



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO EN
ZONAS REMOTAS PARA VIVIENDA EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de **Ingeniero Eléctrico**.

AUTORES:

JAIR ALEXANDER CAMACHO ORTIZ

EMILIO ANDRÉS NAVARRO ROMERO

TUTOR:

Dr. JUAN CARLOS LATA, PhD

Guayaquil - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Jair Alexander Camacho Ortiz**, con documento de identidad N° **0803150887** y **Emilio Andrés Navarro Romero**, con documento de identidad N° **0931471098**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables de este trabajo; y autorizamos 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, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Jair Alexander Camacho Ortiz

CI. 0803150887



Emilio Andrés Navarro Romero

CI. 0931471098

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, **Jair Alexander Camacho Ortiz** con documento de identidad N°**0803150887** y **Emilio Andrés Navarro Romero** con documento de identidad N°**0931471098**. Expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos los autores del trabajo de titulación: **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO EN ZONAS REMOTAS PARA VIVIENDA EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL**, la cual ha sido desarrollado para obtener 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, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

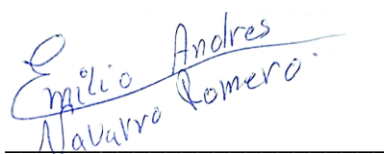
Guayaquil, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Jair Alexander Camacho Ortiz

CI. 0803150887



Emilio Andrés Navarro Romero

CI. 0931471098

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR

Yo, **Juan Carlos Lata García**, con documento de identidad N° **0301791893**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación. " **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO EN ZONAS REMOTAS PARA VIVIENDA EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL**" realizado por los estudiantes **Camacho Ortiz Jair Alexander** con documento de identidad N° **0803150887**, **Navarro Romero Emilio Andrés** con documento de identidad N° **0931471098** obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción del trabajo de titulación que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 de marzo del año 2022

Atentamente,



Dr. Juan Carlos Lata García, PhD
CI. 0301791893

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Paula Ortiz Ponce por darme siempre su amor y apoyo para poder cumplir con mis metas. A mi padre Guido Armando Camacho Pacheco por sus consejos y apoyo durante mi trayectoria universitaria. A mis hijos Jahisa Paulette, Ayrton Gustavo, y Nick Paolo, que siempre están mis pensamientos, en mi corazón, y ser el motor que me impulsa cada día para alcanzar mis objetivos, y poder realizar este proyecto. A mi hermana Erika Paola que siempre me brindó soporte incondicional. A mis sobrinos Farid y Brecia para que sea de modelo y puedan conseguir cualquier meta que se propagan.



Jair Alexander Camacho Ortiz

AGRADECIMIENTO

Es un orgullo mencionar y agradecer a quienes contribuyeron, para poder llegar a esta meta tan anhelada como es la obtención de mi título profesional, a través de la realización de esta tesis.

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y llenarme de bendiciones como es la de tener una maravillosa familia. A mi tía Narcisa Ortiz que ha sido como una madre para mí mostrándome su apoyo y cariño, a mis primos Paulo, Sofía, Debra, por brindarme ese amor de hermanos. Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, y su plana de docentes en la carrera de Ingeniería Eléctrica que gracias a sus conocimientos y valores que fueron fundamentales para mi formación académica, y desarrollo de estas tesis.

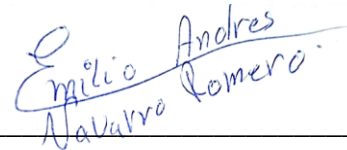
A mis compañeros de aulas con los que compartí muchas experiencias las cuales nos llevó alcanzar objetivo. Finalmente agradezco el esfuerzo y apoyo de mi tutor de tesis Dr. JUAN CARLOS LATA GARCIA, PhD.



Jair Alexander Camacho Ortiz

DEDICATORIA

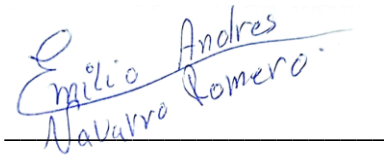
Dedico esta tesis al ser que me dio la vida mi madre Jessica Paola Romero López por la motivación y amor que siempre brinda. A mi padre Milton Emilio Navarro Hermenegildo por los esfuerzos y apoyo constante para que yo logre terminar este proyecto. A mi Abuelita como madre de crianza Juana Teofani Hermenegildo Tumbaco que desde el cielo me guía y me cuida, siempre sus consejos incondicionales que fueron pilar fundamental. A mi Esposa Miriam Jaqueline Espinoza Flores que siempre me da su amor, y apoyo. A mis Hermanos Bryan Navarro y Elkin Navarro.

