observar en la gráfica tres los valores de consumo kW/h para la vereda las orquídeas van desde 9 kW/h como valor mínimo hasta 306 kW/h como valor máximo de consumo según datos obtenidos de las lecturas del recibo de la energía del número de viviendas de la gráfica los cuales representan 11 datos de 25 encuestas realizadas en la vereda las orquídeas.

Figura 6

promedios consumo energía según medidor viviendas vereda la ondina

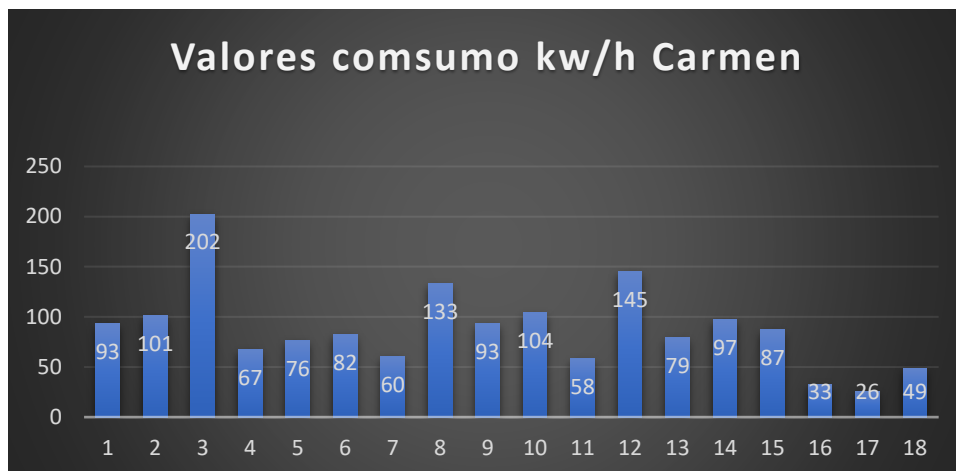


Nota. Grafica valores consumos kw/h vereda la Ondina municipio agrado. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Para la gráfica cuatro se puede observar que los valores kw/h para la vereda la ondina oscila entre 28 kw/h como consumo mínimo y 293 kw/h como valor máximo de consumo de energía en una vivienda en esta área de estudio según 17 valores tomados de las facturas de energía siendo 25 las encuestas aplicadas, pero con alrededor de 8 en las cuales no se tomó los valores del recibo o que no cuentan con conexión.

Figura 7

Promedios consumo energía según medidor viviendas vereda el Carmen

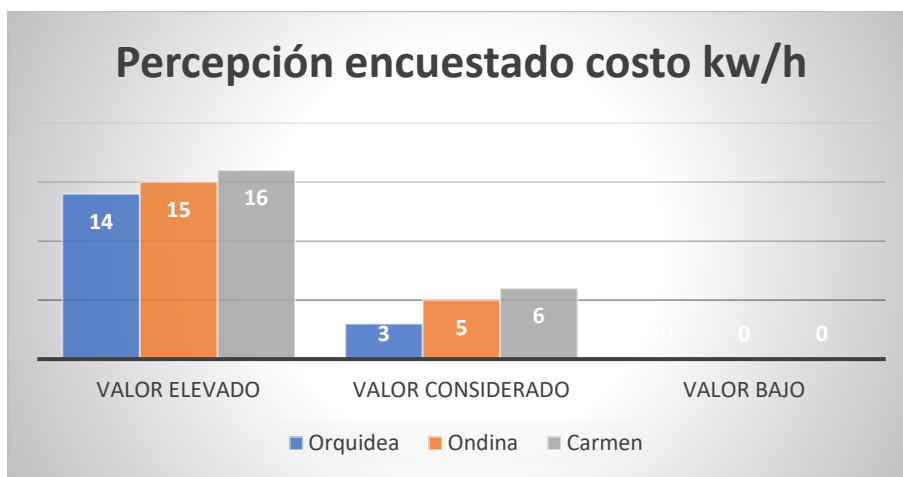


Nota. Grafica valores consumos kW/h vereda el Carmen municipio agrado. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

En la gráfica cinco se observan 18 valores obtenidos directamente de la facturación de energía y con 7 valores entre viviendas sin conexión o valores no tomados directamente del recibo de facturación de un total de 25 encuestas aplicadas sobre esta área de estudio con consumos que van desde 26 kw/h como mínimo hasta 202 kw/h como consumo máximo de una vivienda en la vereda el Carmen.

Figura 8

Percepción del encuestado por el valor pagado kw/h

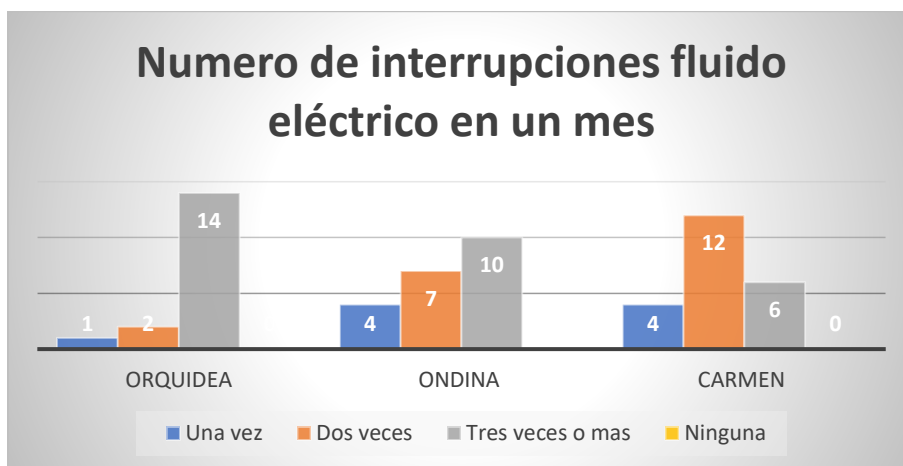


Nota. Grafica percepción del encuestado de precio kW/h de la red pública. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

La grafica seis nos muestra la percepción del costo de kw/h que tiene los encuestados donde hay una significativa mayoría de encuestados donde su percepción es de un costo elevado manifestando que el departamento cuenta en la actualidad con dos hidroeléctricas de generación de energía eléctrica donde las modificaciones de las áreas donde se situaron los embalses han sufrido impactos ambientales irreversibles y con medidas de mitigación que no se llevan en total cumplimiento por parte de la empresa generadora y donde los recursos naturales de suelo y agua solo son para lucro de particulares y privados con el incremento del costo unitario de prestación del servicio en las facturas donde adicional cobran una tarifa de alumbrado público a estas viviendas del área rural donde el 97% de estas no hace uso de alumbrado público pero que aun así se realizan cargos a la factura para su pago por parte del usuario lo que en realidad presenta un inconformismo por parte del usuario hacia la prestación del servicio de la comercializadora de energía, pero que al desconocer alternativas de suministro de energía hace caso omiso y realiza el pago de estos.

