UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO APLICADO EN ZONAS REMOTAS

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: JESÚS EMANUEL QUINTERO MONRROY

TUTOR: DR. JUAN CARLOS LATA GARCÍA, PhD

Guayaquil-Ecuador

2025

CERTIFICADOS DE RESPONSABLILIDAD

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN

Yo, Jesús Emanuel Quintero Monrroy con documento de identificación N°0803793918 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 07 de enero del año 2025

Atentamente,

Jesús Emanuel Quintero Monrroy

0803793918

CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Yo, Jesús Emanuel Quintero Monrroy con documento de identificación No. 0803793918, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto de técnico: "Análisis del Rendimiento Energético de un Sistema Fotovoltaico Aislado Aplicado en Zonas Remotas", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 07 de enero del año 2025

Atentamente,

Jesús Emanuel Quintero Monrroy
0803793918

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Lata García, con documento de identificación N° ° 0301791893, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: "ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO APLICADO EN ZONAS REMOTAS", realizado por Jesús

Emanuel Quintero Monrroy con documento de identificación N° 0803793918, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 07 de enero del año 2025

Atentamente,

Dr. Juan Carlos Lata García, PhD

0301791893

DEDICATORIA

El proyecto de titulación está dedicado para:

Mi madre: Luisa Monrroy la cual, con paciencia, sacrificio y sobre todo amor me dio la facultad de poder cumplir una meta más, de tener valentía para sobrevivir a las adversidades con el apoyo de Dios.

Mi abuela: Ninfa Castillo quien en vida me dio su cariño, apoyo incondicional y me inculco en mí el ejemplo de esfuerzo, de valentía y de ser un profesional, le agradezco por que, durante todo este proceso, no terrenalmente, pero si desde el cielo sé que estuvo guiándome, protegiéndome y dándome aliento para no desmayar, porque la siento conmigo en todas las instancias gracias.

A toda mi familia, por tenerme presente en cada oración, regalarme consejos y palabras para poder seguir y lograr ser una buena persona cada día, de una forma están conmigo en cada paso para conseguir mis sueños y metas.

Para finalizar quiero dar una dedicatoria especial a todos mis amigos, familiares y compañeros por su apoyo cuando más los eh necesitado, por no soltar mi mano en la adversidad y regalarme amor cada día, desde la profundidad de mis sentimientos más sinceros les doy gracias, siempre permanecerán en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Le doy las gracias a Dios por bendecir mi vida, por encaminar mi trayecto hasta ahora, por darme el aliento necesario para no rendirme en las épocas de debilidad y dificultad.

Para mis padres: Ramón Quintero y Luisa Monrroy, por ser la mayor fuerza en mi vida para cumplir mis sueños, por darme la confianza y apoyarme para el alcance de mis expectativas, a mis hermanos por los consejos y a mis familiares por los buenos valores y principios que me inculcaron.

Valoro a los individuos que integran la enseñanza dentro de la institución. Politécnica Salesiana de Guayaquil por haber aportado sus saberes en la formación de mi carrera, especialmente, al Doctor Juan Carlos Lata, mentor de mi proyecto de tesis, quien ha orientado con su paciencia y su rectitud como profesor, y a los residentes de la comunidad de Masa 2 por su valioso aporte a la investigación

RESUMEN

El proyecto titulado Análisis del rendimiento energético de un sistema fotovoltaico aislado aplicado en zonas remotas tiene por objetivo suministrar energía eléctrica renovable a las familias de esta área, situada en el sur de la ciudad de Guayaquil con una ubicación geográfica específica. Para ello, se utilizó energía solar a través de paneles fotovoltaicos, permitiendo así reemplazar el uso de generadores eléctricos de combustión interna y reducir el impacto ambiental que estos producen.

En el cual se aplica un análisis de carga dentro de la vivienda para desarrollar e implementar un sistema rentable a futuro, por ello se realiza una investigación sociodemográfica para evaluar el consumo de energía promedio que emplea cada vivienda para realizar el correcto dimensionamiento de los equipos y evaluación de la estabilidad del sistema puesto en funcionamiento.

Palabras claves: sistema fotovoltaico, paneles solares, energía solar, software Pvsyst, PVGIS.

ABSTRACT

The project titled "Analysis of the Energy Performance of an Isolated Photovoltaic System Applied in Remote Areas" aims to supply renewable electrical energy to the families in this area, located in the southern part of the city of Guayaquil with a specific geographical location. To achieve this, solar energy will be utilized through photovoltaic panels, thereby replacing the use of internal combustion electric generators and reducing the environmental impact they produce.

In which a load analysis is applied inside the home to develop and implement a profitable system in the future, therefore a sociodemographic investigation is carried out to evaluate the average energy consumption that each home uses to carry out the correct sizing of the equipment and evaluation of the stability of the system put into operation.

Keywords: photovoltaic system, solar panels, solar energy, Pvsyst software, PVGIS.

INDÍCE GENERAL

CERTIFICADOS DE RESPONSABLILIDAD Y II

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN II

CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA III

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN IV

DEDICATORIA V

AGRADECIMIENTOS VI

RESUMEN VII

ABSTRACT VIII

ÍNDICE DE FIGURAS XIII

ÍNDICE DE TABLAS XV

ÍNDICE DE ECUACIONES XVII

ÍNDICE DE ANEXOS XVIII

1. CAPÍTULO I: PROBLEMATICA 19

1.1 Introducción 19

1.2 Diagnóstico del problema 20

1.3 Delimitación y justificación 20

1.4 Beneficiarios 21

1.5 Objetivos 22

1.5.1 Objetivo general 22

1.5.2 Objetivos específicos 22

1.6 Método de Investigación 22

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 24

2.1 Energías Renovables 24

2.1.1 Importancia de la Energía Renovables 24

2.2 Tipologías de energía renovable que se generan en el Ecuador 24

2.2.1 Energía Solar y sus elementos.....25
2.2.2 Energía solar.....25
2.2.3 Radiación ultra violeta solar.....26
2.2.4 Tipos de radiación solar.....27
2.2.5 Irradiación.....28
2.2.6 Energía Solar Fotovoltaica.....28
2.2.7 Tipos de sistemas fotovoltaicos.....29
2.2.7.1 Panel Solar Fotovoltaico.....32
2.3. Células Fotovoltaicas.....33
2.2.6 Efecto Fotovoltaico.....35
2.3 Estructura de un panel solar fotovoltaico.....35
2.3.1 Acometida Eléctrica.....35
2.3.2 Batería RITAR 12100.....36
2.3.3 Inversor Phoenix.....37
2.3.4 Controlador de carga BlueSolar MPPT 75/15.....38
2.3.5 Software Pvsyst photovoltaic.....39
2.4 Software PVGIS.....40
2.5 Factores Ambientales.....41
2.6 Huella ecológica y de carbono.....41
3 CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....43
3.1 Métodos del proyecto “MASA 2”.....43
3.2 Datos de la vivienda.....44
3.3.1 Estudio de carga.....44
3.3.2 Cálculo de la demanda del sistema.....44
3.3.2.1 Consumo del circuito de iluminación.....44
3.3.2.2 Consumo del circuito de tomacorriente.....45
3.3.2.3 Consumo del circuito de TV.....45

3.3.2.4 Consumo del circuito de la licuadora 45
3.3 Planilla de los circuitos de carga 45
3.4 Plano Arquitectónico de la vivienda 46
3.5 Planimetría del diseño del sistema solar fotovoltaico 47
3.5.1 Angulo de inclinación 47
3.5.2 Demanda total del sistema 48
3.5.3 Cálculo del banco de baterías 49
3.5.4 Cálculo del inversor 50
3.5.5 Inclinación 51
3.5.6 Dimensionamiento del panel fotovoltaico 51
3.6 Estructura del circuito para la vivienda Masa 2 54
3.7 Implementación del sistema fotovoltaico 54
3.7.1 Estructura del soporte metálico 55
3.7.2 Instalación de la varilla puesta tierra 57
3.7.3 Montaje del Panel Solar fotovoltaico 58
3.7.4 Estructura metálica para los equipos internos de la vivienda 61
3.7.5 Circuitos internos en la vivienda 62
3.7.6 Tubería PVC 63
3.7.7 Caja de montaje 63
3.7.8 Conductores 64
3.7.9 Luminarias 65
3.7.10 Interruptor 65
3.7.11 Tomacorrientes 66
3.7.12 Sistema de protección 67
4. CAPÍTULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS 68
4.1 Resultados de la instalación dentro de la vivienda 68
4.2 Presupuesto 71

4.3 Resultados de la Tabulación de encuesta 72

4.4 Resultados del software PVGIS 78

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 80

RECOMENDACIONES 81

BIBLIOGRAFIA 82

ANEXOS 86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Comunidad Masa 2 16
Figura 2: Viviendas en la comunidad Masa 2 18
Figura 3: Irradiación solar Global GHI 24
Figura 4: Sistemas aislados de red 27
Figura 5: Sistema de bombeo solar 28
Figura 6: Sistema de autoconsumo 28
Figura 7: Sistema fotovoltaico de conexión a red 29
Figura 8: Panel Solar 30
Figura 9: Coeficiente de absorción de materiales semi conductores 31
Figura 10: Diagrama eléctrico de la celda solar 32
Figura 11: Acometida eléctrica 33
Figura 12: Batería RT 12180 34
Figura 13: Inversor Phoenix 250 35
Figura 14: Controlador de carga MPTT 75/15 36
Figura 15: Software PVGIS 37
Figura 16: Efecto Invernadero 39
Figura 17: Vivienda de la Familia 1 40
Figura 18: Plano arquitectónico de la vivienda 44
Figura 19: Excavación del área 52
Figura 20: Instalación de la Malla metálica 53
Figura 21: Fundición del soporte 53
Figura 22: Instalación del soporte metálico 54
Figura 23: Varilla de puesta a tierra 55
Figura 24: Soporte metálico para el panel solar 56
Figura 25: Panel solar fotovoltaico 57
Figura 26: Instalación del panel solar fotovoltaico 58
Figura 27: Soporte metálico 59
Figura 28: Tubo de PVC 60
Figura 29: Caja de montaje 61
Figura 30: Conductores eléctricos 61

Figura 31: Luminaria 62
Figura 32: Interruptor termomagnético 63
Figura 33: Tomacorriente 63
Figura 34: Panel de distribución 64
Figura 35: Revisión de los equipos 65
Figura 36: Funcionamiento del sistema 66
Figura 37: Instalación de los equipos dentro de la vivienda 66
Figura 38: Instalación de los circuitos eléctricos dentro de la vivienda 67
Figura 39: Funcionamiento del circuito eléctrico 68
Figura 40: Rendimiento del sistema fotovoltaico proporcionado por PVGIS 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes de energía renovable en el Ecuador 22
Tabla 2: Consumo de energía dentro de la vivienda 41
Tabla 3: Planilla de Cargas del sistema eléctrico en la vivienda 43
Tabla 4: Dato del circuito de la vivienda en Masa 2 51
Tabla 5: Presupuesto del proyecto Masa 2 69
Tabla 6: Preguntas para la tabulación de encuesta 70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico estadístico: 1 Pregunta #1 71
Gráfico estadístico: 2 Pregunta #2 71
Gráfico estadístico: 3 Pregunta #3 72
Gráfico estadístico: 4 Pregunta #4 72
Gráfico estadístico: 5 Pregunta #5 73
Gráfico estadístico: 6 Pregunta #6 74
Gráfico estadístico: 7 Pregunta #7 74
Gráfico estadístico: 8 Pregunta #8 75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Radiación global 24
Ecuación 2: Demanda esperada 42
Ecuación 3: Angulo de inclinación 45
Ecuación 4: Ambiente activo diario 45
Ecuación 5: Capacidad del sistema de batería 46
Ecuación 6: Voltaje del sistema de baterías 47
Ecuación 7: Baterías en serie 47
Ecuación 8: Potencia pico 48
Ecuación 9: Unidades en serie 48
Ecuación 10: Energía de consumo máximo 49
Ecuación 11: Energía 49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Hoja de datos del panel solar 82
Anexo 2: Hoja técnica del controlador de carga MPPT 75/15 83
Anexo 3: Hoja técnica del Inversor Phoenix 250 Va..... 83
Anexo 4: Hoja técnica de la batería RT12180 83
Anexo 5: Plano arquitectónico de la vivienda 83

1. CAPÍTULO I: PROBLEMATICA

1.1 Introducción

Las energías renovables son una alternativa limpia a las fuentes de energía disponibles actualmente por sus cualidades beneficiosas para el desarrollo social. El crecimiento demográfico ha llevado a una alta demanda global de energía, lo que ha resultado en un aumento de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y de la contaminación, causando graves efectos nocivos sobre el medio ambiente y exacerbando el calentamiento global [1].

La comunidad Masa 2 en adelante (CM)está ubicada en la Bahía de Guayaquil, a 25,7 kilómetros al sur del casco urbano. Tomando como referencia el puerto de Guayaquil, Ecuador, las coordenadas geográficas son -2.384568 y -79.860418, como se muestra en la Figura 1. La forma más cercana para llegar a la comunidad Masa 2 es desde el Muelle del Mercado de Caraguay, un tiempo de navegación de aproximadamente 50 minutos sobre el río Guayas hasta llegar a la comunidad..

Figura 1: Localización de la Comunidad Masa 2

Fuente: Google Maps (2024).

El proyecto de investigación tiene como objetivo dotar a la comunidad Masa 2 de energía eléctrica permanente para facilitar sus actividades diarias, ya que no es posible generar electricidad a través de transformadores dedicados administrados por la compañía eléctrica. La energía renovable, generada a partir de la radiación electromagnética emitida por el sol y almacenada en los ríos, es una fuente de energía

alternativa sostenible. Los paneles solares aprovechan su efecto para convertir esta radiación en electricidad.

1.2 Diagnóstico del problema

Actualmente la comunidad Masa 2 está formada por 23 familias con 17 casas en total y una Unidad Educativa Fiscal Baica llamada Simón Bolívar comunidad masa 2, hoy en día carecen de absolutamente todos los servicios básicos que son servicio de agua potable, electricidad, alcantarillado, recolector de basura, teléfono e internet, no cuentan con trasporte público y su principal vía de acceso es por vía marítima. Y su único sustento todas estas familias es la pesca y a la captura de cangrejos.

La comuna no cuenta con una fuente de energía eléctrica, para abastecer las viviendas utilizan generadores que funcionan a través de combustión interna que funcionan en un periodo de 6 horas entre las 17:00 a las 23:00 horas, el gasto mensual del combustible para la generación es un aproximado de $125, ya que los bajos ingresos económicos son un factor que influye a la problemática es una necesidad cambiar la fuente de energía eléctrica.

La política de la empresa eléctrica CNEL EP, tal como señala y en el manual comercial que cubre el área de servicio, establece que para suministrar energía en baja tensión, los costos están vinculados a las necesidades de los nuevos clientes con transformadores de distribución en triángulo con puntos de entrega más bajos. a más de 200 metros de distancia. La carga es menor o igual a 12kW. Estos costos serán responsabilidad del distribuidor y no incluyen sistemas de puesta a tierra y modificaciones civiles [2].

1.3 Delimitación y justificación

Este proyecto tiene la finalidad de aprovechar los recursos naturales como es el sol, gracias a la ubicación geográfica de la comunidad cuenta con grandes efectos a causa de los rayos solares los cuales se van aprovechar para establecer un sistema fotovoltaico a través de paneles solares, al utilizar una fuente de energía limpia se disminuye la huella de carbono y se contribuye con el medio ambiente. La energía fotovoltaica permite mantener las viviendas por un periodo de tiempo de iluminación mayor a comparación del generador y un costo de energía reducido.