A handwritten signature in blue ink that reads "Emilio Andrés Navarro Romero". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Emilio Andrés Navarro Romero

AGRADECIMIENTO

Primordialmente, reconozco la ayuda de Dios este gran logro, por darme la vida, y darme la dicha de tener a mi padre Milton Navarro, con el di los primeros pasos para obtener experiencia laboral. Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana y pedagógicos de la carrera de Ingeniería Eléctrica por sus conocimientos y valores impartidos en las aulas de clases los cuales me sirvieron mucho para mi aprendizaje, y mi formación profesional.

A handwritten signature in blue ink that reads "Emilio Andrés Navarro Romero". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Emilio Andrés Navarro Romero

RESUMEN

La realización de este proyecto ayudará al desarrollo sostenible basado en el buen vivir para comunidades ubicadas en zonas remotas.

Durante el análisis del proyecto se enfocó en ayudar a la comunidad en la mejora del abastecimiento de electricidad ya que la ubicación geográfica de la comunidad dificulta tener acceso a los servicios básico como es el caso de la red eléctrica pública, esta comunidad obtiene energía eléctrica mediante generadores, pero no todas las viviendas cuentan con esa facilidad de tenerlo por lo que le cobran un valor por utilizarlo cinco horas en las noches.

Con el estudio de factibilidad realizado en la comunidad Masa 2 se conoce la necesidad de diseñar un sistema que permita dar energía por ciertas horas a dichas vivienda, mediante un sistema fotovoltaico que esta conformados por paneles solares, acumuladores, inversores, reguladores.

Con el cálculo de carga se procede al dimensionamiento eléctrico de la vivienda donde se está implementado el sistema y como resultado se diseña y se hace la simulación utilizando el software PVsyst.

ABSTRACT

The realization of this project will help sustainable development based on good living for communities located in remote areas.

During the analysis of the project, it was focused on helping the community in the development of electricity supply, since the geographic location of this community makes it difficult to have access to basic services such as the public electricity network. This community obtains electricity through generators, but not all homes have the facility to have it, so they charge a fee for using it for five hours at night.

With the feasibility study conducted in the community Masa 2, we saw the need to design a system that allows to provide energy for certain hours to these homes, through a photovoltaic system that is made up of solar panels, accumulators, inverters, regulators.

With the load calculation we proceed to the electrical sizing of the house where the system is being implemented and as a result we design and simulate the system using PVsyst software.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN SUSCRITO POR EL TUTOR	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVII
CAPÍTULO I.....	1
1.ENUNCIADO DEL PROBLEMA	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PROBLEMA DEL ESTUDIO	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	5
1.4.1.OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	6
1.6. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. GENERALIDADES	8
2.1.1. ENERGÍA RENOVABLE.....	8
2.1.1.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	8
2.1.1.2. RADIACIÓN NATURAL	10
2.1.2. UNIDADES DE RADIACIÓN NATURAL	11
2.1.3.TIPOS DE RADIACIÓN NATURAL GLOBAL	12