Figura 9

Interrupciones por mes del fluido eléctrico de la red pública



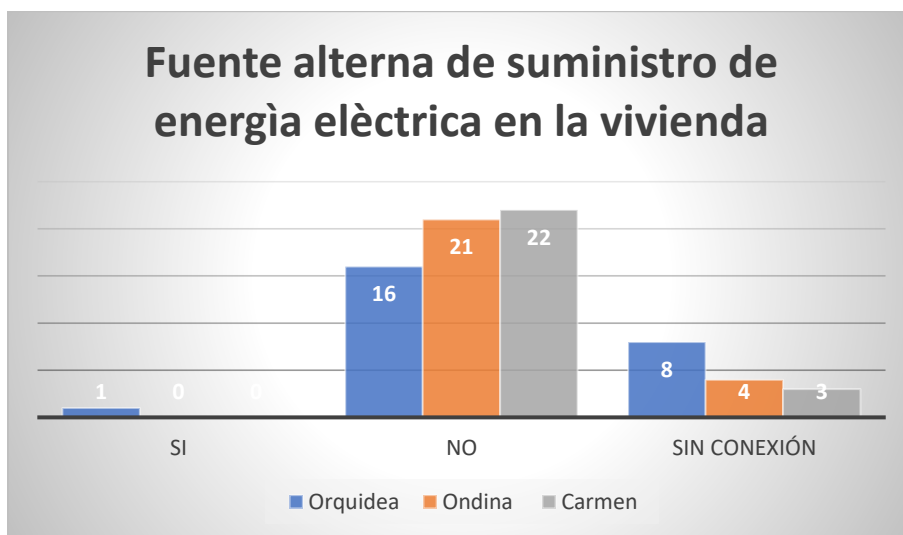
Nota. Grafica número de interrupciones del fluido eléctrico en un mes según el encuestado.

Fuente. Elaboración propia, 2023

En las zonas de estudio mediante la implementación de veinticinco encuestas por vereda se pudo establecer que las interrupciones varían en cada área de estudio es así como para la vereda las orquídeas hay una tendencia de catorce (14) encuestados que indican que las interrupciones en un mes puede llegar hacer de tres veces o más seguido por la vereda la ondina con diez (10) encuestados y por último el Carmen donde hay una variación de disminución a seis (6) encuestados, indicando que se presentan tres interrupciones o más al mes, pero con una mayoría de doce (12) encuestados argumentando que se interrumpe dos veces por mes, donde se puede decir que hay una menor cantidad de interrupciones en esta vereda. La prestación del servicio no es muy eficiente según los resultados obtenidos ya que las interrupciones son bastantes y el restablecimiento del servicio se tarda en ser puesto en funcionamiento nuevamente, ya que depende de la gravedad de la avería si se tratare de fallas en la red eléctrica o si es algún transformador de tensión en donde la atención por parte del personal es bastante deficiente en la respuesta tardándose días incluso meses.

Figura 10

Fuente alterna de suministro de energía eléctrica en la vivienda



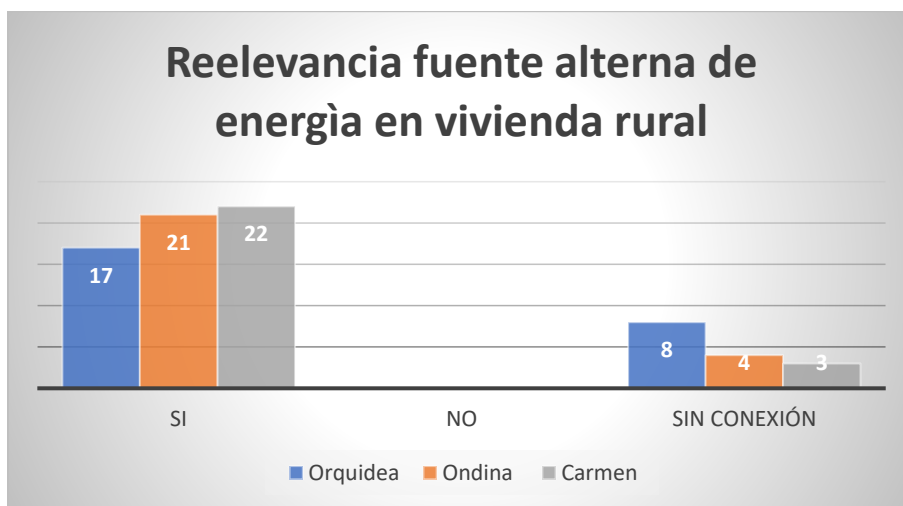
Nota. Grafica fuente alterna de suministro de energía eléctrica en la vivienda. *Fuente.*

Elaboración propia, 2023

Se puede constatar que en área rural del municipio del agrado más exactamente en las veredas la orquídea, ondina y Carmen en un 98% de las viviendas no cuentan con ninguna fuente alterna que le suministre energía eléctrica y que depende en un 100% de la que se le es suministrada por medio de la red pública, que ante las interrupciones a causa de dificultades presentes en las redes eléctricas y más aún en época de invierno dificulta desarrollar cualquier actividad donde sea necesario la energía eléctrica, dificultando el desarrollo de ciertas actividades como lo es el despulpado de café, la refrigeración y la comunicación ya que los elementos eléctricos no cuentan con suministro de energía eléctrica presentando dificultades en tiempo de la realización de estas actividades y perdidas en alimentos perecederos a falta de refrigeración si el tiempo de carencia de energía eléctrica de la red pública eléctrica es muy prolongado.