De este modo, la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil en la carrera de electricidad, planteó el desarrollo del proyecto para abastecer de energía a la comunidad de Masa 2, con el fin de colaborar al desarrollo de la energía sustentable y aporte social a los habitantes de la comunidad. A través de la ayuda de directivos y estudiantes de la carrera se implementan sistemas fotovoltaicos en las viviendas de la comunidad para abastecer. La energía necesaria para la utilización de dispositivos tales como: luminarias, tomacorrientes, cargadores, entre otros

El proyecto se centra en CM2, ubicada en una zona rural de la ciudad de Guayaquil, la cual es remota y carece de servicios básicos como agua, saneamiento y electricidad. Hay dos formas de acceder al sitio: marítima y terrestre. La Figura 2 muestra la condición de la vivienda en la comunidad.

Figura 2: Domicilios en la comunidad Masa 2

Fuente: Autor

1.4 Beneficiarios

Los principales beneficiaros de la implementación del proyecto es la comunidad MASA 2 de forma específica a 1 de las familias que habitan dentro de esta para dotar de energía eléctrica su vivienda a menor costo utilizando una fuente renovable.

Asimismo, los beneficiaros de forma indirecta son la población en general, ya que pueden ser utilizados como base para la elaboración de proyectos que deseen buscar implementar un sistema de energía fotovoltaica.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar el rendimiento del sistema fotovoltaico implementado para proveer energía eléctrica renovable limpia en una de las familias de la comunidad masa 2.

1.5.2 Objetivos específicos

- Levantar información de los parámetros de medición de energía, voltaje, corriente y demanda para la implementación del sistema fotovoltaico.
- Implementar el sistema solar fotovoltaico desde la construcción de la estructura metálica hasta la puesta en marcha global del sistema.
- Comprobar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico desarrollado dentro de la vivienda para la comunidad Masa 2.
- Analizar los resultados obtenidos del sistema fotovoltaico a través de tabulaciones y simulación del software PVGIS.

1.6 Método de Investigación

La metodología que se implementa en este proyecto es: investigación, análisis y generación de resultados, mediante estos tres parámetros se plantea el desarrollo del proyecto.

Se realiza un estudio de toda la información técnica en relación a los sistemas fotovoltaicos y proyecto asociados a su implementación para tener fundamentación teórica la cual demostrará que la realización del proyecto se pueda llevar a cabo.

El análisis nos permitirá realizar una evaluación mediante encuestas para conocer el estado actual de las familias que habitan la comunidad Masa 2 para así determinar sus necesidades

en cuanto el control de energía que van a utilizar, además, se emplea el software PVGIS el cual nos proporcionara un análisis del rendimiento del sistema a implementar y adicional se realizarán planos eléctricos de la vivienda y las cargas eléctricas que se van a alimentar.

La generación de resultados es un punto clave en el proyecto ya que, dentro de este se va a desglosar el desarrollo y la implementación del sistema fotovoltaico desde la estructura de las bases y colocación de los equipos hasta la puesta en funcionamiento de todo el sistema.

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Energías Renovables

Es una fuente de energía obtenida de la naturaleza que se considera inagotable debido a su gran abundancia y capacidad para auto renovarse por medios naturales. También se conoce como energía alternativa porque puede sustituir a las fuentes energéticas tradicionales o proporcionar energía con impactos contaminantes significativamente menores [3]. Entre ellas se encuentran la energía cinética, mareomotriz, geotérmica, etc. Como resultado, es posible abordar numerosos problemas medioambientales, como el cambio climático, los residuos radiactivos, la lluvia ácida y la contaminación del aire.

2.1.1 Importancia de la Energía Renovables

La energía renovable en la actualidad es de gran valor para el desarrollo de la humanidad y se la justifica de la siguiente manera [3]:

- Las proyecciones para el siglo XXI indican una disminución de las fuentes de energía fósil año tras año.
- El mar de posibilidades, la superpoblación de complejos, el impacto de las enfermedades en la infraestructura, la naturaleza distribuida de los ambientes y la naturaleza de los ecosistemas.
- Mejorar la calidad de las mediciones y ambientes.
- Contribuye a la redundancia de gas y efecto infierno, eficiencia ambiental, eficiencia ambiental, eficiencia ambiental y eficiencia ambiental en el proceso productivo.
- Este sería un buen momento para estar en una buena posición, este sería un buen momento para reducir el costo del producto, este sería un buen momento para el producto.

2.2 Tipologías de energía renovable que se generan en el Ecuador

Ecuador posee una amplia gama de recursos que pueden ser transformados en energía, incluyendo los renovables como la hidráulica, eólica, solar, geotérmica y

biomasa, entre otros; así como los no renovables, tales como petróleo, gas natural, carbón y uranio. Los recursos renovables generan un impacto mínimo en el medio ambiente y no causan contaminación debido a su uso (con la excepción de la biomasa). Por otro lado, los recursos no renovables generan altos niveles de consecuencias y riesgos nocivos, que dañan el medio ambiente al crear contaminantes y emitir de gases nocivos como resultado de su uso [4].

La política energética desarrollada por el gobierno nacional a través del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) se enfoca en la ejecución de proyectos importantes para el desarrollo del Ecuador. Estas iniciativas tienen como objetivo satisfacer las crecientes necesidades energéticas del país, respetando los estándares de confiabilidad, asequibilidad y calidad, y reduciendo el impacto ambiental [5].

Se detallan en la tabla 1 las principales centrales que utilizan fuentes renovables de energía:

Tipo	Con embalse		Sin embalse		Sub total	
	Número de centrales	Potencia efectica (MW)	Número de centrales	Potencia efectica (MW)	Número de centrales	Potencia efectica (MW
Hidráulica	5	1.598	66	3.443	71	5.041
Biomasa	N/A	N/A	N/A	N/A	3	136,4
Eólica	N/A	N/A	N/A	N/A	3	21,15
Solar	N/A	N/A	N/A	N/A	34	26,74
Biogas	N/A	N/A	N/A	N/A	2	6,50
Subtotal					113	5.232

Tabla 1: Fuentes de energía renovable en el Ecuador

Fuente: Ministerio de Energía y Recursos Renovables

El procesamiento de mostaza es un producto progresivo, reversible y reversible, constantemente renovado, regenerado, renovado y regenerado, con potencial para convertirse en importador de combustibles y derivados del petróleo [5].

2.3 Energía Solar y sus elementos

2.3.1 Energía solar

El Sol es un reactor de fusión que se considera una fuente inagotable de energía, y ha sido fundamental para que la humanidad satisfaga sus necesidades energéticas básicas. Es de vital importancia para la existencia humana en la Tierra y continuará proporcionándonos energía durante un tiempo que, para nuestros propósitos, es indefinido. Las plantas son las únicas que pueden convertir la energía solar en formas de combustible y alimento [6].

La energía solar es la radiación electromagnética emitida por el sol que llega a la superficie terrestre. Esta radiación se puede convertir en electricidad mediante el uso de paneles fotovoltaicos [4].

Los tipos de técnicas actuales para producir energía eléctrica a partir de la radiación solar son [4]:

- **Fotovoltaica:** Transformar la radiación solar en energía eléctrica por medio del uso de paneles solares.
- **Termoeléctrica:** Convierte indirectamente el calor en electricidad.

2.3.2 Radiación ultra violeta solar

Tanto la energía solar como la energía solar son pilares de los campos electromagnéticos y electromagnéticos, y las propiedades de los rayos infrarrojos y ultravioleta son las mismas. Se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2) y se denomina irradiancia o radiación, según las unidades correspondientes [7].

La distribución de la radiación solar que llega a la superficie terrestre depende de la latitud geográfica, así como del día y la época del año. La constante solar tiene un valor de $1368 \pm 0{,}65$ W/m^2 y se considera constante. No obstante, esta radiación puede ser absorbida al atravesar la atmósfera terrestre.

En general, el ozono absorbe la radiactividad ultravioleta, mientras que el vapor de agua y el dióxido de carbono absorben la radiactividad visible e infrarroja [8].

La radiación normal directa (DNI) es aquella que atraviesa la atmósfera sin interactuar con ella. La radiación horizontal difusa (DHI), por otro lado, es radiación dispersada por la atmósfera o reflejada por la superficie terrestre [8].

La suma de estas dos componentes se conoce como irradiación global horizontal (GHI), y su relación está representada por la ecuación 1 [8].

$$GHI = DHI + DNI \times cos\theta$$

Ecuación 1: Radiación global

La Figura 3 muestra el índice general de radiación solar para Ecuador.

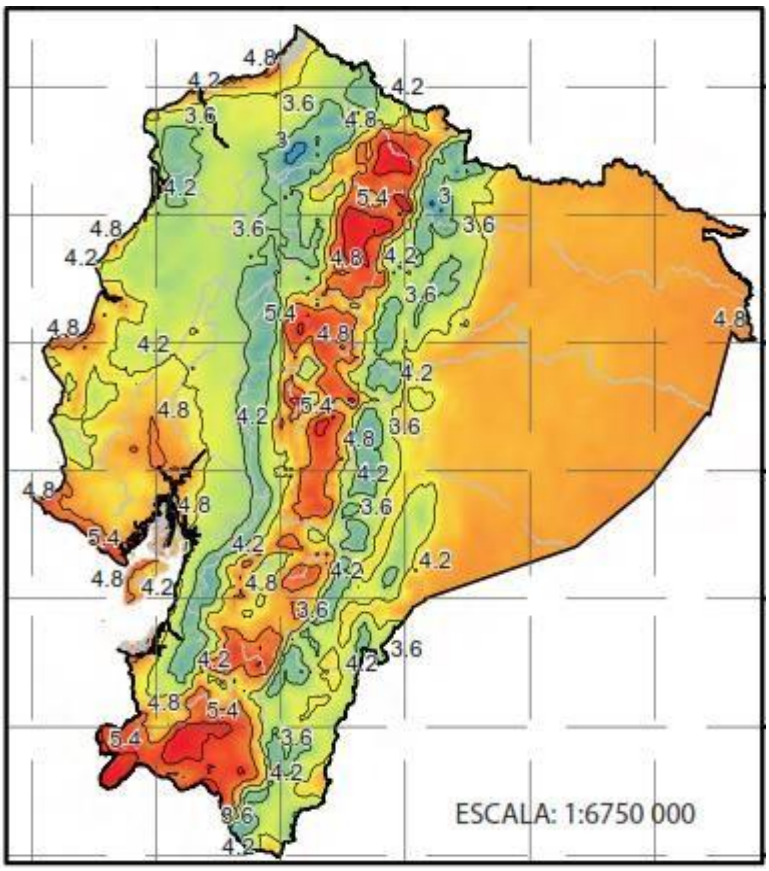


Figura 3: Irradiación solar Global GHI

Fuente: Mapa solar del Ecuador 2019

2.3.3 Tipos de radiación solar

Los tres componentes de la radiación solar—directa, difusa y global—dependen de cómo se reduce la radiación al llegar a la superficie de la Tierra [7].

Radiación solar directa: Es la radiación que proviene directamente del sol y llega a la superficie de la atmósfera en una dirección constante durante todo el año [7].

Radiación solar difusa: Es la porción de radiación solar que se dispersa por colisiones con partículas y moléculas presentes en el aire a su paso por la atmósfera. Proviene de todas

las direcciones del cielo visible desde la superficie de la Tierra, no tiene dirección y puede considerarse distribuida uniformemente en la mitad de la esfera celeste. [7]

Radiación total: la suma de la radiación directa y la radiación difusa. A medida que la radiación solar atraviesa la atmósfera, sufre un proceso de extinción: es reflejada por las nubes y enviada de regreso al espacio, y es absorbida por el vapor de agua y las partículas en suspensión.

Cuando llegan al suelo, especialmente los fotones de alta energía, provocan el color azul del cielo y los reflejos de la superficie terrestre, como se muestra en esta figura. [7].

2.3.4 Irradiación

Esto es lo que hay que hacer en el futuro, esto es lo que hay que hacer en el futuro. Es la cosa más bella del mundo, es la cosa más bella del mundo, es la cosa más bella del mundo. Lo más bello del mundo, es el lugar más bello del mundo. [9]

2.3.5 Energía Solar Fotovoltaica

La energía que proviene del sol y llega a la tierra en forma de luz solar tiene componentes tanto visibles como invisibles. Esta energía se transmite a través de ondas electromagnéticas presentes en los rayos del sol. [9]

Una instalación fotovoltaica utiliza módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica. Estos dispositivos emplean el efecto fotoeléctrico para convertir la radiación solar en electricidad. [10]

La luz está compuesta por fotones de distintas energías, los cuales tienen diferentes longitudes de onda dentro del espectro de radiación. Las células fotovoltaicas convierten la energía de los fotones absorbidos en electrones a través de los átomos individuales de la célula. [10]

Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la radiación solar transfieren su energía a los electrones del semiconductor, permitiéndoles viajar a través del sólido. Algunos de estos electrones son liberados del material semiconductor del sistema fotovoltaico, lo que genera una corriente eléctrica en el circuito externo. [10].

En su artículo “Estudio de viabilidad: Implementación de Paneles Fotovoltaicos”, Rodríguez García señala que la energía solar fotovoltaica representa sólo el 0,001% del suministro eléctrico mundial y que se espera que su implementación aumente debido al avance tecnológico y al deterioro de la calidad ambiental. crecerá rápidamente. en las escuelas de los países desarrollados. [10] Según el ARCONEL, las fuentes fotovoltaicas en Ecuador generaron una cantidad nominal de energía eléctrica del 0.33%. [11]Características de los sistemas fotovoltaicos

La mayoría de las instalaciones fotovoltaicas se utilizan para paneles solares en tejados o para aplicaciones técnicas en zonas remotas, como las bombas de agua utilizadas con este tipo de sistemas. Con la proliferación de las tecnologías solares, está emergiendo una tendencia hacia sistemas de energía descentralizados. [11]

Las características fundamentales de la instalación de energía fotovoltaica son [11]:

- Vida útil con un aproximado de 30 años o más
- Disminución del mantenimiento
- Alta fiabilidad
- Modulares
- Funcionamiento silencioso
- Reduce la contaminación ambiental

2.3.5.2 Tipos de sistemas fotovoltaicos

Se pueden emplear diversas conexiones dentro del sistema solar fotovoltaico, a continuación, se presentan:

Sistemas aislados de red

Los sistemas aislados son soluciones diseñadas para producir electricidad a partir de fuentes renovables. Su aplicación es necesaria en lugares donde el suministro eléctrico es de mala calidad o en lugares aislados donde ni siquiera existe dicho suministro. [12]

Sin embargo, la instalación fotovoltaica aislada de la red de distribución se compone de una serie de elementos, debidamente ensamblados e interconectados, que hacen que el sistema sea capaz de entregar toda la corriente. Estos componentes son básicamente [12]:

- Paneles solares.
- Regulador.
- Baterías.
- Inversor.
- Protecciones C.C y A.C

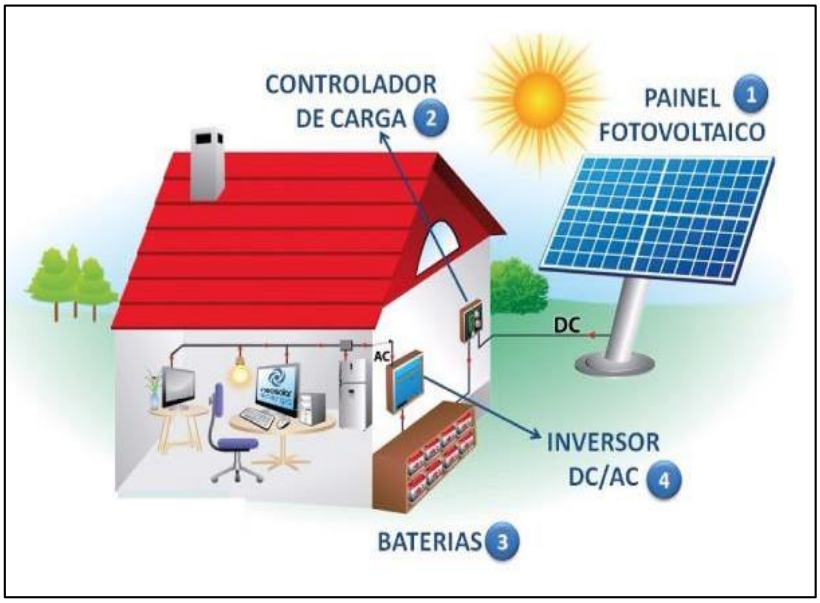


Figura 4: Sistemas aislados de red

Fuente: Energía Renovable VFM

Sistemas de bombeo solar

El sistema de bomba solar es una solución conveniente para reemplazar la fuente de energía tradicional (generador o red eléctrica) de la bomba con un sistema fotovoltaico [12].