2.1.4. CELDAS SOLARES	13
2.1.5. APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	13
2.2. SISTEMAS AISLADOS.....	15
2.2.1. COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO.....	16
2.2.1.1. MODULO GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	16
2.2.1.2. REGULADOR DE CARGA.....	19
2.2.1.3. ACUMULADOR	20
2.2.1.4. INVERSOR.....	22
2.3. POTENCIAL SOLAR EN EL ECUADOR.....	22
2.3.1. PROYECTOS SOLARES EN ECUADOR.....	23
2.3.2. PROYECTO FOTOVOLTAICO PUERTO AYORA	24
2.3.2.1. PROYECTO HÍBRIDO ISLA ISABELA, GALÁPAGOS (1,1 MWP + 1,32 MW)	24
2.3.2.2. PROYECTO FOTOVOLTAICO BALTRA (0,20 MWP)	25
2.3.2.3. PROYECTOS DE GENERACIÓN SOLAR CON INTERÉS DE EMPRESAS PRIVADAS.....	25
2.3.2.5. PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS CON POTENCIA <1MW.....	26
2.4. ELECTRIFICACIÓN RURAL CON SFV EN EL ECUADOR	27
2.4.1. PATRÓN DE GESTIÓN PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL SOSTENIBLE	28
2.5. NORMATIVA DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS	29
2.5.1. NORMA IEC	29
2.5.2. REGLAMENTACIÓN ELÉCTRICA ECUATORIANA.....	29
2.6. ELECTRIFICACIÓN SENCILLA DE UN DOMICILIO.....	29
CAPÍTULO III.....	31
3.1. MÉTODO DE CÁLCULO BÁSICO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA	31
3.2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	31
3.2.1. CONSUMO O ENERGÍA REAL NECESARIO	32
3.2.2. CÁLCULO DE LOS ACUMULADORES (BATERÍAS)	32
3.2.3. NÚMERO DE PANELES	33
3.2.4. CÁLCULO DEL REGULADOR DE CARGA	34
3.3. ESQUEMAS Y PLANOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO (SFVA).....	35
3.3.1. SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN EL DISEÑO FOTOVOLTAICO	36
3.3.2. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA	36
3.3.3. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	38

3.3.4. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS ACUMULADORES	38
3.3.5. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA	39
3.3.6. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL INVERSOR.....	39
3.4. DIAGRAMAS Y PLANOS DEL HOGAR	40
3.4.1. PLANO ARQUITECTÓNICO DEL HOGAR	40
3.4.2. PLANO ELÉCTRICO DEL HOGAR	41
3.5. SIMULACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO DE LA VIVIENDA EN EL SOFTWARE PVSYST 7.2	42
3.6. RESULTADOS DE SIMULACIÓN EN SOFTWARE PVSYST 7.2	45
3.7. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA	50
3.7.1. PARÁMETROS ECONÓMICOS	50
3.7.2. COSTO ACTUAL NETO TOTAL.....	50
3.7.3. COSTO DE LA ENERGÍA	50
3.7.4. COSTO ANUALIZADO POR MANTENIMIENTO, OPERACIÓN Y REEMPLAZO.....	51
3.7.5. RENDIMIENTO OPERATIVO Y RESULTADO ECONÓMICO	52
CAPITULO IV.....	53
4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	53
4.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EL HOGAR.	53
4.1.1. ESTADO INICIAL AL MOMENTO DE INTERVENCIÓN EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	53
4.1.2. MATERIALES ELÉCTRICOS PARA LA NUEVA INSTALACIÓN.	54
4.1.3. UBICACIÓN DEL PANEL DE DISYUNTORES.....	54
4.1.4. COLOCACIÓN DE TUBERÍAS PARA INSTALACIÓN DOMICILIARIAS.....	56
4.1.5. CABLEADO PARA LOS CIRCUITOS DE LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES.	57
4.1.6. PUESTA DE LOS INTERRUPTORES, BOQUILLAS PARA LUMINARIAS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	58
4.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	59
4.2.1. TRASLADO DE EQUIPOS Y MATERIAL A LA COMUNA MASA 2.	59
4.2.2. FUNDICIÓN DE LAS BASES DE CONCRETO	60
4.2.3. PROCEDIMIENTO DE ARMADO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA COLOCAR LOS PANELES FOTOVOLTAICOS.	61
4.2.4. PUESTA DE LA ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA EN LA BASE DE CONCRETO.	62
4.2.5. PROCEDIMIENTO DE LIJADO Y PINTURA DE ESTRUCTURA.....	63
4.2.6. MONTAJE DE LOS PANELES SOLARES SOBRE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	64
4.2.7. CONEXIÓN EN SERIE DE LOS PANELES SOLARES.	65