Figura 11

Importancia de una fuente alterna de energía eléctrica en la vivienda

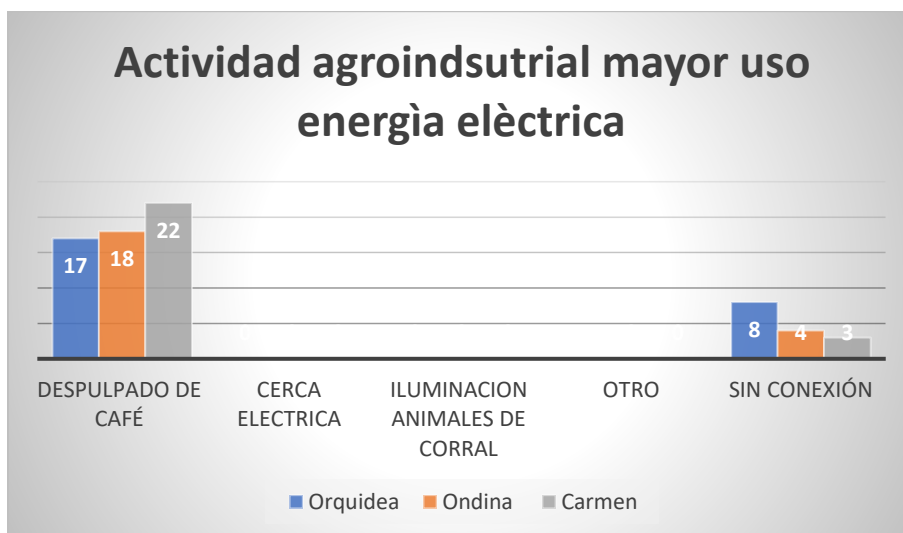


Nota. Grafica importancia de tener una fuente alterna de energía eléctrica. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Ante la relevancia o no de contar con una fuente de energía alternativa renovable en la vivienda los encuestados manifiestan e indican que es bastante relevante según los valores de la gráfica 9 donde se puede observar 17 encuestados de las orquídeas indicando importante contar con un fuente alterna, 21 de la ondina y 22 de la vereda el Carmen donde se puede establecer que para estas veredas es importante y a su vez necesario una fuente alterna de energía eléctrica evitando su dependencia de la red pública ya que ante eventualidades de suspensión del fluido eléctrico se limitan actividades de entretenimiento de comunicación o actividades agroindustriales, además que una fuente alterna de generación eléctrica renovable, permite ser autosuficientes y auto generadores de su propia energía eléctrica reduciendo los GEI y adaptándose a el cambio climático en temporadas de temperaturas elevadas.

Figura 12

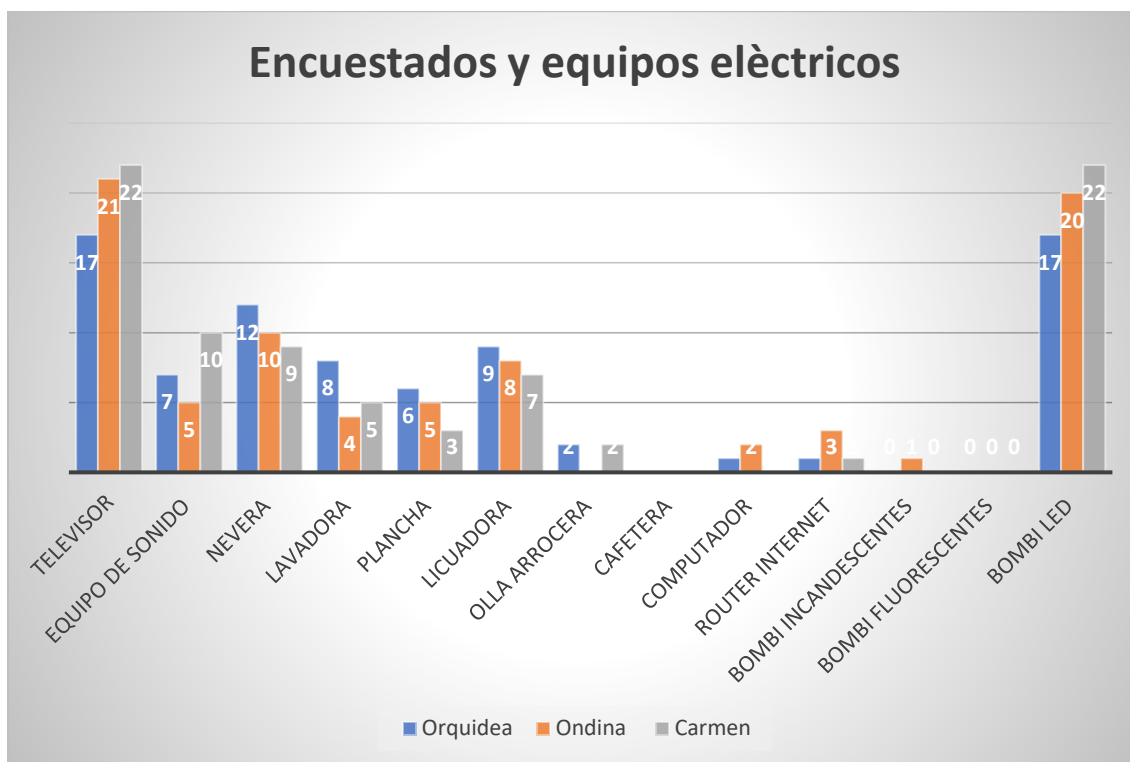
Actividades agroindustriales con mayor frecuencia de uso de la energía eléctrica



Nota. Grafica actividad agroindustrial mayor uso de energía eléctrica en la vivienda. *Fuente.*

Elaboración propia, 2023

Dentro de las diferentes actividades agroindustriales que se desarrollan en la parte rural del municipio del agrado y que están representadas en la gráfica diez, se pudo constatar que, para las veredas orquídeas, ondina y el Carmen una de las actividades más predominantes donde está el mayor uso de energía eléctrica es en el despulpado de café, teniendo en cuenta que la actividad agrícola principal es la caficultura actividad mencionada por parte de cada uno de los encuestados y que representa un renglón importante de la economía del municipio en donde a incrementar la agro industrialización para la transformación de las materias primas como lo es el café en sus diferentes etapas de trillado, tosti3n y molido para darla un valor agregado la energía eléctrica para estos equipos eléctricos debe de ser confiable y amigable con el medio ambiente de tal forma que se obtenga un negocio o producto verde donde los impactos ambientales sean mínimos se busque el cumplimiento de algunos de los objetivos de desarrollo sostenible.