La ventaja en la que sobresale un sistema fotovoltaico convencional es la presencia de un tanque o tanque que actúa como un panel solar. Es el responsable de

la acumulación de agua y así podemos prescindir de ella en la instalación fotovoltaica con el ahorro que supone [12].

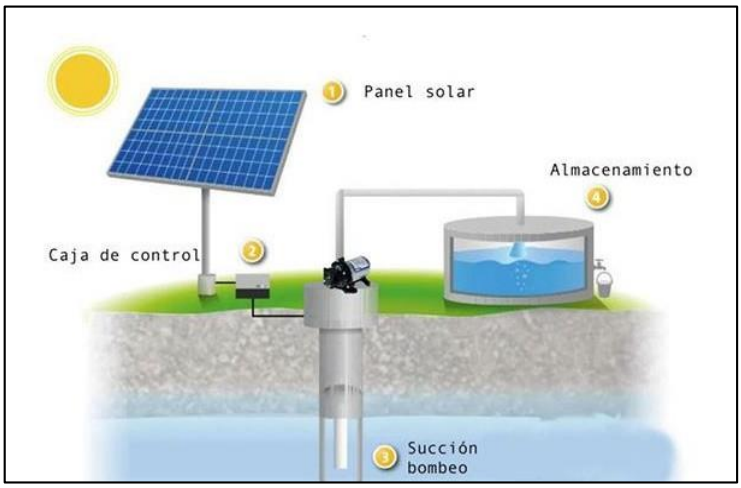


Figura 5: Sistema de bombeo solar

Fuente: Energía Renovable VFM

Sistema de autoconsumo

Los consumidores de automóviles son sociables, nuestros trabajos son eléctricos, nuestras casas son eléctricas, nuestras casas están limpias, nuestras casas están limpias, nuestras casas están renovadas, nuestras casas están renovadas, nuestra casa renovada, nuestra casa renovada, nuestra casa inflada, nuestra casa hinchada casa [12].

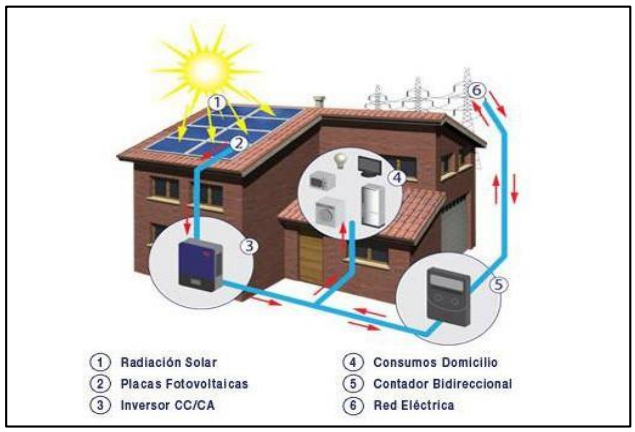


Figura 6: Sistema de autoconsumo

Fuente: Energía Renovable VFM

Sistemas fotovoltaicos de conexión a red

Una instalación fotovoltaica que se conecta a la red se puede definir como una planta de energía cuya fuente de energía es el sol. Toda la energía generada por la instalación se inyectará en el circuito de la empresa eléctrica, que está obligada a recoger dicha energía, de tal forma que el sistema fotovoltaico es una inversión. [12]

En la mayoría de los casos, los propietarios son simples inversores, por lo que la gestión de las instalaciones fotovoltaicas debe dejarse en manos de un profesional. Si se dice que la instalación está integrada en un jardín solar, también se debe gestionar la propiedad de los elementos comunes. [12]

Figura 7: Sistema fotovoltaico de conexión a red

Fuente: Energía Renovable VFM

2.2.5 Panel Solar Fotovoltaico

Los equipos solares se utilizan en instalaciones solares térmicas cuya actividad principal es el calentamiento o calentamiento de agua. [13]

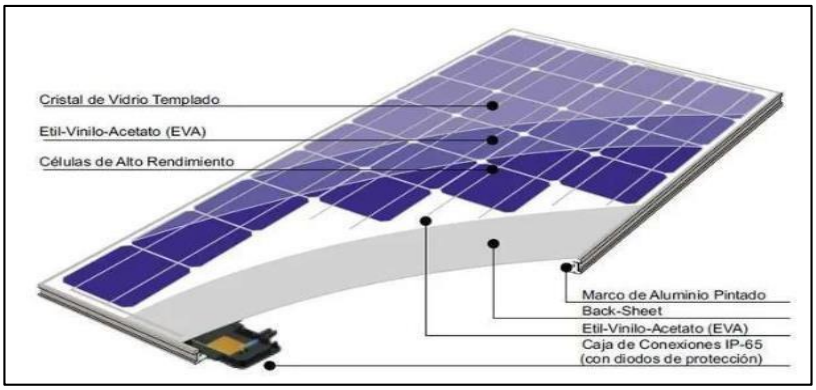


Figura 8: Panel Solar

Fuente: Sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para la Comuna Masa 2, Golfo de Guayaquil

2.2.6 Células Fotovoltaicas

Para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico, los paneles o módulos solares utilizan células fotovoltaicas fabricadas con materiales semiconductores para crear un campo eléctrico artificial. El semiconductor más común es el silicio, ya que aproximadamente el 60% del núcleo de la Tierra está hecho de silicio, lo que lo convierte en un material ideal para fabricar células solares [11].

Algunos materiales semiconductores absorben más energía luminosa que otros; esta propiedad se mide mediante un coeficiente en centímetros y depende de la longitud de onda. La Figura 4 muestra los valores del coeficiente de absorción para varios materiales en función de la longitud de onda [11].

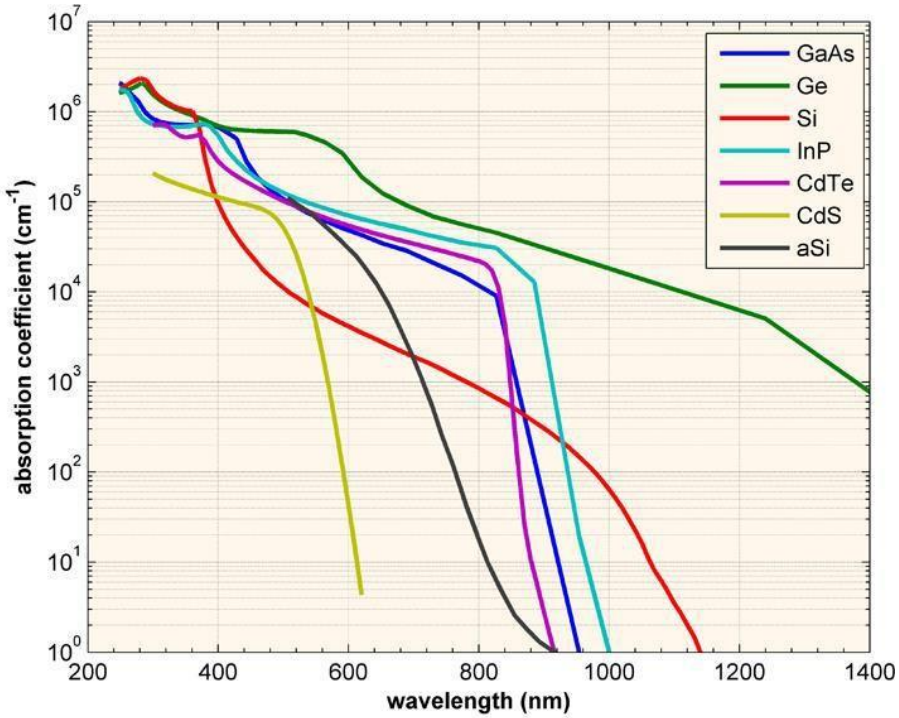


Figura 9: Coeficiente de absorción de materiales semi conductores

Fuente: viabilidad técnica y económica de instalar Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en entornos residenciales de la ciudad de Loja

En las células solares, el voltaje de corriente continua (CC) se genera mediante un proceso recientemente descrito. Las células solares cristalinas están compuestas por finas láminas de silicio, conocidas como obleas, con un espesor que oscila entre 0,20 mm y 0,30 mm. Es a través de estas células solares que se crea el efecto fotovoltaico real en estas unidades relativamente pequeñas [11].

El voltaje, o diferencia de potencial, generado en una célula solar depende del material semiconductor utilizado; en el caso del silicio, es de aproximadamente 0,6 voltios (V). Para aprovechar esta diferencia de potencial al máximo, es necesario conectar varias células en serie. En la figura 5 se muestra el diagrama de circuito equivalente de una célula solar.

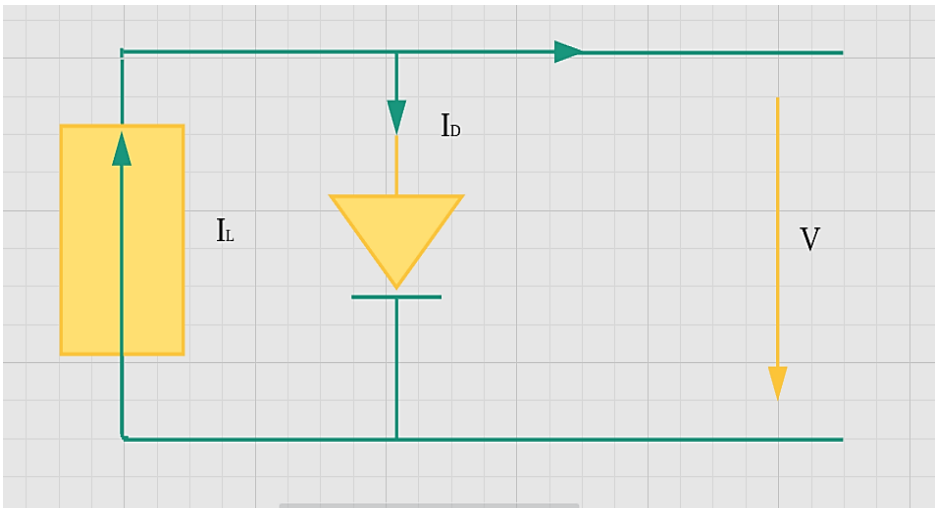


Figura 10: Diagrama eléctrico de la celda solar

Fuente: viabilidad técnica y económica de instalar Sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en entornos residenciales de la ciudad de Loja.

2.2.7 Efecto Fotovoltaico

El proceso que realiza una célula fotovoltaica en relación con el sol, se conoce como "efecto fotovoltaico". En cuyo proceso, la célula fotovoltaica convierte la energía luminosa en energía eléctrica absorbiendo fotones o espectro del sol [13].

2.3 Estructura de un panel solar fotovoltaico

2.3.1 Acometida Eléctrica

Es el fragmento de la instalación eléctrica que se extiende a partir de la red pública de repartición hasta el local del usuario y comprende los siguientes elementos [14]:

- Ductos
- Punto de alimentación
- Conductores

- Tablero general

- Interruptor

- Armario de medidores.

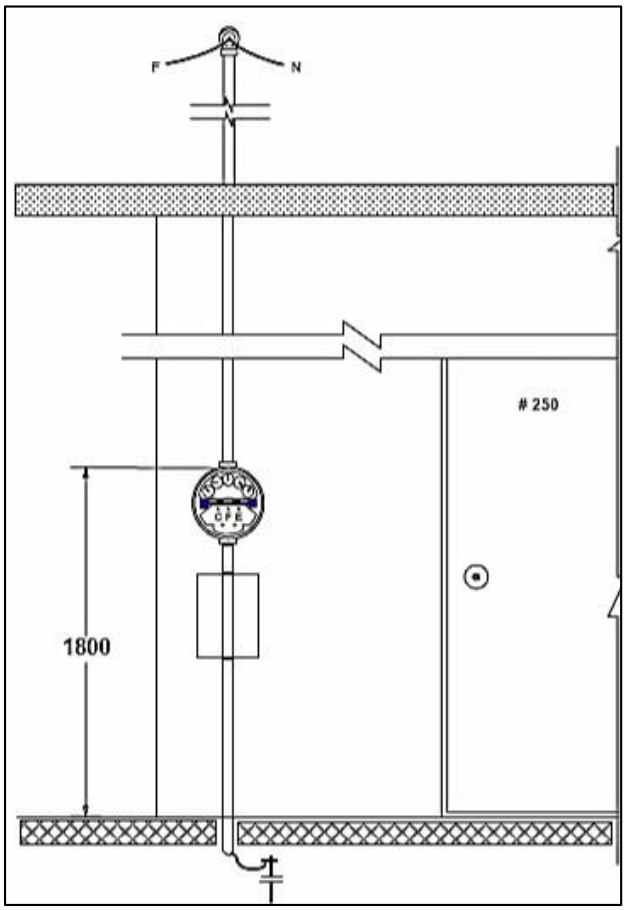


Figura 11: Acometida eléctrica

Fuentes: Generación y distribución de electricidad

2.3.2 Batería RITAR 12100

Una batería es un dispositivo común para almacenar energía en forma electroquímica y se utilice ampliamente para una variedad de usos.

Una batería funciona se basa como una celda electroquímica con un ánodo, un cátodo, y un conductor para conectar el circuito eléctrico [15].

La serie RT es la batería elegida para este proyecto, ya que ofrece una alta consistencia que garantiza un mejor rendimiento y una vida útil de respaldo confiable. Es adecuado para aplicaciones UPS/EPS, equipos médicos, iluminación de emergencia y sistemas de seguridad [16].

Figura 12: Batería RT 12180

Fuente: Catalogo RITAR RT121280

2.3.3 Inversor Phoenix

El dispositivo funciona como un convertidor (AC-DC) que transforma corriente continua en corriente alterna; puede ser trifásico e incluso bidireccional. Además de convertir corriente, gestiona el valor efectivo de la tensión de salida y realiza modulación, aumentando así la eficiencia armónica de la carga y del propio dispositivo [17].