4.2.8. CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS	66
4.2.9. SISTEMA FOTOVOLTAICO INSTALADO.....	68
4.2.10. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	68
CONCLUSIONES.	69
RECOMENDACIONES	70
PRESUPUESTO	71
ANEXOS	72
ANEXO 1.....	72
ANEXO 2	76
ANEXO 3.....	77
ANEXO 4.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Hogares, Comunidad Masa 2	1
Ilustración 2 – Ubicación, y coordenadas -2.384382, -79.860180 Comunidad Masa 2	2
Ilustración 3 - Ubicación junto al río, Comunidad Masa 2	3
Ilustración 4 - Esquema Unifilar del Sistema aislado	6
Ilustración 5 - Evolución de diferentes mercados	10
Ilustración 6 - Hora solar pico (HSP)	11
Ilustración 7 - Radiación emitida sobre la superficie de la tierra	12
Ilustración 8 - Aplicación de la energía fotovoltaica	14
Ilustración 9 - Sistema fotovoltaico aislado	15
Ilustración 10 - Paneles fotovoltaicos instalados	16
Ilustración 11 - Diferencias entre los tipos de Células de silicio	18
Ilustración 12 - Controlador de carga en sitio	19
Ilustración 13 - Baterías en sitio.....	20
Ilustración 14 - Diferentes Modelos de Baterías de Plomo-acido.....	21
Ilustración 15 - Inversor en sitio.....	22
Ilustración 16 - Proyecto fotovoltaico puerto ayora en construcción.....	24
Ilustración 17 - Proyecto fotovoltaico con interés de empresas privadas >1MW	25
Ilustración 18 - Proyecto fotovoltaico con interés de empresas privadas <1MW	26
Ilustración 19 - Sistemas solares instalados en Ecuador hasta 2007 (CONELEC, 2007).....	27
Ilustración 20 - Patrón de electrificación rural sostenible	28
Ilustración 21 - Electrificación sencilla de un domicilio.....	30
Ilustración 22 - Irradiación horizontal global.....	34
Ilustración 23 - Intensidad de cortocircuito del FV	35
Ilustración 24 - Simbología del SFVA	36
Ilustración 25 - Diagrama unifilar del SFVA	37
Ilustración 26 - Conexión de los módulos fotovoltaicos	38
Ilustración 27 - Conexión de los acumuladores	38
Ilustración 28 - Conexión del controlador de carga	39
Ilustración 29 - Conexión del inversor	39
Ilustración 30 - Plano arquitectónico.....	40
Ilustración 31 - Plano eléctrico.....	41
Ilustración 32 - Sitio geográfico.....	42
Ilustración 33 - Irradiación horizontal global.....	42
Ilustración 34 - Angulo de inclinación del FV	43
Ilustración 35 - Necesidades del usuario	43
Ilustración 36 - Sistema SF	44
Ilustración 37 - Resultados de simulación.....	44
Ilustración 38 - Instalaciones encontradas de la Familia Herrera Ferruzola	53
Ilustración 39 - Materiales eléctricos	54
Ilustración 40 - Instalación panel de disyuntores	55
Ilustración 41 - Panel de disyuntores instalado	55
Ilustración 42 - Instalación de tubos donde pasan los cables para los circuitos.....	56
Ilustración 43 - Cableado eléctrico para circuito de tomacorrientes	57
Ilustración 44 - Cableado Eléctrico para circuito de luminaria.....	57
Ilustración 45 - Colocación de las boquillas y foco de las luminarias	58

Ilustración 46 - Instalación de interruptores.....	58
Ilustración 47 - Paneles solares y equipos para el sistema fotovoltaico.....	59
Ilustración 48 - Transporte de Materiales para las bases, y estructura metálica	59
Ilustración 49 - Construcción de las bases de concreto.....	60
Ilustración 50 - Base de concretos fundidas	60
Ilustración 51 - Tubo y base para armar la estructura metálica.....	61
Ilustración 52 - Estructura Metálica	61
Ilustración 53 - Estructura metálica sobre la base de concreto	62
Ilustración 54 - Estructuras metálicas fotovoltaicas sobres las bases de concreto	62
Ilustración 55 - Orientación del campo FV a una inclinación de 10°	63
Ilustración 56 - Estructuras fotovoltaicas listas para pintar	63
Ilustración 57 - Estructura fotovoltaica terminadas de pintar	64
Ilustración 58 - Montaje del primer Panel.....	64
Ilustración 59 - Montaje del segundo Panel	65
Ilustración 60 - Instalación de Paneles solares.....	65
Ilustración 61 - Conexión en serie de los paneles solares	66
Ilustración 62 - Conexión de todos los Equipos.....	66
Ilustración 63 - Equipos instalados	67
Ilustración 64 - Proyecto Finalizado	68
Ilustración 65 - Televisor funcionando con la energía del sistema fotovoltaico.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Posibles clasificaciones de los reguladores.....	19
Tabla 2 - Los acumuladores más utilizados en el mercado con sus características	21
Tabla 3 - Proyección de la demanda eléctrica de la vivienda	31
Tabla 4 - Rendimiento operativo.....	52