Figura 13*Encuestados y equipos eléctricos*

Nota. Grafica número de encuestados y aparatos eléctricos que usan en la vivienda. *Fuente.*

Elaboración propia, 2023

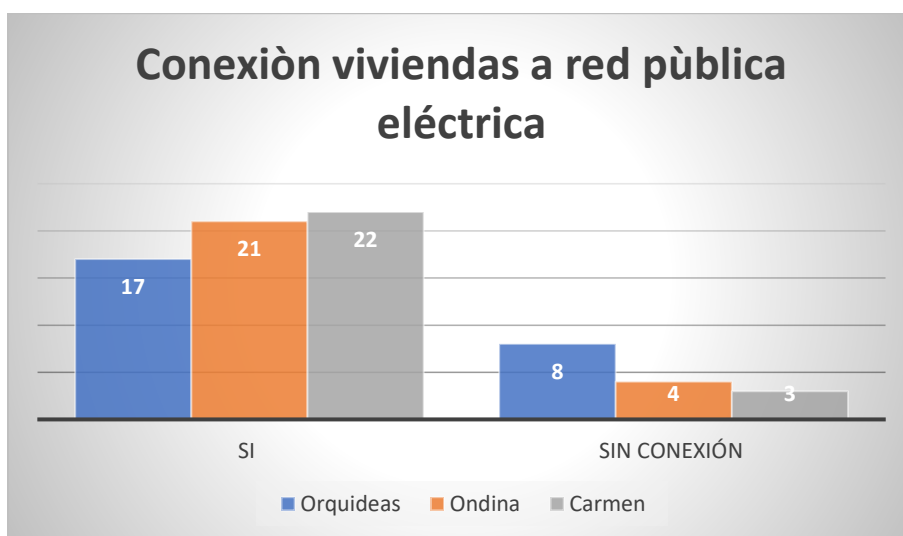
Como se hace evidente en la gráfica once los aparatos eléctricos predominantes son televisor, equipo de sonido, nevera, lavadora y bombillos led elementos que con sus especificaciones de potencia en wattios, se verificara el dimensionamiento del sistema alternativo de energía eléctrica renovable y el tipo de sistema viable según condiciones climáticas de la zona de estudio. Los consumos energéticos de electricidad están enfocados en estos 5 elementos que son los comúnmente utilizados y también viabiliza un dimensionado según los aparatos eléctricos necesarios en una vivienda sin conexión a red pública que para este caso en específico son estos 5 aparatos eléctricos.

Sistema alternativo renovable viable para suministro de energía eléctrica

En el recorrido del trabajo de campo en las tres veredas se encontraron un promedio de quince viviendas nuevas sin conexión a red pública, distribuidas en ocho viviendas de la vereda las orquídeas, cuatro en la ondina y tres en la vereda el Carmen.

Figura 3

Viviendas conectadas a red pública de energía



Nota. Grafica conexiones red pública eléctrica en zonas no interconectadas. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Consumos de energía eléctrica, veredas las orquídeas, Ondina y Carmen

Para el dimensionamiento de un sistema de energía alternativo renovable que supla las necesidades energéticas de una vivienda sin conexión a red pública en las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen se estableció que se requiere como primera medida que sea un sistema donde su principal fuente renovable sea la del sol para el suministro de energía eléctrica a las viviendas que se encontraron sin conexión a red pública como se describe en la tabla 2.

Tabla 2

Consumos máximos y mínimos de energía eléctrica por mes.

Consumos en una vivienda	Orquídeas	Ondina	Carmen
Máximo mensual	153 kW/h	146.5 kW/h	101 kW/h
Mínimo mensual	4.5kW/h	14 kW/h	13 kW/h
Viviendas sin conexión	8	4	3

Nota. La tabla contiene consumos máximos y mínimos de energía eléctrica en cada una de las veredas y de las viviendas sin conexión a red. *Fuente.* Elaboración propia, 2023

Las viviendas de las tres veredas con conexión a red pública donde se realizó la aplicación de la encuesta semiestructurada y según encuestados y equipos eléctricos muestran que los aparatos eléctricos mas comunes con que cuentan estas viviendas son televisor, radio, nevera, lavadora e iluminación, los cuales se toman como referencia junto con la potencia demandada por estos, para el dimensionamiento del sistema alternativo renovable de suministro de energía eléctrica para una vivienda sin conexión a red.

Tabla 3

Equipos eléctricos promedio necesarios para una vivienda sin conexión a red pública.

Equipos eléctricos	Potencia		Tiempo promedio uso(h/día)		Frecuencia de uso				Wh/día
	Potencia(w)	Total (w)	Horas	Minutos	Nº días	día	Semana	mes	
Televisor	50	0	4	00	7	1	2	3	200
Radio	64	4	1	00	5	1	2	3	64

Nevera	125	25	8	00	7	1	2	3	1000	
Lavadora	500	500	1	00	2	1	2	3	500	
Bombillos led	32	32	4	00	7	1	2	3	128	
Total		771							wh/dia	1892
									Kwh/dia	1,892

Fuente. Elaboración propia

Estos aparatos eléctricos son los más comunes que se utilizan en las viviendas de cada una de las veredas y fueron tomados como referencia para el dimensionamiento del sistema alternativo renovable que suministre energía eléctrica a viviendas sin conexión a la red pública.