En un inversor, la conversión de CC a CA cambia la dirección de la corriente en cualquier dirección. Se necesitan 100 segundos para cambiar a la frecuencia deseada, en este caso 50 Hz, que es cómo funcionan la mayoría de los convertidores [17].

La característica de los inversores Phoenix son [18]:

- Fiabilidad probada
- Potencia elevada de arranque
- Modo ECO
- Interruptor remoto on/off
- Diagnostico led
- Disponible para diversos tipos de toma corrientes
- Conmutador de trasferencia automática

Figura 13: Inversor Phoenix 250

Fuente: Catalogo Inversores Phoenix

2.3.4 Controlador de carga BlueSolar MPPT 75/15

Un regulador de corriente, también llamado controlador de carga, es un dispositivo electrónico diseñado para cumplir dos funciones principales: proteger la batería de ciclo profundo contra la sobrecarga de los paneles solares y regular la corriente continua. Algunos de los reguladores o controladores de carga más avanzados en la actualidad también pueden incluir funciones de monitoreo remoto del sistema solar desde cualquier lugar. [19]

Entre las características del controlador están [20]:

- Salidas de carga
- Seguimiento instantáneo del punto máximo de potencia

- Algoritmo programable para cargar la batería
- Opciones de datos en pantalla en tiempo real
- Gestión inteligente de la batería

Figura 14: Controlador de carga MPTT 75/15

Fuente: Catalogo Controlador de carga BlueSolar MPTT 75/10 y MPPT 75/15.

2.3.5 Software Pvsyst photovoltaic

La aplicación PVSYST facilita el dimensionamiento eficiente y óptimo de sistemas fotovoltaicos. Es una herramienta que permite modelar sistemas fotovoltaicos a través de estudios integrales, análisis dimensionales y minería de datos. El programa puede determinar el tamaño de la instalación en función de la radiación solar recibida en su ubicación, permitiendo el diseño 3D y el seguimiento del movimiento del sol en el tiempo mediante simulaciones visuales [21].

Para la selección de paneles fotovoltaicos, el simulador ofrece un catálogo de componentes de diversos tipos y características, incluida la selección de las especificaciones de tensión y corriente requeridas. Para elegir un inversor, el programa también tiene una categoría que se puede utilizar en función de la frecuencia deseada [21].

Otra función que podemos utilizar es el diseño del cableado para los paneles fotovoltaicos; estos cables pueden conectarse en serie o en paralelo. Además, la aplicación tiene la capacidad de mostrar el voltaje y la corriente en el sistema.

Cada cable [21].

2.4 Software PVGIS

El software PVGIS permite diseñar un sistema de soporte bien soportado para sistemas fotovoltaicos, así como proporcionar toda la información disponible, una base de datos desarrollada [22].

Dado que las bases de datos de radiación son esenciales para diseñar y diseñar adecuadamente los paneles solares fotovoltaicos, esta base de datos considera ciertos límites de los datos meteorológicos en todo el mundo, antes de que los climatólogos deban determinar su explotación. Las bases de datos GIS se han desarrollado utilizando diferentes tipos de radiación solar y sistemas de interpolación, entre otros GIS GRASS, que muestran diferentes áreas de datos en la atmósfera global y la producción de energía solar [22].

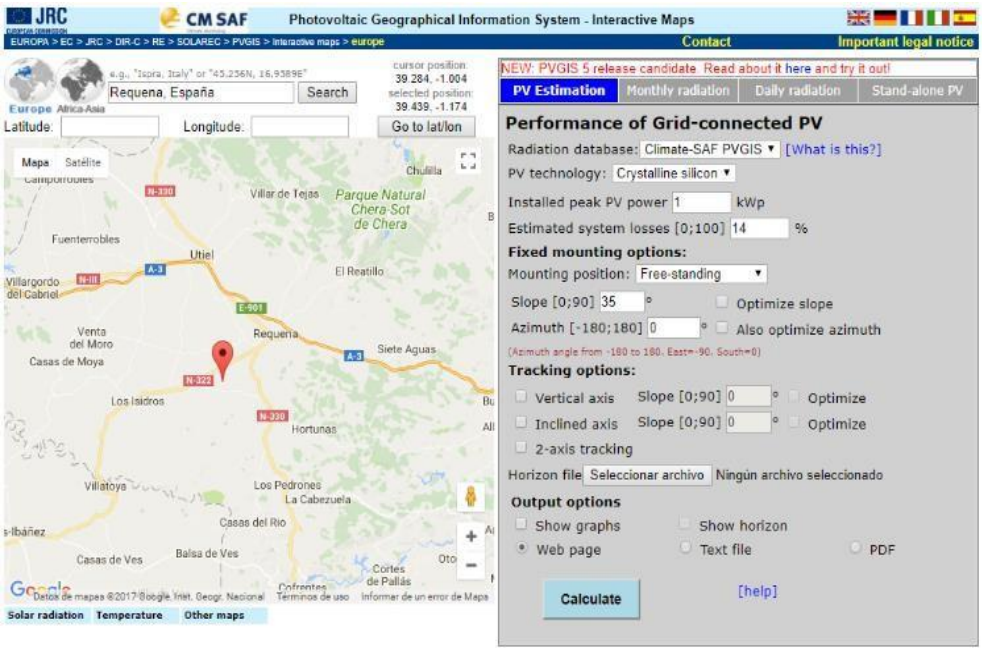


Figura 15: Software PVGIS

Fuente: PVGIS para el cálculo de instalaciones fotovoltaicas

2.5 Factores Ambientales

Los seres humanos han vivido en este planeta durante 200.000 años, tiempo durante el cual la Tierra estuvo en su peor momento, con una población que se cuadruplicó con creces entre 1900 y 2000, de 1.600 millones a más de 6.000 millones. También hay aumentos anuales en el consumo de energía, extracción y consumo de minerales, transporte, consumo y producción de desechos, disposición de materiales, materiales, radiación, aguas residuales, genomas alterados, intercambio y tipos de desechos. [23]

La población mundial seguirá creciendo, obligando a las empresas a producir más, creando una mayor presión para utilizar los recursos naturales. Aprovechar, aumentar la capacidad productiva de las empresas, aumentar el uso de los recursos naturales y generar un mayor volumen de residuos contaminados para ser vertidos al medio ambiente. El uso excesivo y descontrolado de todos los recursos provoca graves daños al medio ambiente. [23]

2.6 Huella ecológica y de carbono

La huella ecológica, también conocida como HE es un indicador biofísico integrado de todos los efectos que la sociedad humana tiene sobre su entorno, generalmente un país, ciudad o región, tanto sobre los recursos necesarios como los desechos generados para la sostenibilidad de la sociedad. SE, En este sentido, es posible concebir que los sistemas económicos dependen de la biosfera. La idea original de SE es parte de una larga tradición de ecología de sistemas y estudio para determinar el área que una persona puede ocupar para sustentar las actividades. [24]

La Huella de Carbono (HC) es una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) emitidas por un individuo, organización, evento o producto. Debido a que es el de ms rápido crecimiento y el más abundante en porcentaje en la atmósfera de la Tierra, el cálculo incluye la recopilación de datos sobre el consumo directo e indirecto de materiales de entrada, energía y emisiones [25].

Figura 16: Efecto Invernadero

Fuente: Manual de aplicación de la huella de Carbono

3 CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Métodos del proyecto “MASA 2”

Para desarrollar el proyecto, se realizó la inspección de la vivienda donde se va a realizar la implementación del sistema fotovoltaico, el primer paso a realizar es el levantamiento de información del área en el cual se va a trabajar dentro de la comuna Masa 2.

La familia seleccionada cuenta con bajos ingresos económicos, por la actividad fluvial y pesca, mediante este medio la Universidad Politécnica Salesiana le brinda apoyo a la comunidad mediante la implementación de este proyecto para que puedan tener energía eléctrica dentro de sus hogares sin la necesidad de utilizar el generador eléctrico.

Con la crisis por causa del COVID-19 en el país, los moradores en los meses de cuarentena la comunidad enfrento una crisis económica a gran escala ya que no contaban con solvencia económica para el combustible que se utiliza en el generador y los motores de las lanchas que utilizan para realizar la actividad pesquera.

Figura 17: Vivienda de la Familia 1

Fuente: Autor

3.2 Datos de la vivienda

Dentro de la vivienda habita la Familia 1 que está compuesta por 4 personas, el Padre de 40 años, Madre de 35 años, hijos de 7 y 9 años, mediante el generador eléctrico de 2.2 Kw se suministra el servicio de energía.

Por medio del levantamiento de datos al revisar la condición de los circuitos internos de la vivienda se detallan la carga eléctrica y un estimado del consumo diario de energía en la tabla 2.

3.3.1 Estudio de carga

El estudio de carga por medio de la medición de parámetros permite calcular el estimado del consumo de energía dentro del área deseada.

3.3.2 Cálculo de la demanda del sistema

La segmentación de NEC, instalaciones y sistemas, así como las malas condiciones en términos de calidad y servicio, protegen la seguridad de las personas, los bienes de riesgos y peligros que pueden acarrear para la electricidad y, sobre todo, el futuro [26].

3.3.2.1 Consumo del circuito de iluminación

Se detalla el procesamiento de datos de la demanda esperada del circuito de iluminación.

$De: Demanda\ esperada$

$P_d: Potencia\ del\ equipo$

$N_d: Cantidad\ de\ equipos$

$t: Tiempo\ de\ uso$

$$De = P_d \times N_d \times t$$

Ecuación 2: Consumo esperado

Con los datos de la tabla 2 se calcula el consumo del circuito de la iluminación.

$$De = 9W \times 3\, focos \times 5\, h$$

$$De = 135\, Wh/dia$$

3.3.2.2 Consumo del circuito de tomacorriente

Se detalla el cálculo de la demanda esperada del circuito de tomacorriente.

$$De = 22W \times 2\, tc \times 5\, h$$

$$De = 220\, Wh/dia$$

3.3.2.3 Consumo del circuito de TV

Se detalla el cálculo del consumo del televisor.

$$De = 80W \times 1\, tv \times 4\, h$$

$$De = 320\, Wh/dia$$

3.3.2.4 Consumo del circuito de la licuadora

Se detalla el cálculo del consumo de la licuadora.

$$De = 100W \times 1\, licuadora \times 1\, h$$

$$De = 100\, Wh/dia$$

3.3 Planilla de los circuitos de carga

En la Tabla 3 se muestra una hoja de cálculo detallada que muestra las cargas que alimentarán el sistema solar fotovoltaico. Hoja de cálculo que muestra la potencia total de la casa y el requerimiento máximo de energía a suministrar.

Planilla de cargas del sistema eléctrico					
Circuito 120V				Demanda diaria	
Ítem	Descripción	Cantidad	P. Unidad (W)	Tiempo (h)	Energía (Wh/día)
1	Iluminación exterior	1	9	5	45
2	Iluminación Interior	1	9	5	45
3	Iluminación baño	1	9	5	45
4	Tomacorriente Sala	1	22	5	110
5	Tomacorriente Cocina	1	22	5	110
6	Televisor	1	80	4	320
7	Licuadora	1	100	1	100
Potencia total					1240 W
Demanda Máxima de energía diaria					775 Wh/día

Tabla 3: Planilla de Cargas del sistema eléctrico en la vivienda

Fuente: Autor

3.4 Plano Arquitectónico de la vivienda

En este apartado se presenta la planta de la casa, detallando las zonas interiores donde se utilizará el sistema fotovoltaico para proporcionar energía. Los detalles del plan se proporcionan en el Anexo 5.

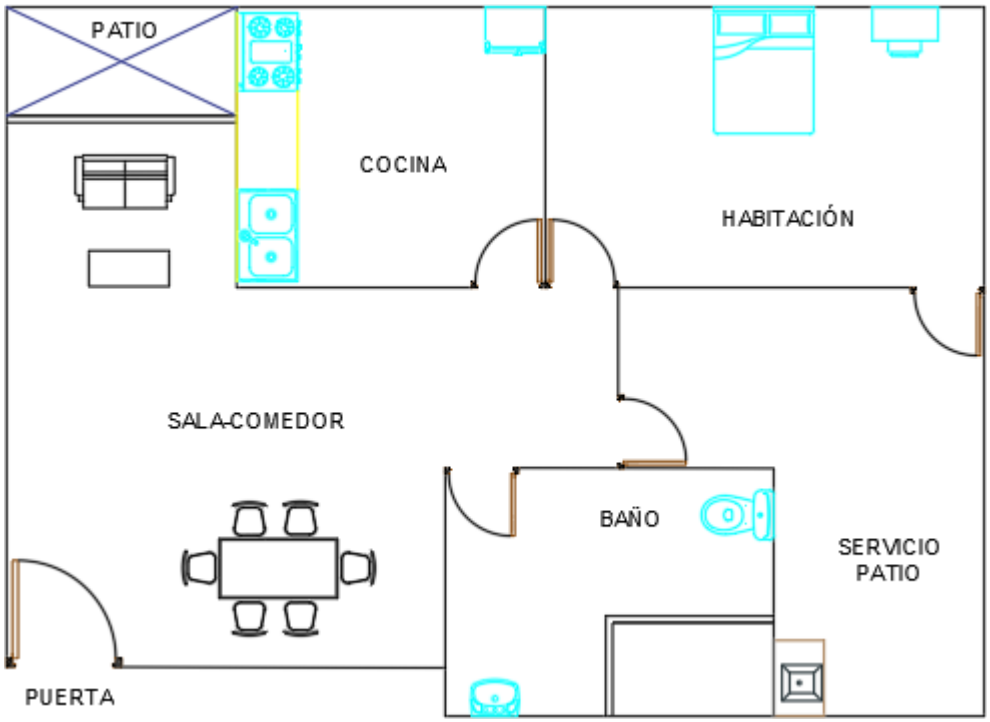


Figura 18: Plano arquitectónico de la vivienda

Fuente: Autor

3.5 Planimetría del diseño del sistema solar fotovoltaico

Para desarrollar un sistema fotovoltaico se deben realizar los siguientes cálculos para dimensionar correctamente cada componente:

- Angulo de inclinación
- Dimensiones del panel fotovoltaico
- Cálculo del banco de baterías
- Cálculo del inversor

3.5.1 Angulo de inclinación

Para calcular la pendiente del panel solar, utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\beta opt = 3{,}7 + 0{,}69|\theta|$$

Siendo,

θ: Latitud del lugar

Ecuación 3: Angulo de inclinación

$$\beta opt = 3{,}7 + 0{,}69|2.0798|$$
$$\beta opt = 3{,}7 + 1{,}43$$
$$\beta opt = 5{,}13°$$

Para valores menores a 15 ° se utiliza este valor como ángulo de inclinación.