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 - Energía real necesario	32
Ecuación 2 - Cálculo de los acumuladores	32
Ecuación 3 - Capacidad del sistema de acumulación	32
Ecuación 4 - Dimensión del sistema de acumulación.....	33
Ecuación 5 - Número de paneles solares	33
Ecuación 6 - Regulador de carga	34
Ecuación 7 - Costo Actual Neto Total	50
Ecuación 8 - Factor de recuperación de capital	50
Ecuación 9 - Costo de la Energía	51
Ecuación 10 - Costo Anualizado Por mantenimiento	51
Ecuación 11 - Costo de la energía	51

CAPÍTULO I

1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Hoy en día, la energía eléctrica es una necesidad para la existencia cotidiana, ya que crea un compromiso extraordinario para la humanidad, la actividad de máquinas eléctricas en las plantas de procesamiento, por ejemplo, motores, máquinas de control computarizado, abiertamente el transporte como ahora que los vehículos eléctricos se utilizan para mantener la contaminación, en los hogares para la iluminación, y para los dispositivos domésticos, Sin embargo, para que esto funcione, deben tener la administración de energía proporcionada por la organización pública, en la que ciertas áreas no tienen esta ayuda debido a su área geológica, por ejemplo, puntos separados de la ciudad que hace que sea un reto para llegar e interactuar con la administración de la red eléctrica pública.

En cuanto al área local de masa 2, está situada en el Golfo de Guayaquil, a 45 minutos en bote y 1 hora en vehículo, como se puede observar en la Ilustración 1 las viviendas de la comunidad.



Ilustración 1 - Hogares, Comunidad Masa 2
Fuente: Autores

La isla no cuenta con los servicios básicos como de agua, salud, energía eléctrica, la única manera que los habitantes pueden tener acceso a la energía eléctrica es por medio de generadores de poca capacidad que utilizan combustibles fósiles como gasolinas, pero el uso de estos generadores no es de beneficio para los habitantes por el motivo que son muy pocas las horas que abastece de electricidad, también se suma a esto la complejidad de transportar el combustible para el funcionamiento de los generadores si se llegara a terminar, y la parte económica ya que en esta comunidad habitan personas de escaso recursos.

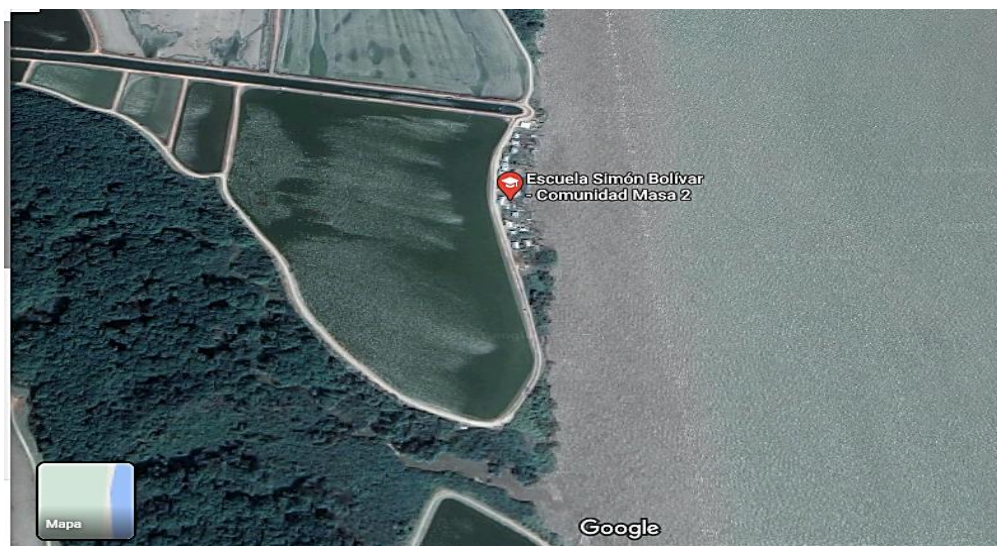


Ilustración 2 – Ubicación, y coordenadas -2.384382, -79.860180 Comunidad Masa 2
Fuente: Google Maps