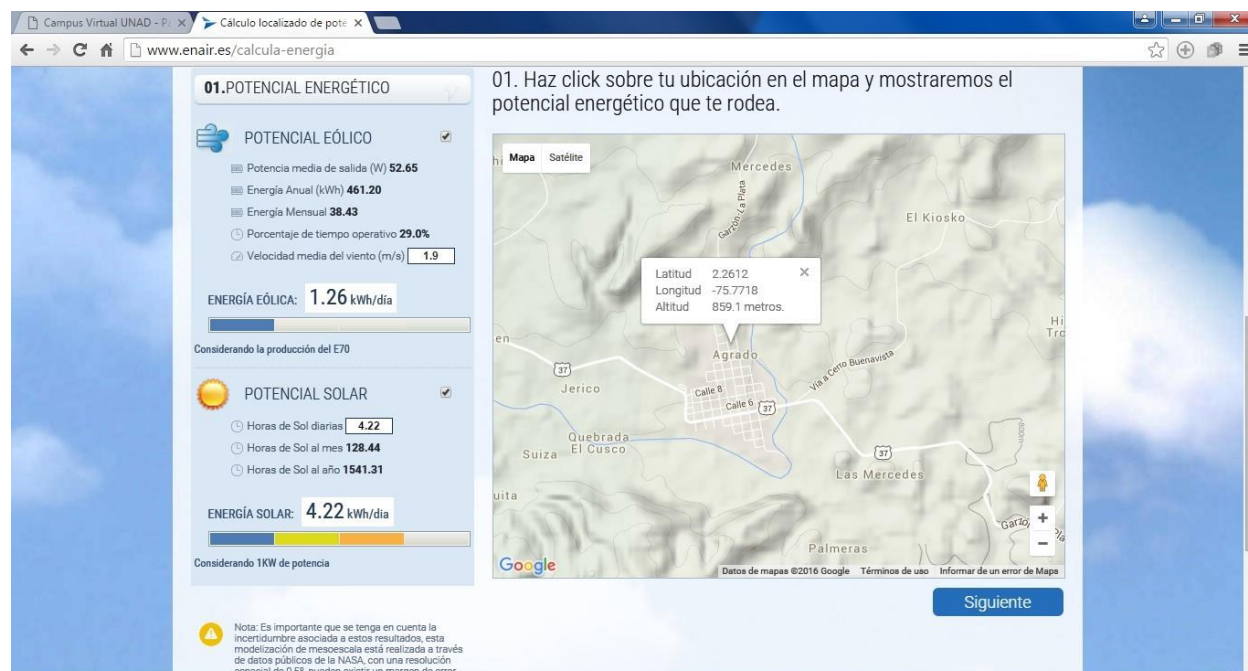
Fuentes de energía renovable, en las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen

Potencial energético fuentes de energía eólica y solar

Las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen cuentan con dos fuentes de energías alternativas renovables que son la solar y la eólica para su utilización, pero por las condiciones meteorológicas del municipio la eólica suministra menores cantidades kw/h/día en sistemas de aerogeneradores cuya eficiencia es menor si se relacionan con otras fuentes como las solar donde, son mucho más eficientes kw/h/día, por haber una incidencia de irradiación por un tiempo mucho más prolongado por metro cuadrado incrementando a si su potencial energético caso contrario a los vientos. Por estas razones se tendrá en cuenta solo la fuente de energía renovable solar para realizar cálculos de elementos y equipos del sistema alternativo renovable de suministro de energía eléctrica en viviendas sin conexión a red pública.

Figura 14

Potencial eólico y potencial solar



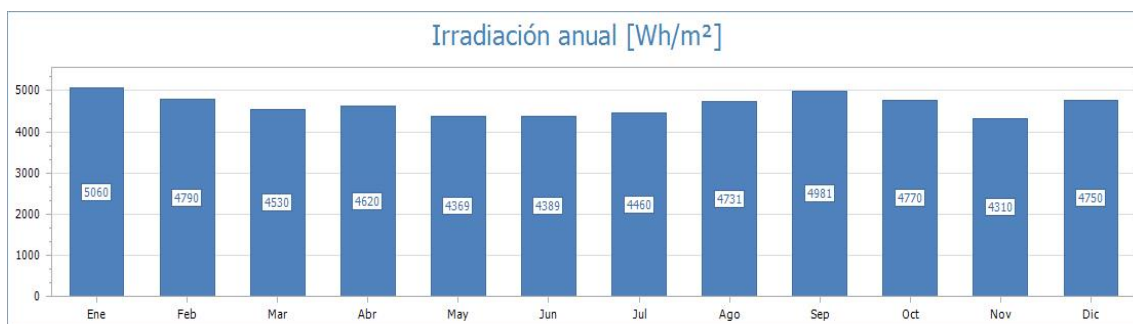
Nota. potencial energético fuentes de energía solar y eólica. *Fuente.* Cálculo localizado de potencias eólicas, s. f.

cálculo de horas solar pico (HSP), municipio del agrado

Los paneles solares captan y transforman la irradiación que proviene del sol. En las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen según cálculos en el software Solarius PV para hallar el promedio de wh/dia/m² se estima que este corresponde a 4646 wh/m² que al realizar la conversión sería de 4,6 kwh/m² como horas solar pico.

Figura 15

Irradiación Wh/m² por mes en un año



Nota. Grafica irradiación por mes en un año. *Fuente.* Solarius PV

Como se muestra en la figura catorce, los valores de wh/m² mes a mes calculados con el software Solarius PV, el cual realiza promedios basados en resultados de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio que se desea hacer la implementación de aprovechamiento de fuentes de energía renovable como en este caso la solar. Con estos valores y mediante una tabla de Excel se obtuvo un promedio de un promedio de 4646 wh/m², ya mencionados.

Dimensionamiento sistema alternativo renovable fotovoltaico para viviendas sin conexión veredas Las orquídeas, Ondina y el Carmen

En el dimensionamiento de un alternativo renovable fotovoltaico se selecciono una tensión de trabajo del sistema fotovoltaico de 24 V en relación que la potencia de demanda promedio, para las necesidades de una vivienda sin conexión a red pública es de 1,892 kwh/día, en cumplimiento a que si son potencias de demanda que oscilan entre mil quinientos y cinco mil watts se deben de manejar tensiones de trabajo entre 24V y 48V.

Tabla 4

Selección de tensión para sistema alternativo renovable vivienda sin conexión.

Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico

potencia demanda (en W)	Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico (en V)
< de 1500 W	12 V
Entre 1500 W y 5000 W	24 V o 48 V
> 5000 W	120 V o 300 V

Fuente. Elaboración propia

Demanda de potencia: 771 W

Ud: 1.892 kWh/día

1kwh/día → 1000 wh/día

1.892kwh/día → ?