3.5.2 Demanda total del sistema

Para reportar el consumo absoluto de energía de un proceso de un sistema fotovoltaico se debe tomar en cuenta la eficiencia del equipo, luego se debe tomar en cuenta la siguiente ecuación:

$$L_{at} = \frac{L_{cc}}{N_b} + \frac{L_{ca}}{N_{bat} \times N_i} \quad (1)$$

ecuación 4: Ambiente activo diario

Siendo;

N_{bat}: $Rendimiendo\ de\ la\ bateria$

L_{ca}: $Energia\ diaria\ consumida\ en\ c.a$

N_{inv}: $Beneficio\ del\ inversor$

L_{cc}: $Energia\ diaria\ consumida\ en\ c.c$

Colocando como eficiencia el 95 % en los equipos se obtiene como ambiente activo:

$$= \frac{0}{0{,}90} + \frac{775\ \mathrm{Wh/dia}}{0{,}90 * \ 0{,}90} * (1)$$

$$\mathrm{D} = 956{,}79\ \mathrm{W/h}$$

3.5.3 Cálculo del banco de baterías

Para un sistema de batería, se debe implementar la siguiente ecuación:

$$C_{sb} = \frac{E_{cm} \times Daut}{V_{sb} \times M_{pd}}$$

Siendo,

Ecuación 5: Capacidad del sistema de batería

E_{cm}: $Consumo\ maximo\ de\ energia$

M_{pd}: $Descarga\ maxima\ de\ fondo$

V_{sb}: $Voltaje\ del\ sistema\ de\ baterias$

Con los siguientes datos se obtiene la capacidad del sistema:

$$C_{sb} = \frac{1.259wh \times 3das}{12Vdc \times 70\%}$$

$$C_{sb} = 449{,}64\ Ah$$

La cantidad de baterías que se van a utilizar conectadas en serie para el sistema solar de la vivienda, se la calcula de la siguiente manera.

$$V_{sb} = N_s \times V_b$$

Siendo,

Ecuación 6: Voltaje del sistema de batería

V_b: $Voltaje\ de\ la\ bateria$

N_s: $Baterias\ en\ serie$

Se calcula el total de las baterías en serie de la siguiente forma:

$$N_s = \frac{1}{V_b}$$

V_bEcuación 7: Baterías en serie

$$N_s = \frac{24}{12}$$

$$N_s = 2$$

3.5.4 Cálculo del inversor

Para averiguar el costo del inversor, la potencia máxima debe considerarse como una parte calculada de la placa de identificación del módulo fotovoltaico.

Siendo,

P_t: $Potencia\ total$

$$P_P = 1{,}25\ x\ (P_t\ )$$

Ecuación 8: Potencia pico

$$P_P = 1{,}25\ x\ (107{,}69)$$

$$P_P = 129{,}228\ W$$

La potencia pico que consumirá el inversor está dentro del rango y funcionará con toda normalidad, para encontrar el número de módulos fotovoltaicos en serie, se va a utilizar la siguiente ecuación:

$$N_s = \frac{V}{mpp}$$

Siendo,

Ecuación 9: Unidades en serie

V_{sb}: $Voltaje\ del\ sistema\ de\ la\ bateria$

V_{mpp} : $Voltaje\ de\ MPP\ del\ modulo$

$$N_s = \frac{24}{32{,}3V}$$

$$N_s = 0{,}47$$

$$N_s = 1$$

3.5.5 Inclinación

Cuando hablemos de la orientación, consideraremos que la posición del panel es para proporcionarla por el lateral. Al observar la configuración del módulo, se concluye que el módulo fotovoltaico dependerá del ecuador para ser utilizado individualmente para energía solar sin mucho desperdicio, lo que hace que este proceso sea lo mejor posible. [27]

3.5.6 Dimensionamiento del panel fotovoltaico

Hallar el número de paneles solares que se van a utilizar en la instalación, se utiliza la siguiente formula:

$$E_{cm} = 1{,}2 * c$$

Ecuación 10: Energía de consumo máximo

Siendo,

$C : Consumo$

$$Ecm = 1{,}2 * 775$$

$$Ecm = 930\ W/h$$

Se calcula la potencia nominal realizando el despeje de la ecuación 11.

$$E = Pn\ \times t \times Pr$$

Ecuación 11: Energía

Siendo,

$T : Temperatura\ del\ sol$

P_r: $Eficiencia\ del\ sistema$

P_n: $Potencia\ nominal$

Considerando que la temperatura del sol es:

$$T = \frac{51{,}400}{1000}$$

$$T = 51{,}4$$

$$Pn = \frac{1224\ wh}{51{,}4\ \times\ 0{,}168}$$

$$Pn = 141{,}74\ W$$

Con la potencia nominal se puede considerar que la potencia pico es:

$$Pp = 1{,}2\ \times 141{,}74$$

$$Pp = 170{,}09\ W$$

Con los cálculos antes detallados, se define el número de módulos para el panel resolviendo la ecuación 12.

$$N = \frac{Pp}{P_{mod}}$$

Siendo,

P_{mod}: $Potencia\ del\ modulo\ fotovoltaico$

N : $Unidades\ fotovoltaicas$

$$N = \frac{170{,}09}{1{,}25 \times 51{,}4}$$

$$N = 5{,}5 \approx 6\ Unidades\ fotovoltaica$$

3.6 Estructura del circuito para la vivienda Masa 2

En la tabla 4 se muestran todos los datos que se determinaron en base a los cálculos correspondientes para el sistema.

c

CIRCUITO DE LA VIVIENDA MASA 2								
Circuito de cargas de 120 Vac								
Bloque	Circuito					cargo		Servicio
Total datos	Sección	Denominación	Cifra	Vat. U	Vat. T	jornadas	W/H	
Vatios Instalados en AC	1.	Tomacorriente	2	22	44	5	220	Cargadores
	2.	Iluminación instalada	3	20	60	5	300	Alumbrado Interno y externo
	3.	Licuadora	1	100	100	1	100	Alimentos
	4.	Televisor	1	80	80	5	400	Entretenimiento
Cálculos del método Fotovoltaico								
Consumo en corriente directa							0	W/h
Consumo en corriente alterna							1.020	W/h
Rendimiento del inversor							0,85	%
Rendimiento de la Batería							0,85	%
Capacidad de la batería del sistema							449,64	A/h
Medio total consumido							1.259,25	W/h
Radiación solar							51.400	Wh/m^2
Voltaje de Batería							12	V
Voltaje de inversor							1,065	W
Voltaje de la Unidad solar							35,42	V

Tabla 4: Dato del circuito de la vivienda en Masa 2

Fuente: Autor

3.7 Implementación del sistema fotovoltaico

Dentro de esta sección se detalla la construcción y la instalación de los equipos en la vivienda para ponerlo en funcionamiento el proyecto.

3.7.1 Estructura del soporte metálico

Para la instalación de cada componente del sistema, luego de elegir el área de trabajo, se procede a crear una estructura metálica que va a ser el soporte en el cual se colocara el panel solar.

El hierro fue elegido el metal duro más utilizado en la industria de la construcción para crear el soporte metálico.

El tubo de hierro con medidas de 3” de diámetro y 1,2mm de espesor, se debe fundir en la base por ellos se realizó la excavación de 40 cm de largo y 40 cm de ancho dentro del área.

En la figura 19 se muestra el primero punto que es el proceso de excavación del área en el cual se inserta el tubo metálico para ser fundido.

Figura 19: Excavación del área

Fuente: Autor

En la figura 20, se visualiza la colocación de la varilla o malla metálica dentro del área de excavación que va a hacer la base para la varilla de puesta a tierra de la instalación.

Figura 20: Instalación de la Malla metálica

Fuente: Autor

Se realiza la fundición del material de concreto con el tubo de hierro para que se solidifique dentro del área como se visualiza en la figura 21.

Figura 21: Fundición del soporte

Fuente: Autor

ara finalizar como ultimo puto se presenta la estructura metálica con la capacidad de soportar el panel fotovoltaico para la instalación del sistema, como se muestra en la figura 22.

3.7.2 Instalación de la varilla puesta tierra

El sistema de puesta a tierra conecta la tierra a los componentes conductores del circuito para dispersar la corriente de tierra y garantizar la seguridad personal y la protección del equipo. [28]

Para el sistema de puesta a tierra se instalaron varillas de cobre de 5/8 de pulgada de diámetro como medio de protección de los equipos dentro de la estructura metálica.

La figura 23 muestra la instalación de la varilla de puesta a tierra dentro del área donde se encuentra la estructura metálica..

Figura 23: Varilla de puesta a tierra

Fuente: Autor

3.7.3 Montaje del Panel Solar fotovoltaico

Para colocar el panel solar se diseñó un soporte que va en la parte superior de la estructura metálica con medidas que se ajustan a las medidas del panel solar de fábrica.

Las medidas del soporte son 2m de largo, 1m de ancho y 3cm de espesor para el soporte metálico las piezas fueron soldadas y atornilladas a la estructura metálica base.

En la figura 24 se presente la estructura que se va usar como soporte.

Figura 24: Soporte metálico para el panel solar

Fuente: Autor

Al tener toda la estructura metálica correctamente construida, se procede a realizar la instalación del panel solar fotovoltaico

Las dimensiones del panel solar fotovoltaico coinciden con la fabricación del soporte para el ajuste exacto de los dos, en la figura 25 se muestra el panel solar que se seleccionó para el proyecto.

Figura 25: Panel solar fotovoltaico

Fuente: Autor

Para la instalación del panel fotovoltaico se realizaron ajustes para sujetar el equipo en la

estructura y evitar que factores externos que provoquen movimiento como fuertes vientos o temblores cause un desplome del panel o el deterioro de la instalación.

En la figura 26 se puede visualizar la instalación del panel solar fotovoltaico dentro del área donde se sitúa la vivienda de la familia 1.

Figura 26: Instalación del panel solar fotovoltaico

Fuente: Autor

3.7.4 Estructura metálica para los equipos internos de la vivienda

Se realiza el diseño de la estructura metálica que contiene los dispositivos que se van a situar dentro de la vivienda que son:

- Batería
- Controlador
- Inversor

En este se sujetan en una lámina de aluminio el controlador e inversor y en el soporte se coloca la batería.

Se utilizan barras de metal que se funden para crear la estructura como se puede visualizar en la figura 27.

Figura 27: Soporte metálico

Fuente: Autor

3.7.5 Circuitos internos en la vivienda

Un circuito eléctrico básico consta de un grupo de componentes conectados correctamente, que permiten el flujo de corriente. [29]

Los componentes necesarios para un circuito eléctrico son [29]:

- Fuente de energía
- Conductor eléctrico
- Dispositivo de control
- Carga

Para realizar la instalación de los circuitos eléctricos dentro de la vivienda en la comuna Masa 2, se utilizaron los siguientes materiales:

- Tubería PVC
- Caja de montaje

- Interruptor
- Conductor eléctrico
- Luminarias
- Tomacorriente
- Sistema de protección

3.7.6 Tubería PVC

Se utiliza la tubería PVC como medio aislante para los conductores que dentro de la vivienda a los puntos de los circuitos de energía eléctrica.

Para la vivienda se utilizaron tubos de PVC de ½ pulgadas para uso pesado como se muestra en la figura 28.

Figura 28: Tubo de PVC

Fuente: Hidroequipos

3.7.7 Caja de montaje

Las cajas de montaje rectangulares se utilizan para asegurar enchufes e interruptores con tornillos y las cajas octogonales se utilizan como cajas de paso en las que se realizan conexiones de derivación o cadena. [30]

En la figura 29 se presentan las cajas de montaje que se utilizaron en el proyecto.

Figura 29: Caja de montaje

Fuente: Autor

3.7.8 Conductores

Los conductores son elementos que conducen corriente a la carga o dispositivos de control conectados entre sí, en los circuitos eléctricos, los conductores deben ser fáciles de identificar. Esta identificación se realiza por los colores que muestran sus aislados [30]:

- Fase: Rojo o azul
- Neutro: Blanco o negro
- Protección: Amarillo o verde

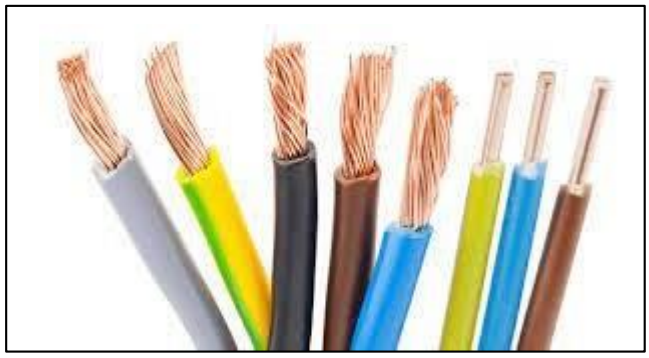


Figura 30: Conductores eléctricos

Fuente: Instalando un circuito eléctrico básico

3.7.9 Luminarias

Se utilizan para iluminar dentro de un espacio requerido, se utilizan focos ahorradores dentro de los circuitos de la vivienda.

Figura 31: Luminaria

Fuente: Autor

3.7.10 Interruptor

Cumple la función de interrumpir y liberar energía en los circuitos eléctricos y protege los conductores de montaje de sobrecargas y cortocircuitos [30]

Figura 32: Interruptor termomagnético

Fuente: Instalando un circuito eléctrico básico

3.7.11 Tomacorrientes

Los circuitos eléctricos alimentan los tomacorrientes para establecer una conexión de energía para los equipos que se conecten.

Figura 33: Tomacorriente

Fuente: Autor

3.7.12 Sistema de protección

Los sistemas de protección son encargados de proteger las instalaciones electicas de alguna falla por algún tipo de anomalía, para ello utilizan equipos que tienen esta capacidad. En las instalaciones residenciales se utilizan los breakers que protegen el circuito eléctrico de una sobre carga o cortocircuito, estos se colocan dentro del panel de distribución que está dentro de la residencia.

Figura 34: Panel de distribución

Fuente: Instalando un circuito eléctrico básico

4 CAPÍTULO IV: ANALISIS Y RESULTADOS

4.1 Resultados de la instalación dentro de la vivienda

Se realiza la descripción del sistema puesto en funcionamiento para evaluar la condición de la instalación dentro de la vivienda.

Para realizar la instalación del sistema se capacito a los integrantes del proyecto de Masa 2 acerca de los equipos que componen del sistema solar fotovoltaico y la configuración adecuada para hacer una instalación funcional. Para ello, se realizaron pruebas a los equipos para asegurar su correcto funcionamiento y rendimiento para su posterior instalación.

Las pruebas y revisión de los equipos con la ayuda del tutor del proyecto demostraron que los equipos se encuentran en correcto estado para ser utilizados.

Figura 35: Revisión de los equipos

Fuente: Autor

Los equipos (baterías, inversores, controladores) ubicados sobre soportes metálicos son cruciales ya que son los encargados de la conexión directa al cuadro eléctrico de la casa y están protegidos por interruptores termomagnéticos, la correcta instalación del equipo está pensado

para ser llevado al exterior. Conéctelo como alimentación principal como se muestra en la Figura 36.

Figura 37: Instalación de los equipos dentro de la vivienda

Fuente: Autor

Una vez concluida la instalación se realizó la conexión al panel de distribución y se realizaron pruebas a los circuitos eléctricos para verificar la correcta ejecución que evidencio de manera positiva el funcionamiento de toda la instalación como se presenta en la figura 37.

Figura 36: Funcionamiento del sistema

Fuente: Autor

Se realizo la instalación de los circuitos eléctricos dentro de la vivienda en total fueron tres circuitos:

- Iluminación interna: 2
- Iluminación externa: 1
- Tomacorriente: 2

Mediante las tuberías de PVC se realizó el cableado y conexión a las boquillas, interruptores y tomacorriente.

Figura 38: Instalación de los circuitos eléctricos dentro de la vivienda

Fuente: Autor

Para final se tiene un sistema funcional se señala en la figura 39, el cual va a ser utilizado por la familia 1 y brindarles energía eléctrica y que puedan hacer uso de equipos eléctricos y electrónicos para mejorar su calidad de vida, con ello se concluye la adecuada ejecución del proyecto de Masa 2 por parte de mi equipo.