En la ilustración 2 se puede observar las coordenadas de la ubicación de la comunidad masa 2. Una solución sería utilizar la energía del sol, que es una fuente renovable muy utilizada en el planeta ya que es producida por las radiaciones solares. El efecto fotoeléctrico donde muchos materiales pueden atraer fotones, estos vendrían hacer las partículas luminosas que liberan electrones y genera una corriente eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos se pueden emplear para sectores conectados a la red pública, y sectores aislados a la red pública como es el caso de la comunidad masa 2. Con la implementación de este sistema los habitantes podrán acceder el servicio de energía eléctrica.

1.2 Problema del Estudio

La ubicación de esta comunidad dificulta que se pueda conectar con la red eléctrica pública como se muestra en la Ilustración 3. Abastecer seguido de combustibles a los generadores eléctrico con los que cuentan algunas casas de la comunidad ya que todas no tienen generadores, al igual que mantener almacenado el combustible podría ocasionar un encendió grave ya que es inflamable.

El mantenimiento que se le da a estos generadores es un poco costoso, y los habitantes de esta comunidad no están capacitados para darles mantenimientos, mantener encendido estos generadores por mucho tiempo crea contaminación ya que se forman algunos gases dañinos como son el dióxido de carbono, monóxido de carbono, entre otros gases que afectan a la salud de los habitantes.

En esta comunidad hay 17 casas en las cuales habitan 23 familias, donde todas son de escasos recursos económicos lo que también dificulta la compra de combustible, con este proyecto se benefician todas las familias que habitan en la comunidad tanto en lo económico como otros aspectos que sería la reducción de contaminación, y podrán tener energía eléctrica contaste.



Ilustración 3 - Ubicación junto al río, Comunidad Masa 2
Fuente: Autores

1.3 Justificación

Después de hacerse un análisis de factibilidad y evaluar en sitio las necesidades de las personas dueña de la vivienda se toma la decisión de implementar un sistema fotovoltaico aislado, esto vendría hacer una gran ayuda para las personas de la comunidad porque al utilizar una fuente de energía renovable se podrá mantener energía eléctrica por más horas sobre todo en las noches esto también será de ayuda en la disminución de contaminación al medio ambiente.

De esta manera a través de la carrera de Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana sería de gran participación para la relación con la sociedad, y favorecer a un adelanto sustentable, que a futuro mediante las destrezas laborales se ejecutará de una manera obligatoria como requisito de cada carrera se podrá realizar capacitaciones y mantenimientos por parte de los alumnos de la misma especialidad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el estudio factibilidad por medio de software especializados para la toma de decisión en la implementación de sistemas fotovoltaicos en zonas remotas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Levantar la demanda total de la vivienda para conocer las necesidades de electrificación.
- Usar el software PVSYST para el diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico aislado.
- Realizar el estudio de factibilidad e implementar el sistema fotovoltaico aislado.

1.5 Planteamiento de la Solución

Como planteamiento de la solución tenemos la implementación de un sistema fotovoltaico aislado el cual permitirá que los habitantes de la vivienda puedan tener energía por más horas en el día y la noche, este sistema fotovoltaico está compuesto por 2 paneles solares de 280W, 1 regulador de voltaje de 24VDC, 1 inversor DC/AC de 24VDC, 250W, y 2 baterías de 12VDC-100A. Se puede observar la ilustración 4 el esquema unifilar del sistema aislado a implementar.