1.892 * 1000 w/h/día = 1892 wh/día, potencia necesaria wh/día.

$$I_{instalacion} = \frac{Ud * 1000}{V_{inst}} = \frac{1892 \text{ wh/día}}{24 \text{ V}} = 79 \text{ Ah}$$

Corriente máxima de instalación con un porcentaje de seguridad de 30% igual a 1.3

$$I_{max} = I_{instalacion} * 1.3 = 79 \text{ Ah} * 1.3 = 102.7 \text{ Ah}$$

Figura 16

Dimensionado banco de baterías

Tensite
GEL 12-150

BATERÍA DE GEL

12V 150 AH

BATERÍA SERIE GEL

Las baterías de la serie GEL están fabricadas con separadores especiales y gel de sílice que inmoviliza el electrolito dentro de la batería. La tecnología comprobada de gel de sílice puede mejorar la vida útil del ciclo de la batería y el rendimiento en un rango de temperatura más amplio. La vida útil del ciclo de descarga profunda aumenta un 50% en comparación con la batería normal.



APLICACIÓN

- Sistema de energía de emergencia
- Equipos de comunicación
- Sistemas de telecomunicaciones
- Fuente de poder ininterrumpida
- Herramientas eléctricas
- Equipo marino
- Equipo médico
- Sistema de energía solar y edica

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sellado de seguridad
- Construcción no derramable
- Alta densidad de potencia
- Excelente recuperación de descarga profunda
- Placas gruesas y materiales altamente activos
- Mayor vida útil y diseño de baja autodescarga

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MODELO DE BATERÍA	Voltaje nominal		12V	
	Capacidad nominal (100 Tasa Hora)		150Ah	
DIMENSIÓN	Células por batería		6	
	Longitud	Ancho	Altura	Altura total
PESO APROXIMADO	407 mm	174 mm	215 mm	233 mm
CAPACIDAD @ 26	10 C (12.0A) 120.0 Ah	5 C (19.2A) 96.0 Ah	3 C (29.0A) 87.0 Ah	1 C (72.0A) 72.0 Ah
CORRIENTE DE DESCARGA MÁX.	Cargado por completo. Vat 25°C. Aprox. 4.0mC)			
RESISTENCIA INTERNA	1200 A (5 seg.)			
CAPACIDAD AFECTADA POR LA TEMPERATURA (10 HR)	40°C 103%	25°C 100%	0°C 86%	
MÉTODO DE CARGA @25°C	Ciclo de uso 14.1-14.4V (Corriente de carga inicial inferior a 22A)		Uso de flotador 13.50-13.80V	

TABLA DE DESCARGA DE BATERÍA

CORRIENTE CONSTANTE (AMP) Y POTENCIA CONSTANTE (WATT) TABLA DE DESCARGA A 25 °C

F.V / TIME	10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	3 HR	5 HR	10 HR	20 HR
1.60 A	253.00	204.00	137.00	72.00	31.00	19.80	12.60	6.80
1.60 W	450.66	364.83	245.16	129.66	57.16	37.51	24.25	13.18
1.70 A	228.00	192.00	131.00	68.00	30.00	19.40	12.40	6.60
1.70 W	425.16	358.50	244.66	127.50	57.83	37.76	24.20	12.90
1.75 A	204.00	168.00	122.00	66.00	29.00	19.20	12.10	6.60
1.75 W	387.50	319.83	234.83	126.50	56.83	37.51	23.90	13.00
1.80 A	193.00	156.00	113.00	63.00	28.50	18.70	12.00	6.50
1.80 W	370.16	300.00	217.83	123.00	56.16	36.88	23.76	12.86
1.85 A	180.00	144.00	101.00	61.00	28.00	18.20	11.40	6.10
1.85 W	348.33	279.83	196.50	120.00	54.66	36.28	22.93	12.36

Tensite info@tensite-energy.com www.tensite-energy.com V-ES-1

Nota. Parámetros eléctricos, Batería GEL 12V 150Ah Tensite. Fuente. (Autosolar,2023).

Profundidad de descarga = 80%

$D_{autonomía} = \text{días nublados} = 2 \text{ días}$

$$C_{MaxBat} = \frac{I_{Max} * D_{Autonomia}}{Prof \text{ descarga}}$$

$$C_{MaxBat} = \frac{102.7 * 1}{0.8} = 128.315Ah$$

$$C_{Nominal} = 150Ah$$

$$N_{Baterias \text{ paralelo}} = \frac{C_{Maxbat}}{C_{Nominal}} = \frac{128.315Ah}{150Ah} = 0.85 \approx 1$$

$$N_{Baterias \text{ serie}} = \frac{V_{instalacion}}{V_{Bateria}} = \frac{150V}{12V} = 12.5 \approx 13$$

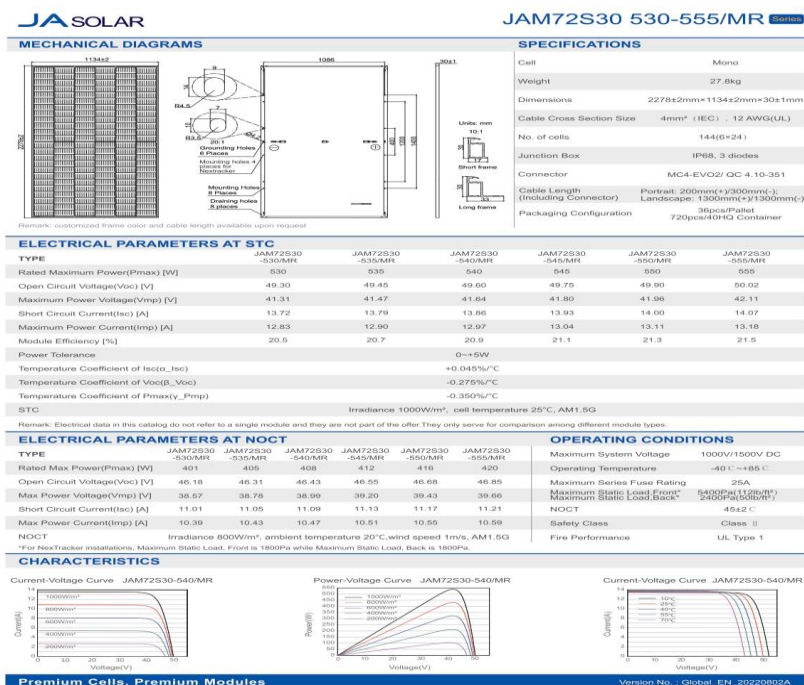
$$N_{tBate} = 1 * 13 = 13$$

Dimensionamiento del número de paneles necesarios vivienda sin conexión a red pública eléctrica

En el dimensionamiento de paneles necesarios para el sistema renovable de suministro de energía eléctrica con el objetivo de cubrir las necesidades energéticas de una vivienda en promedio sin conexión a red pública en las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen se estableció como primer paso $I_{Panel} = corriente\ proporcionada\ por\ un\ panel$ y luego el número total.