Figura 39: Funcionamiento del circuito eléctrico

Fuente: Autor

4.2 Presupuesto

Se presenta en la tabla 5, el presupuesto de los equipos y materiales que se utilizaron en la implementación del sistema fotovoltaico.

Los equipos con un correcta revisión y mantenimiento preventivo pueden tener una vida útil hasta por 10 años, demostrando ser una buena inversión que coopera con el medio ambiente son explotar los recursos naturales y contribuir con la contaminación.

Tabla de presupuesto para el proyecto Masa 2				
Equipo o material	**Descripción**	**Cantidad**	**Costo Unitario**	**Costo Total**
Panel Solar	Panel Solar MD079 Gi Power GP-150P-36, 12Vdc nominal 150Wp	1	$ 400,00	$ 425,75
Bateria	Ritar Power DC12-150 12Vdc 150Ah@20horas (AGM), 12V, 150Ah	1	$ 300,00	$ 300,00

Inversor	Victron Energy Phoenix Inverter 12/250 120V VE. Direct NEMA 5-15R PIN122510500, 12V, 250 VA	1	$ 203,74	$ 203,74
Controlador	RD054 Regulador Victron Energy BlueSolar PWM-LCD&USB 12/24V-30A SCC010030050	1	$ 92,60	$ 92,60
Soporte metálico	Estructura panel Soporte de interior	2	$ 75,00	$ 150,00
Luminarias	Focos ahorradores	3	$ 4,00	$ 12,00
Tomacorriente	Tomacorriente 3 vias	2	$ 6,00	$ 12,00
Cable	Cable #14	30 m	$ 100,00	$ 100,00
TOTAL		$ 1.296,09		

Tabla 5: Presupuesto del proyecto Masa 2

Fuente: Autor

4.3 Resultados de la Tabulación de encuesta

Empleando un enfoque sistemático, se llevó a cabo una encuesta entre las familias que residen en la comunidad Masa 2. Esto dio como resultado gráficos estadísticos para cada una

PREGUNTA # 1		**¿Cuánto tiempo tiene viviendo en Masa 2?**
Alternativa	A	menos de 5 años
	B	6-10 años
	C	10-20 años
PREGUNTA # 2		¿De dónde obtiene usted sus ingresos?
Alternativa	A	Transporte
	B	Pesca
PREGUNTA # 3		**¿Tiene algún tipo de conocimiento sobre los paneles solares?**

de las preguntas realizadas. En la tabla 6 se presenta el listado de las preguntas incluidas en la encuesta.

Alternativa	A	Si
	B	No
PREGUNTA # 4		**¿Cómo mantiene iluminado los espacios de la casa?**
Alternativa	A	Velas
	B	Lámparas
PREGUNTA # 5		**¿Cómo prepara sus alimentos?**
Alternativa	A	Carbón y leña
	B	Cocina eléctrica
	C	Cocina a gas
PREGUNTA # 6		**¿Cuántas personas habitan dentro de la casa?**
Alternativa	A	3 personas
	B	4 personas
	C	mayor a 5 personas
PREGUNTA # 7		**¿Cómo conserva los alimentos?**
Alternativa	A	Hielera
	B	Refrigeradora
	C	Al ambiente
PREGUNTA # 8		**¿Está de acuerdo con la aportación de la Universidad politécnica Salesiana para la aplicación de energía renovable?**
Alternativa	A	Si
	B	No

Tabla 6: Preguntas para la tabulación de encuesta

Fuente: Autor

En base a las preguntas dieron diversas graficas mostrando el porcentaje de las

alternativas con ellos se busca obtener un extracto de la calidad de vida que tenían los habitantes de la comunidad Masa 2 sin el recurso de energía eléctrica, en total 68 personas respondieron la encuesta.

Pregunta #1

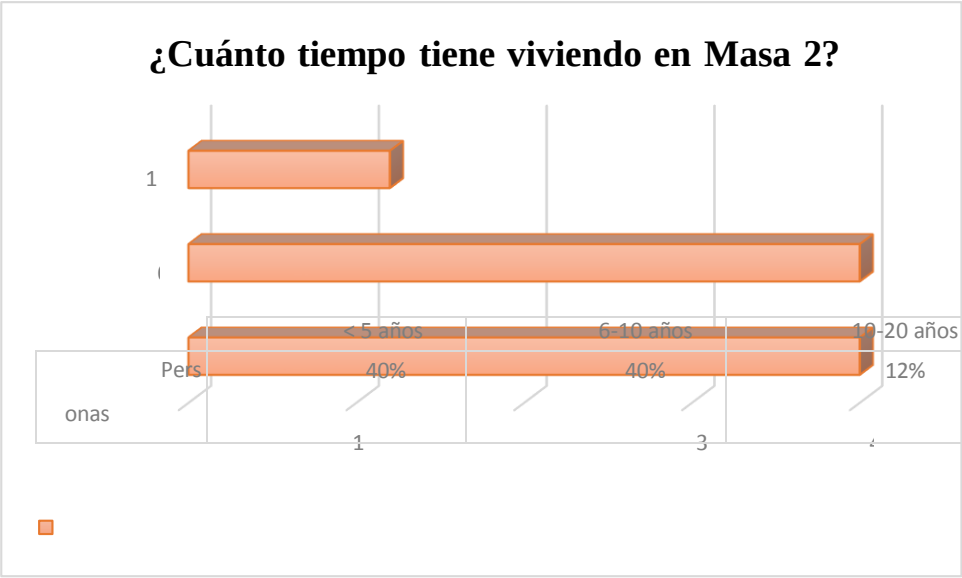


Gráfico estadístico 1 Pregunta #1

Fuente: Autor

El grafico muestra que la mayor migración de personas a la comunidad se dio a partir de 10 años atrás en adelante.

Pregunta #2:

La mayor fuente de ingresos para los habitantes es el transporte y casi a la par es la pesca por su ubicación geográfica.

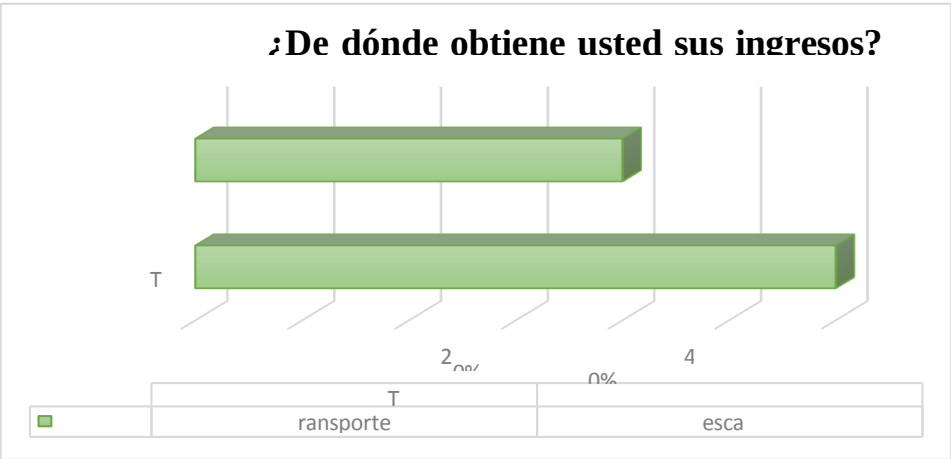


Gráfico estadístico 2 Pregunta #2

Fuente: Autor

Pregunta #3:

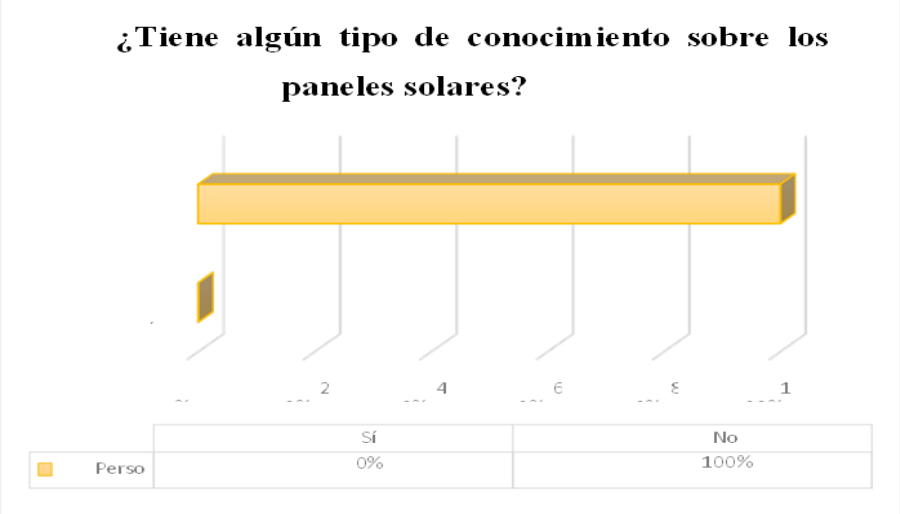


Gráfico estadístico 3 Pregunta #3

Fuente: Autor

El 100% de personas no tenía ningún conocimiento previo de los paneles solar para ser utilizados en las instalaciones solares fotovoltaicas.

Pregunta #4:

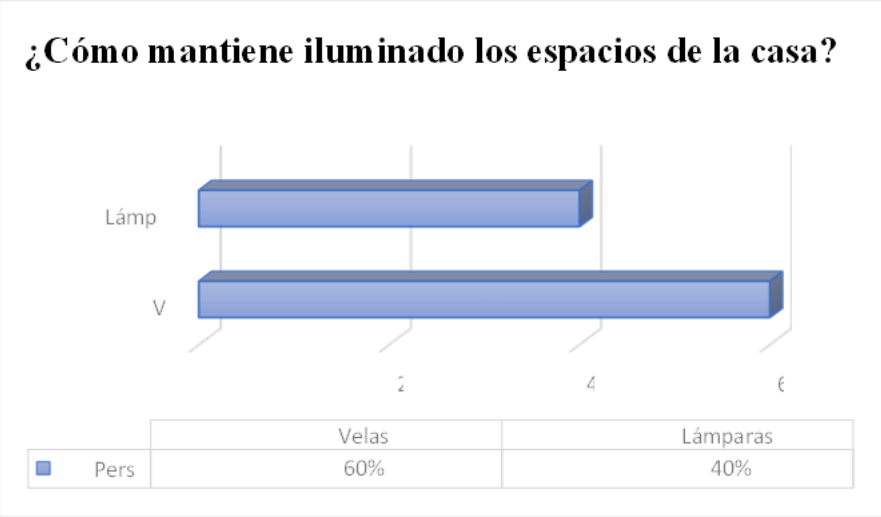


Gráfico estadístico 4 Pregunta #4

Fuente: Autor

El 60% de habitantes utilizaban velas como fuente de iluminación ya el 40% utilizaban lámparas hechas de combustible.

Pregunto #5

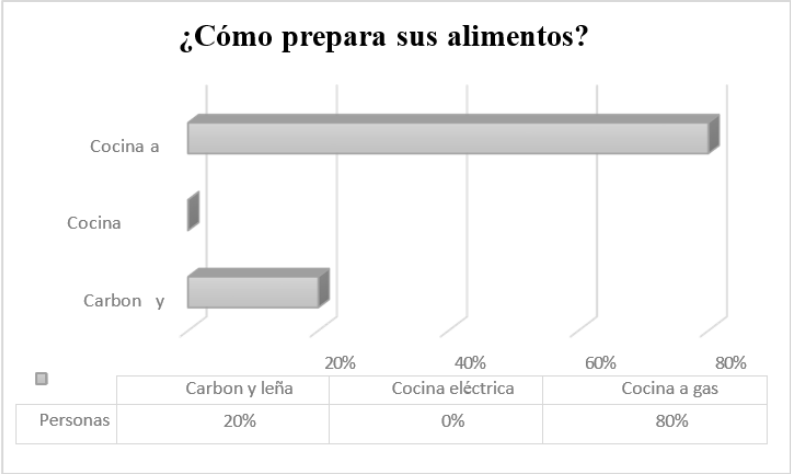


Gráfico estadístico 5 Pregunta #5

Fuente: Autor

El 80 % se los habitantes utilizan cocina a gas ya que al no poseer energía eléctrica no pueden hacer uso de hornillas con encendido eléctrico ni horno, solo estufas conectadas al tanque de gas, y el 20% que representa a las familias con sustento económico más bajo usan leña y carbón.

Pregunta #6:

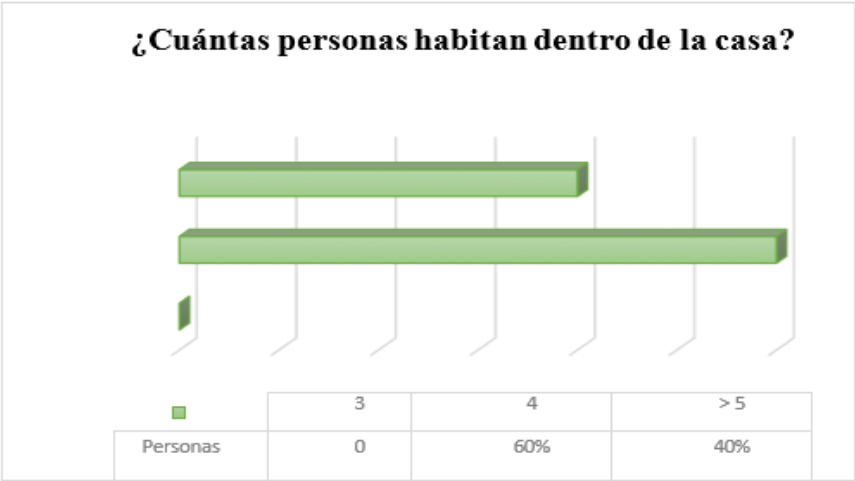


Gráfico estadístico 6 Pregunta #6

Fuente: Autor

Los habitantes dentro de la comuna masa 2 tiene un número considerable de personas habitando las viviendas considerando los pocos recursos que se tiene, con

esto nos ayuda para el índice de consumo de energía que se va a tener al tener funcionando el sistema.

Pregunta #7:

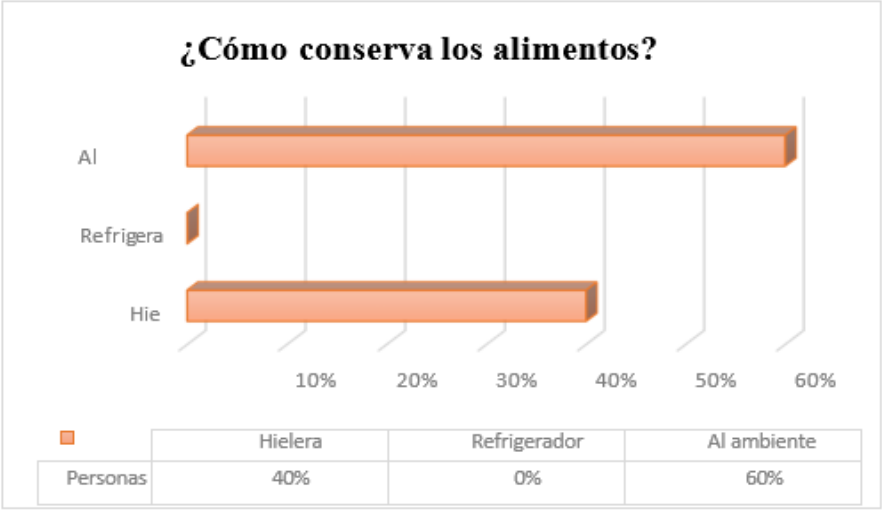


Gráfico estadístico 7 Pregunta #7

Fuente: Autor

El 60% de personas conservan sus alimentos al ambiente ya que se intenta utilizar alimentos no perecibles por las condiciones climáticas que pueden dañar los alimentos, el 40% utilizan hieleras con trozos de hielo dentro para conservar alimentos frescos.

Pregunta #8:

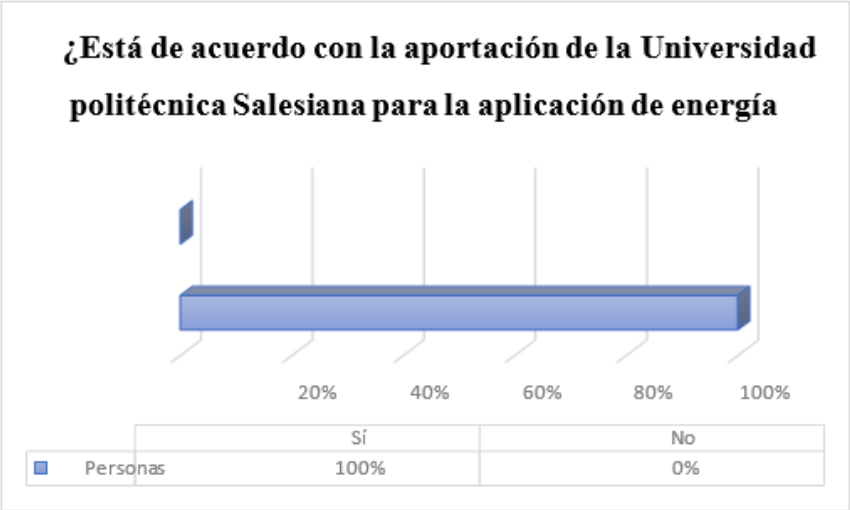


Gráfico estadístico 8 Pregunta #8

Fuente: Autor

Todos en la comunidad de Masa 2 se encontraron de acuerdo con aceptar la ayuda de la universidad Politécnica salesiana y así tener el recurso de energía eléctrica dentó de sus hogares para poder tener una mejor calidad de vida.

El análisis mediante tabulación de encuesta sirvió para tener una referencia de cuál era el estado dentro de la comunidad en cuanto a bienestar personal y recurso de energía eléctrica para el consumo diario.

4.4 Resultados del software PVGIS

El software PVGIS proporciona visualizar los sistemas de los módulos solares de distintas partes del mundo, así se utilizó este programa para mostrar el rendimiento del sistema fotovoltaico, en las herramientas del programa ingresando los parámetros de ajustes de localización y datos técnicos se realizó la simulación del sistema, da como resultado un gráfico de barras del rendimiento de energía en kW/h de un año, el resultado se muestra en la figura 40.

Figura 40: Rendimiento del sistema fotovoltaico proporcionado por PVGIS

Fuente: Autor

Se puede concluir que el sistema solar fotovoltaico instalado puede abastecer la demanda de la vivienda dentro de la comuna, el programa muestra la confiabilidad del sistema instalado por la producción de energía mensual.

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se recopilo información para realizar los cálculos adecuados para dimensionar la demanda del sistema de la vivienda.

- Se realizo un óptimo diseño para la implementación de todos los equipos eléctricos que conforman el sistema solar fotovoltaico.

- Mediante las diversas pruebas para poner en marcha el sistema se comprobó el correcto funcionamiento demostrando que el sistema tiene la capacidad de abastecer de energía eléctrica a las diversas cargas dentro de la vivienda.

- Se consiguió reducir el uso del generador eléctrico y la emisión del C_{O2} al ambiente, utilizando energía solar que cubre el consumo del sistema eléctrico dentro de la vivienda.

- El software PVGIS realizo el análisis del rendimiento de un sistema solar para la comparación del sistema desarrollado dentro de la comuna Masa 2.

- Se logro implementar el proyecto de la Universidad Politécnica Salesiana donde se desarrolló el sistema solar fotovoltaico para brindar el servició de energía en la comuna Masa 2.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar un estudio de la demanda dentro del área en donde se va a implementar el sistema fotovoltaico para poder cubrir el consumo de energía de los diversos circuitos y equipos dentro de la vivienda.

- Se aconseja a los habitantes de la vivienda no manipular la instalación eléctrica para evitar inconvenientes a futuro que puedan generar anomalías por algún tipo de fricción o contacto en el circuito residencial.

- Se recomienda planificar los mantenimientos correspondientes de los equipos que conforman el sistema fotovoltaico para maximizar el tiempo de vida útil y rendimiento de la máquina

- Se sugiere a los encargados del proyecto realizar inspecciones de los sistemas implementados en la comuna Masa 2 con el fin de mantener en buenas condiciones los equipos

BIBLIOGRAFIA

[1] M. Abad, “Elección de tecnologías de energía renovable para uso en ciudades intermedias, utilizando criterios de sostenibilidad, caso de estudio, Cuenca-Ecuador,” 2017.

[2] CNEL EP, “Manual CNEL EP.” https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/MN-COM-AC-001-Manual-de-instalaciones-acometida-y- sistema-de-medición-CNEL-EP-vf.pdf.

[3] N. Chuquín and F. Maquez, “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN SISTEMA PUBLICITARIO ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR, Y CONTROLADO CON UN RELÉ INTELIGENTE (ZELIO),” *Esc. Super. Politec. Chimbirazo*, p. 182, 2011, doi: 10.7705/biomedica.v31i0.530.

[4] V. Varas and F. Pineda, “DISEÑO DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA MENOR A 1MW CONECTADA A LA S/E DE DISTRIBUCIÓN KENNEDY NORTE EN GUAYAQUIL,” 2015.

[5] Ministerio de Energía y Recursos Renovables, “Expansión de la generación,” 2017. [Online]. Available: https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp- content/uploads/2020/01/4.-EXPANSION-DE-LA-GENERACION.pdf.

[6] A. E. Ceriz Veléz, “Estudio de la confiabilidad de sistemas fotovoltaicos en el Ecuador y costrucción de un generador sola a escala de energía eléctrica a 200 W,” 2010.

[7] L. G. Macancela Zhumi, “DIAGNÓSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CORRESPONDIENTES A LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO YANTSA ii ETSARI,” p. 232, 2012, [Online]. Available: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/689.

[8] V. Diego and O. Freddy, “Mapa Solar del Ecuador 2019,” *SCINERGY*, p. 30, 2019, [Online]. Available: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/689.

[9] L. Aulestia and M. Celi, “Implementación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos con capacidad de 20 kW/mes para ser utilizados en instalaciones industriales,” *Univ. Politec. Sales. Quito*, p. 102, 2017, [Online]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf.

[10] L. Basurto, “PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN EL ÁREA RURAL DEL CANTÓN SANTA LUCÍA, PROVINCIA DEL GUAYAS,” 2015.

[11] J. Rivera, “VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE INSTALAR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED ELÉCTRICA EN ENTORNOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE LOJA,” *Univ. Nac. Loja*, p. 151, 2020.

[12] V. F. Martín, “Energías renovables,” 2019.

[13] G. L. Guerrero Santana and K. D. Catagua Mera, “Sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para la Comuna Masa 2, Golfo de Guayaquil,” *Univ. Politec. Sales.*, 2021, [Online]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19744.

[14] “Generación Y Distribución de Electricidad,” 2018.

[15] Universidad Técnica Federico Santa María, “Tecnología de las baterías,” p. 23, 2014.

[16] RITAR, “RT12180.”

[17] I. Candial Benavente, “Análisis de un sistema fotovoltaico híbrido doméstico,” *Univ. Carlos Iii Madrid Esc. Politécnica Super.*, p. 102, 2015, [Online]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23575/TFG_Ismael_Candial_Benavente_2

015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

[18] Victron energy, “Inversores Phoenix 250.”

[19] V. Energy, “BlueSolar Charge controllers MPPT 75/15,” 2015.

[20] Victron energy, “Controlador de carga BlueSolar MPTT 75/10 y MPPT 75/15.” p. 2, 2016.

[21] O. Villao and E. Consuegro, “DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES EN ZONAS AISLADAS,” *Univ. Politécnica Sales.*, p. 89, 2021.

[22] A. S. Pastor, “PVGIS para el cálculo de instalaciones fotovoltaicas,” *Eur. Commision*, p. 15, 2018.

[23] M. Recalde, J. Paez, and K. Zumárraga, “La huella de carbono y la campaña de marketing verde,” *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, p. 114, 2018.

[24] D. Perez Neira, O. De Marco Larrauri, and P. Alvarez Muñoz, “La huella ecológica de las naciones,” 2015. doi: 10.29076/issn.2528-7737vol8iss14.2015pp93-103p.

[25] Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires, “Manual aplicación de la Huella de Carbono,” 2018. [Online]. Available: https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Hu ella_de_Carbono.pdf.

[26] MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, “Norma Ecuatoriana de la Construcción: Instalaciones Eléctricas,” 2018. [Online]. Available: https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC- SB-IE-Final.pdf.

[27] G. Vicente Salgado Andrade, W. Ruiz Buchelli, and Universidad de Posgrados, “Estudio, Diseño e implementacion de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas,” *Rev. EIA, ISSN 1794-1237*, vol.

Volumen 17, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10070.

[28] S. Sinchi and F. Mauricio, “Diseño y determinación de sistemas de puesta a tierra mediante pruebas de campo con elementos comunes utilizados en la región, incluyendo GEM y electrodo quimico,” 2017.

[29] Proenergía, “Guía práctica para viviendas,” 2011.

[30] K. Salgado Pinto, “Instalando un circuito eléctrico básico,” 2020. [Online]. Available: https://energypedia.info/images/c/c6/Manual_de_instaladores_eléctricos_-_2012.pdf.

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de datos del panel solar

www.jinkosolar.com

JINKO
Building Your Trust in Solar

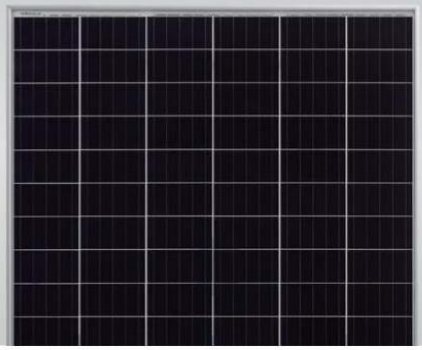
Cheetah HC 72M
390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell

PERC



KEY FEATURES

5 Busbar Solar Cell
5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules , offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.

High Efficiency
Higher module conversion efficiency (up to 20.38%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).

PID Resistance
Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.

Low-light Performance
Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.

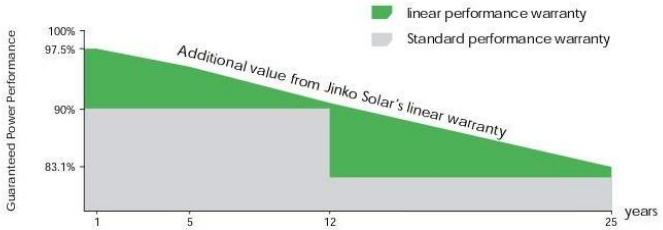
Severe Weather Resilience
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Durability Against Extreme Environmental Conditions
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

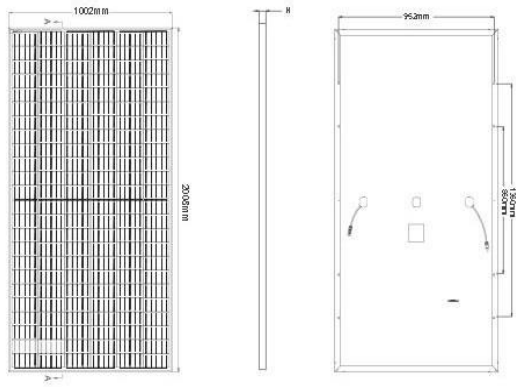
LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

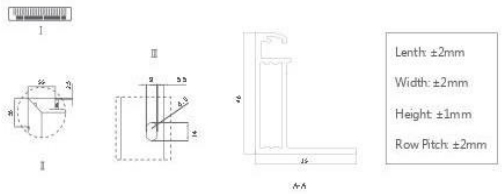
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

- ISO9001:2015, ISO14001:2015, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product



Engineering Drawings



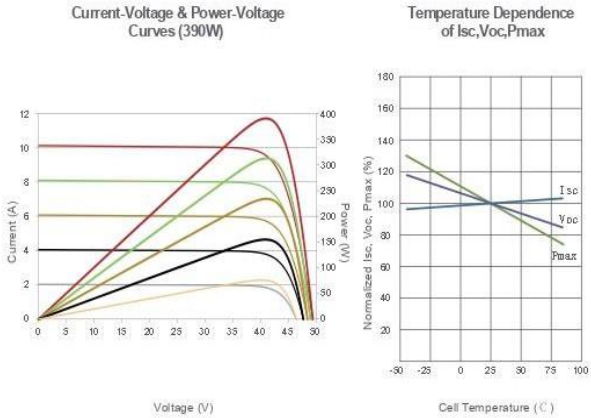


Packaging Configuration

(Two pallets =One stack)

27pcs/pallet , 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No.of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1x4.0mm², (+) 290mm, (-) 145mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H JKM390M-72H-V		JKM395M-72H JKM395M-72H-V		JKM400M-72H JKM400M-72H-V		JKM405M-72H JKM405M-72H-V		JKM410M-72H JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM390-410M-72H-(V)-A3-EN

Anexo 2: Hoja técnica del controlador de carga MPPT 75/15

victron energy
BLUE POWER

Controlador de carga BlueSolar MPPT 75/10, 75/15 y MPPT 100/15

Controlador de carga solar MPPT 75/15

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT, por sus siglas en inglés).
Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

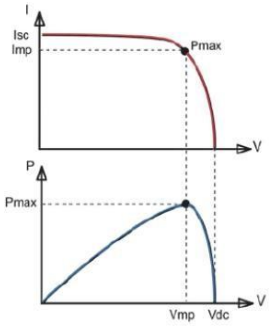
Salida de carga
Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado cuando llegue a una tensión preestablecida.
También se puede optar por establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife.
La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.
Algunas cargas (especialmente los inversores) pueden conectarse directamente a la batería, y el control remoto del inversor a la salida de carga. Puede que se necesite un cable de interfaz especial; por favor, consulte el manual.

BatteryLife: gestión inteligente de la batería
Cuando un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "final de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses.
El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100%. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100% alrededor de una vez a la semana.