Figura 17

Parámetros eléctricos paneles solares



Nota. Parámetros eléctricos, Panel Solar 550W 24V Monocristalino JA SOLAR. Fuente.

Autosolar,2023

$$I_{Panel} = I_{mp} * HSP$$

$$I_{Panel} = 13.11A * 4.0 = 52.44 Ah$$

$$N_{Paneles paralelo} = \frac{C_{Maxibat}}{I_{Panel}} = \frac{256.75Ah}{52.44Ah} = 4.89 \approx 5$$

$$N_{Paneles serie} = \frac{24V}{24V} = 1$$

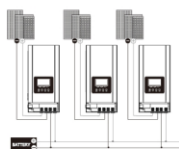
$$N_{t_{Paneles}} = 1 * 5 = 5$$

Figura 18

Dimensionamiento del regulador controlador

Parámetros eléctricos, Controlador Carga MPPT 80A 12/24V/48V MUST.

6. Función de carga paralela
Los usuarios pueden asignar los cargadores en diferentes grupos, el mismo grupo se cargará de forma paralela a las distintas baterías.



7. Especificaciones

Tabla 1. Especificaciones eléctricas

MODELO	MPPT 5KW			
Voltaje nominal del sistema	12V, 24V, o 48V (Auto detección); 36V (ajuste manual)			
Máxima corriente batería	80Amps			
Voltaje de la batería	12V	24V	36V	48V
Máxima entrada de voltaje solar	100	145V		
Rango MPPT de terminal de voltaje	15~95V	30~130V	45~130V	60~130V
Máxima potencia de entrada	12V0V-1250W 24V0V-2500W 36V0V-3750W 48V0V-5000W			
Disipador de calor y corriente de la batería				
Protecciones	Desconexión de alto voltaje solar Reconexión de alto voltaje solar Desconexión de alto voltaje de batería Reconexión de alto voltaje de batería Desconexión de alta temperatura Reconexión de alta temperatura			

Nota. Parámetros eléctricos, Controlador Carga MPPT 80A 12/24V/48V MUST.

Fuente. Autosolar, 2023

$$I_{Maxregu} = \#ramas * I_{SC} Panel$$

$$I_{Maxregu} = 5 * 14.00Ah = \mathbf{70Ah}$$

$$I_{Maxregu} = \mathbf{70Ah}$$

10% de seguridad:

$$I_{Maxregu} = \mathbf{70Ah * 1.1}$$

$$I_{Maxregu} = 77Ah$$

$$Nt_{Reg} = \frac{I_{Maxreg}}{80Ah} = \frac{77Ah}{80Ah} = 0.96 \approx 1$$

$$Nt_{Reg} = 1 \text{ de } 24V/80Ah$$

Dimensionamiento del inversor

$$P_{inver} = \frac{P_{Ac} * \text{simultaneidad} * \text{seguridad}}{\text{eficiencia}}$$

$$P_{inver} = \frac{771W * 0.9 * 1.30}{0.9} = 1000.3w$$

Figura 19

Parámetros eléctricos inversor

	12 voltios	12/250	12/375	12/500	12/600	12/1200
Inversor Phoenix	24 voltios 48 voltios	24/250 48/250	24/375 48/375	24/500 48/500	24/600 48/600	24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	600VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3%, 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/ingles/direct-1-phenix-inverters-dynamic-cutoff				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (intervalo de reinicio: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (anul RAL 9012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	25/10/10mm² / AWG4/8/8	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC 320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R IP 21				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 105 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 105 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		SI				
Conmutador de transferencia automático		Fíjase				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1						
2) Claves de protección:						
a) cortocircuito de salida						
b) sobrecarga						
c) tensión de la batería demasiado alta						
d) tensión de la batería demasiado baja						
h) temperatura demasiado alta						
f) ondulación CC demasiado alta						



Alarma de batería
Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



Monitor de baterías BMV
El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart
(Debe pedirse por separado)

Nota. Parámetros eléctricos, Inversor Victron Phoenix 48V 1200VA 120V VE.Direct 5-15R.

Fuente. Autosolar,2023

$$N_{inve} = \frac{1000.3w}{1200w} = 0.83 \approx 1$$

Costos sistema alternativo renovable aislado suministro de energía eléctrica

Tabla 5

Tabla de costos sistema alternativo renovable fotovoltaico aislado.

Elemento/Equipo	Cantidad	Valor unidad	Costo total
Panel solar 550 W	5	\$777.800	\$3,889.000
Batería	13	\$843.781	\$10,969.153
Controlador de carga MPPT 80A	1	\$1,079.160	\$1,079.160
Inversor Victron Phoenix 48V 1200VA 120V	1	\$2,547.397	\$2,547.397
Total			\$18,484.710

Fuente. Elaboración propia

Costos sistema alternativo renovable conectado a red pública eléctrica

Demanda de potencia.

Ud: 5.5 kwh/día

1kwh/día → 1000 wh/día

5.5kwh/día → ?

$5.5 * 1000 \text{ wh/día} = 5500 \text{ wh/día}$, potencia necesaria wh/día (valor diario).

Cálculo número de paneles

$$N^{\circ}_P = \frac{E * 1.3}{HSP * Wp}$$

$$N^{\circ}_P = \frac{5500 \text{ Wh/día} * 1.3}{4.0h * 550 \text{ Wpanel}}$$

$$N^{\circ}_P = \frac{7150 \text{ Wh/día}}{2200} = 3.25 \approx 4 \text{ Paneles}$$

Tabla 6

Tabla de costos sistema alternativo renovable fotovoltaico conectado red eléctrica.