Algoritmo de carga de batería programable
Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad
Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Opciones de datos en pantalla en tiempo real
- Smartphones, tabletas y otros dispositivos Apple y Android: consulte "VE.Direct y la mochila Buetooth Low Energy "
- Panel ColorControl



Seguimiento del punto de potencia máxima

Curva superior:
Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V).
El punto de máxima potencia (MPP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

Curva inferior:
Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida.
Si se utiliza un controlador PWM (no MPPT) la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15
Tensión de la batería	Selección automática: 12/24 V		
Corriente de carga nominal	10 A	15 A	15 A
Potencia FV máxima, 12V 1a,b)	135 W	200 W	200 W
Potencia FV máxima, 24V 1a,b)	270 W	400 W	400 W
Desconexión automática de la carga	Sí, carga máxima 15 A		
Tensión máxima del circuito abierto FV	75 V		100 V
Eficiencia máxima	98 %		
Autoconsumo	10 mA		
Tensión de carga de "absorción"	14,4 V / 28,8 V (ajustable)		
Tensión de carga de "flotación"	13,8 V / 27,6 V (ajustable)		
Algoritmo de carga	variable multietapas		
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.		
Corriente de carga continua/cresta	15A/50A		
Desconexión de carga por baja tensión	11,1 V / 22,2 V o 11,8 V / 23,6 V o algoritmo de BatteryLife		
Reconexión de carga por baja tensión	13,1 V / 26,2 V o 14 V / 28 V o algoritmo de BatteryLife		
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible) Corto circuito de salida / sobrecalentamiento		
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)		
Humedad	95 %, sin condensación		
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web		
CARCASA			
Color	Azul (RAL 5012)		
Terminales de conexión	6 mm² / AWG10		
Tipo de protección	IP22 (área de conexiones)		
Peso	0,5 kg		
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40 mm		
ESTÁNDARES			
Seguridad	EN/IEC 62109		

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.
1b) La tensión FV debe exceder en 5V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

victron energy
BLUE POWER

Anexo 3: Hoja técnica del Inversor Phoenix 250 Va

victron energy
BLUE POWER

Inversores Phoenix

250 VA – 1200 VA 230 V y 120 V, 50 Hz o 60 Hz

www.victronenergy.com

Phoenix 12/375 VE.Direct

Phoenix 12/375 VE.Direct

Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 – 245 V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años. Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15 W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tomas de corriente distintas

Schuko

UK

AU/NZ

IEC-320 (enchufe incluido)

Nema 5-15R

Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

GFCI

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250 VA	375 VA	500 VA	800 VA	1200 VA
Potencia cont. a 25°C/40°C		200/175 W	300/260 W	400/350 W	650/560 W	1000/850 W
Pico de potencia		400 W	700 W	900 W	1500 W	2200 W
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)		230 VCA o 120 VCA +/- 3 % 50Hz o 60Hz +/- 0,1 %				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17/18,4 - 34,0/36,8 - 62,0 V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3/18,6/37,2 V				
Dinámica (dependiente de la carga) Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		Desconexión dinámica, ver https://www.victronenergy.com/live/ve.direct: phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9/21,8/43,6 V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0/28,0/56,0 V				
Eficacia máx.		87/88/88 %	89/89/90 %	90/90/91 %	90/90/91 %	91/91/92 %
Consumo en vacío		4,2/5,2/7,9 W	5,6/6,1/8,5 W	6/6,5/9 W	6,5/7/9,5 W	7/8/10 W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)		0,8/1,3/2,5 W	0,9/1,4/2,6 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W	1/1,5/3,0 W
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 (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10 mm²/AWG8	10 mm²/AWG8	10 mm²/AWG8	25/10/10 mm² / AWG4/8/8	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230 V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120 V: Nema 5-15R, GFCI				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4 kg/5,3 lbs	3,0 kg/6,6 lbs	3,9 kg/8,5 lbs	5,5 kg/12 lbs	7,4 kg/16,3 lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 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 (Modelo 12 V: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (Modelo 12 V: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1/EN-IEC 62109-1/UL 458 (3)				
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		3) UL 458 solo para inversores con toma de salida GFCI				

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)

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
E-mail: sales@victronenergy.com | **www.victronenergy.com**

Anexo 4: Hoja técnica de la batería RT12180

RITAR®

RT12180(12V18Ah)

Specification

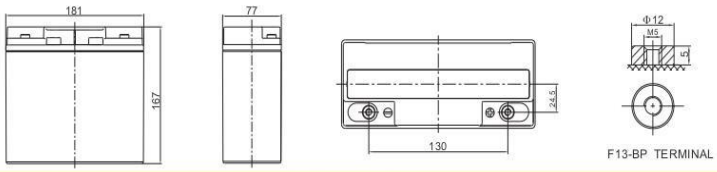
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Nominal Capacity	18Ah@20hour-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 5.00 Kg (Tolerance±5.0%)
Internal Resistance	Approx. 16 mΩ
Terminal	F13-BP(M5)/F3(M5)
Max. Discharge Current	180A (5 sec)
Short Circuit Current	750A
Design Life	6~8 years (Float charging)
Max. Charging Current	5.4 A
Reference Capacity	C3 13.9AH C5 15.7AH C10 16.8AH C20 18.0AH
Standby Use Voltage	13.7 V~13.9 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C.Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.

RT series is a general purpose battery with 6~8 years design life in float service. It meets with IEC, JIS, BS ,GB/T and YD/T standards. With advanced AGM valve regulated technology and high purity raw material, the RT series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.

ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001

MH 28539

Dimensions



Length	181±2mm (7.13 inches)
Width	77±2mm (3.03 inches)
Height	167±2mm (6.57 inches)
Total Height	167±2mm (6.57 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N•m
M6	8~10 N•m
M8	10~12 N•m

Unit: mm

Constant Current Discharge Characteristics : A (25°C)

F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	68.29	48.27	34.89	20.04	11.00	6.752	5.076	4.098	3.395	2.185	1.775	0.937
1.65V	63.51	45.61	33.36	19.24	10.62	6.537	4.919	3.987	3.307	2.161	1.753	0.922
1.70V	57.30	41.99	31.24	18.39	10.27	6.321	4.786	3.879	3.221	2.127	1.727	0.911
1.75V	51.34	38.43	29.07	17.58	9.899	6.101	4.643	3.779	3.140	2.098	1.704	0.900
1.80V	45.08	34.79	26.85	16.80	9.521	5.882	4.499	3.671	3.059	2.062	1.682	0.891
1.85V	35.78	28.43	22.28	14.47	8.539	5.390	4.159	3.412	2.853	1.936	1.584	0.846

Constant Power Discharge Characteristics : WPC (25°C)

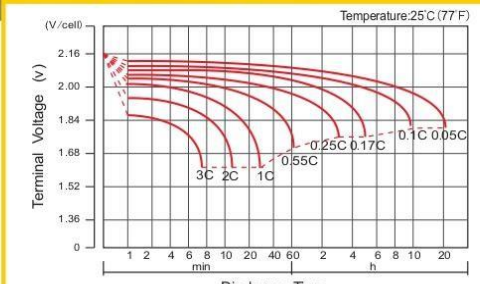
F.V/Time	5MIN	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	113.2	82.04	61.00	36.40	20.67	12.80	9.695	7.868	6.545	4.268	3.489	1.845
1.65V	106.5	79.02	59.18	35.31	20.07	12.45	9.435	7.683	6.399	4.229	3.451	1.819
1.70V	98.27	74.08	56.26	34.09	19.54	12.11	9.220	7.503	6.254	4.173	3.404	1.799
1.75V	90.00	69.04	53.11	32.92	18.94	11.74	8.983	7.338	6.118	4.123	3.363	1.779
1.80V	80.71	63.58	49.73	31.78	18.32	11.37	8.739	7.153	5.981	4.062	3.324	1.764
1.85V	65.41	52.89	41.86	27.64	16.53	10.48	8.115	6.674	5.596	3.823	3.134	1.677

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.
The battery must be fully charged before the capacity test. The C_{20} should reach 95% after the first cycle and 100% after the third cycle.

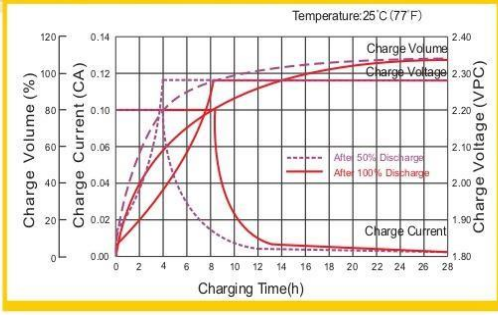
RT12180(12V18Ah)

RITAR®

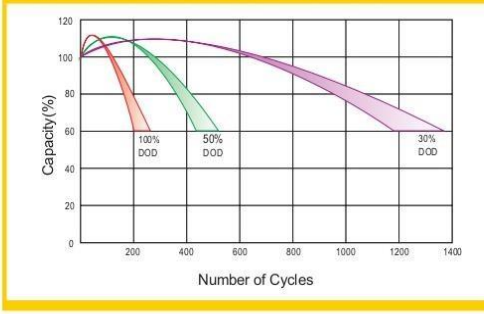
Discharge Characteristics Curve



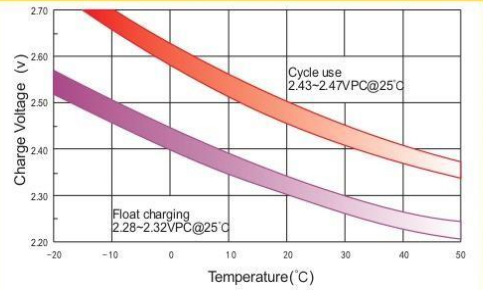
Charge Characteristic Curve For Standby Use



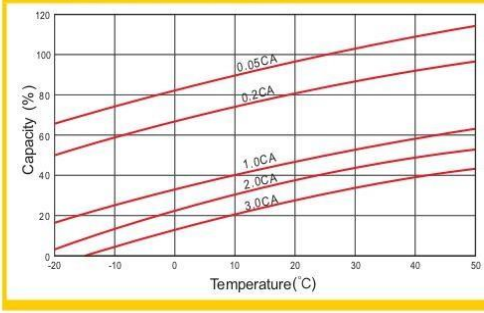
Cycle Life In Relation To Depth Of Discharge



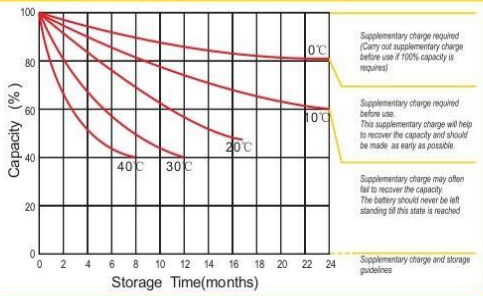
Relationship Between Charging Voltage And Temperature



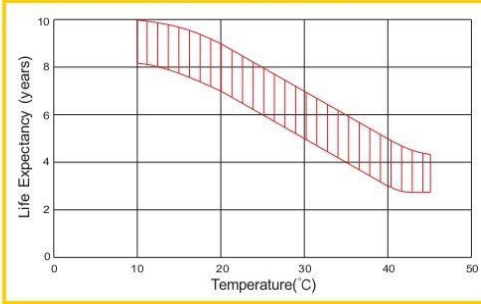
Temperature Effects On Capacity



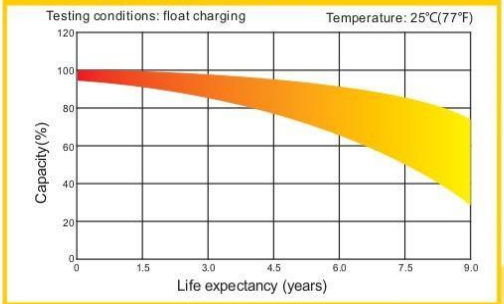
Storage Characteristics



Effect Of Temperature On Long Term Life



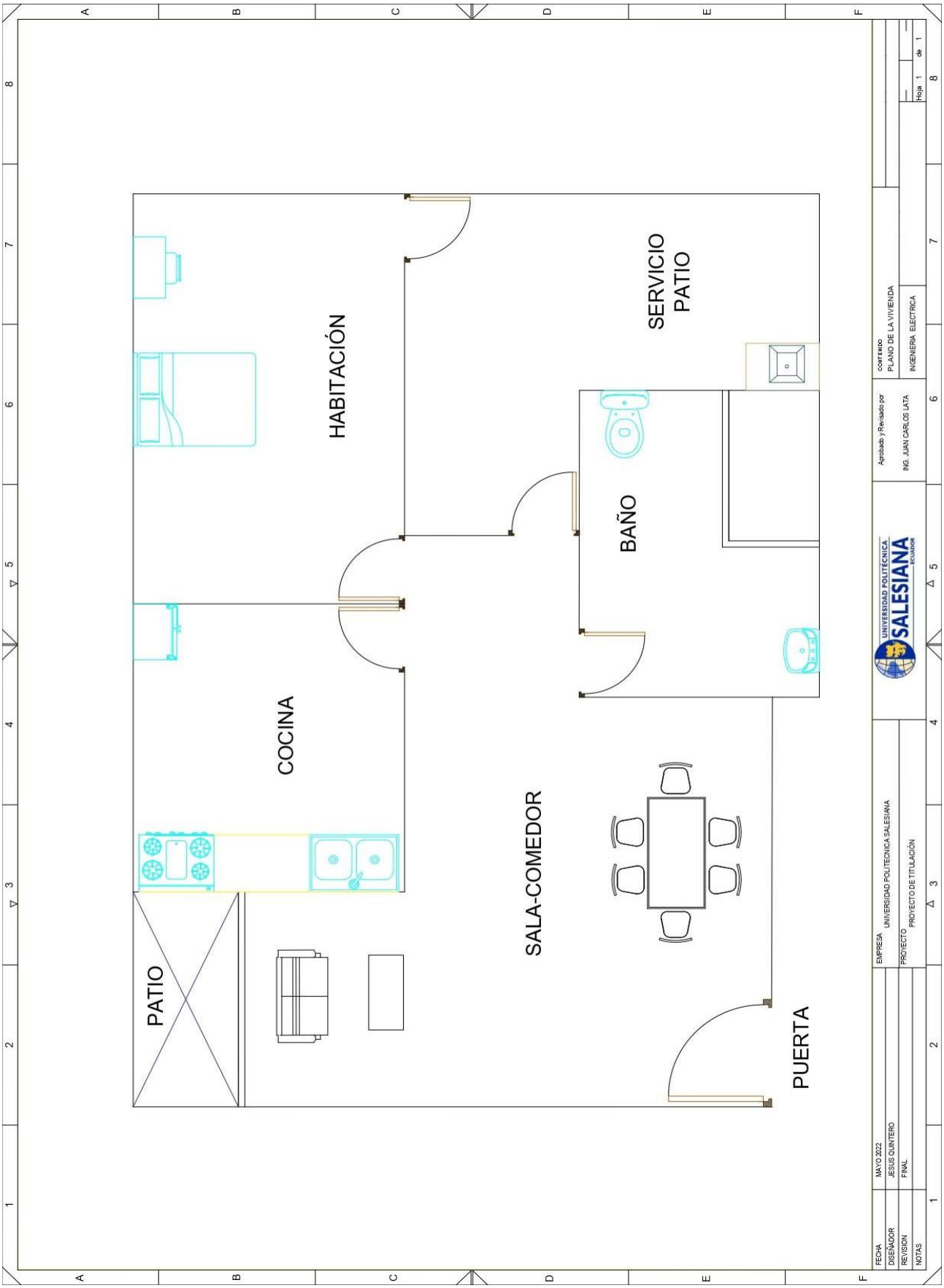
Life Characteristics Of Standby Use



(Note) All above information shall be changed without prior notice, Ritar reserves the right to explain and update the latest information.

HENGYANG RITAR POWER CO.,LTD.
URL: www.ritarpower.com

Add: No.1 Huagong Road, Songmu Industrial Park, Shigu District, Hengyang, Hunan, China 421001
Tel: +86-734-8595528 Fax: +86-734-8595518 E-mail: sales@ritarpower.com

Version 21A-0

Anexo 5: Plano arquitectónico de la vivienda