Elemento/Equipo	Cantidad	Valor unidad	Costo total
Panel solar 550 W	4	\$777.800	\$3,111.200
Inversor On Grid Growatt MIN 2500TL-X	1	\$2,301.250	\$2,301.250
Vatímetro Trifásico Growatt TPM	1	\$1,022.344	\$1,022.344
Elementos de protección On Grid	1	\$1,000.000	\$1,000.000
Estructura metálica paneles	1	\$1,000.000	\$1,000.000
Total			\$8,434.794

Fuente. Elaboración propia

Conclusiones

Una de las fuentes de energía renovables más favorables por tener el mayor potencial kw/h/día en las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen, para suplir las necesidades de energía eléctrica de una vivienda sin conexión es la solar.

Los aparatos eléctricos donde se da el mayor uso de la energía eléctrica en viviendas con conexión a red pública de las veredas objeto de estudio son televisor, radio, nevera, lavadora e iluminación, así como también la actividad agroindustrial del despulpado de café.

Las veredas las orquídeas, ondina y el Carmen cuentan con viviendas con conexión a la red donde se pierde la opción de la auto generación de sus propias necesidades energéticas mediante el uso de la fuente energética renovable solar.

Los beneficios ambientales en la implementación de los diseños del sistema alternativo son la reducción de gases efecto invernadero kwh/dia que genera el diseño a si como la reducción de la huella de carbono de la vivienda y la transformación y uso de la energía proveniente del sol el cual es una fuente renovable inagotable.

Referencias bibliográficas

Ley 2294/2023, del 19 de mayo, por el cual se expide el plan de desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”. (2023). *Departamento nacional de planeación*.

Antonio, C. S., David, B. D., Eduardo, C. F., & Alonso, C. G. M. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Editorial UNED.

Otterbach, D. H. (2014). *Energía y Calentamiento Global: ¿Cómo asegurar la supervivencia de la humanidad?* Grupo Editorial Patria.

Alcaldía Municipal Agrado. (2023). Plan de desarrollo 2021 – 2024. <https://www.elagrado-huila.gov.co/>

Rodríguez Murcia, H. (2008). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*. *Revista de ingeniería*, (28), 83-89.

UPM. (5 de febrero 2020). *Plan energético nacional*. Recuperado https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/UPME_Presentacion_PEN_V48.pdf

UNFCCC. (9 de mayo de 1992). Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Recuperado <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Jarauta Rovira, L. (2015). *Las energías renovables*. Biblioteca virtual unad. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/57883>

Cortés, S., & Londoño, A. A. (2017). Energías renovables en Colombia: una aproximación desde la economía. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 375-390.

Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Proyectos tipo instalación de sistemas solares ZNI*. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Celdas/ptceldas.pdf>

Tobajas Vázquez, M. C. (2014). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Caño Pina. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/43053>



Diseño de un Sistema de Suministro de Energía Alternativa Renovable, que supla las necesidades promedio de energía eléctrica en las veredas Ondina, las Orquídeas y el Carmen del municipio del Agrado – Huila.

9. De las siguientes actividades agroindustriales en cual usted utiliza con mayor frecuencia la energía eléctrica?	1. Delsulpado de café
	2. Cerca eléctrica
	3. Iluminación animales de corral
	4. Otro:

10. la vivienda cuenta con los siguientes elementos y aparatos eléctricos?											
EQUIPOS	SI	NO	NUMERO	POTENCIA		TIEMPO PROMEDIO USO (h/dia)		FRECUENCIA DE USO			
				Potencia(w)	Total (w)	Horas	Minutos	Nºdías	día	semana	mes
Televisor									1	2	3
Radio									1	2	3
Equipo de sonido									1	2	3
Nevera									1	2	3
Lavadora									1	2	3
Plancha									1	2	3
Licuadaora									1	2	3
Olla arrocera									1	2	3
Cafetera									1	2	3
Computador									1	2	3
Router internet									1	2	3
Bombi Incandescentes									1	2	3
Bombi Fluorescentes									1	2	3
Bombi led									1	2	3
								Total (Wh/dia)			
Total								Total (Kwh/dia)			

Consentimiento y autorización

El encuestado de la presente encuesta autoriza de forma consciente y voluntaria suministrar la información relacionada con las preguntas del cuestionario con fines estadísticos para el proyecto aplicado "Diseño de un sistema de suministro de energía alternativa renovable, que supla las necesidades promedio de energía eléctrica en las veredas Ondina, las orquídeas y el Carmen" en los cuales ciertos datos específicos no serán revelados de forma individual, solo en datos y cifras estadísticos, por parte de quien capte y trate los datos y la información de la misma, así como también, que la información no será utilizada con ningún otro fin al mencionado y expresado anterior al inicio del diligenciamiento de esta, en constancia de manera autónoma, libre y consiente, firma y autoriza el tratamiento de datos y de la información de la encuesta.

Firma del encuestado

firma del estudiante encuestador

Apéndice B

Fotografías trabajo de campo



Foto 1 : Trabajo de campo vereda las orquídeas.

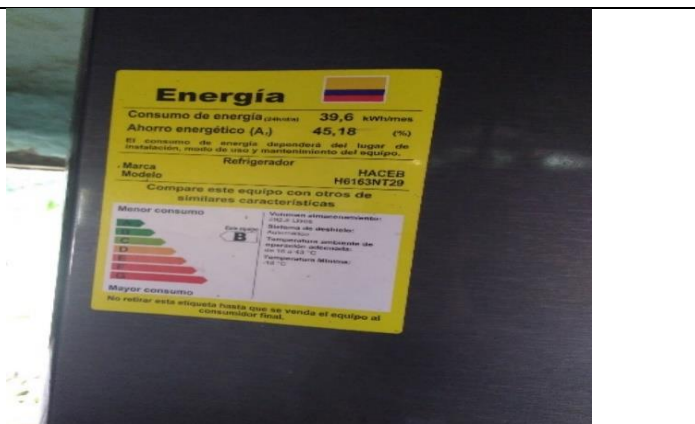


Foto 2 : Trabajo de campo vereda el Carmen.



Foto 3: Trabajo de campo vereda la ondina.



Foto 4 : Trabajo de campo vereda el Carmen.



Foto 5 : Trabajo de campo vereda la ondina.



Foto 6: Trabajo de campo vereda las orquídeas.