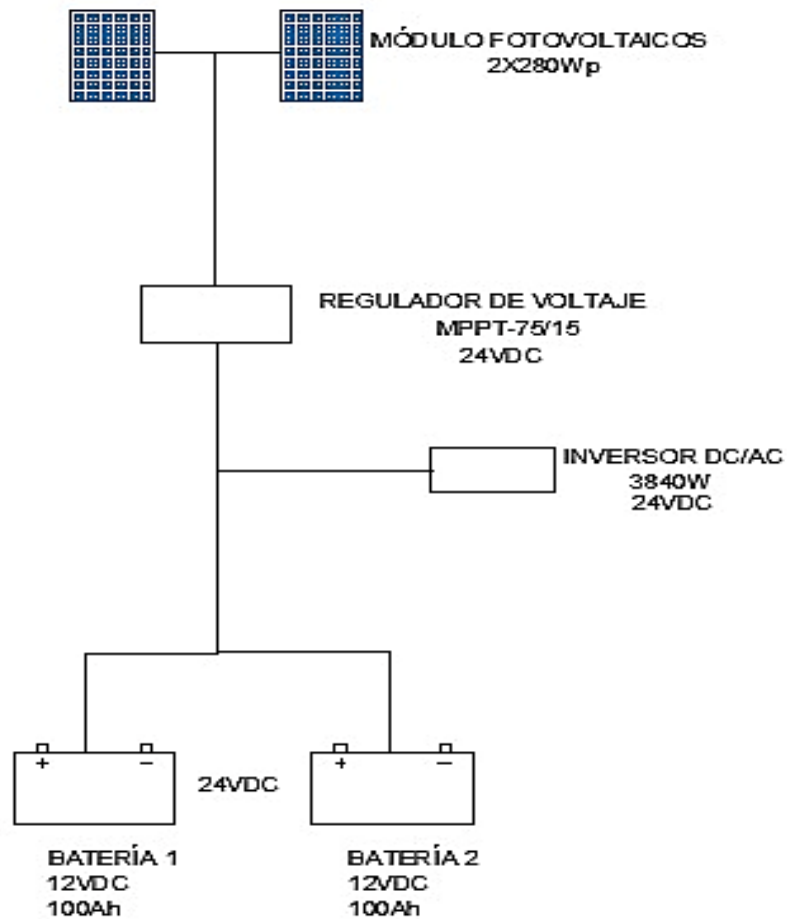


Ilustración 4 - Esquema Unifilar del Sistema aislado
Fuente: Autores

1.6 Metodología del Proyecto

El método cuantitativo será utilizado de acuerdo a la información y testimonio adquirido en el lugar donde se realizará el proyecto, este nos ayudará al dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

1. Ir al lugar donde se va ejecutar el proyecto para que los habitantes tengan conocimiento del sistema fotovoltaico.
2. Hacer el levantamiento total de la demanda para obtener el valor de la carga de la casa.
3. Esquema eléctrico del proyecto fotovoltaico para las viviendas.
4. Cotizar los materiales eléctricos que se van utilizar.
5. Utilización del software para el estudio y análisis de datos para la instalación
6. Montaje de los equipos y elementos que se utilizaran.
7. Realizar un análisis de factibilidad del proyecto propuesto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

2.1.1. Energía Renovable.

Deriva desde los recursos naturales, por este motivo es una electricidad pura y no impurifica el hábitat, y también tiene como ventaja que este tipo de recursos no se agotan es decir son abundantes o son recursos que se pueden encontrar en cualquier lugar del planeta, como por ejemplo el sol es un recurso inagotable.

La energía renovable es un tema muy importante en el planeta, por motivo de disminuir la contaminación producida por los combustibles fósiles, el fin de este tema es encontrar soluciones más amigables con el medio ambiente. Es una energía limpia su producción o extracción de energía no produce residuos que puedan causar contaminación al medio ambiente.

Inagotable que se genera de recursos naturales y que son renovables, y cuentan con cantidades que puedan ser utilizadas a lo largo del tiempo en grandes proporciones. Es una energía competitiva, los costos son muy bajos, pueden tener diversas aplicaciones, y contribuyen al desarrollo económico sostenible [1].

2.1.1.1. Energía Solar Fotovoltaica

La fuente más grande y limpia de energía renovable que tenemos al alcance de la mano para sacarle provecho en beneficio del ser humano.

La energía del sol genera corriente continua Esto sucede a través de los electrones, los cuales, cuando la luz incide en los materiales semiconductores, se canalizan y producen así corriente eléctrica.

La placa fotovoltaica aprovecha la radiación basada en la luz solar para suministrar energía a través de unos componentes semiconductores dinamizados por la luz. Más explícitamente, se trata de células fotovoltaicas de silicio que permiten transformar la iluminación del sol en energía. La luz entra en la célula basada en la luz solar, comenzando una energía eléctrica, así como al revés.

También es bueno saber que los teléfonos no se cargan eléctricamente como las baterías. Las células basadas en la luz solar están hechas de semiconductores, que tienen electrones débilmente ligados que implican la supuesta banda de valencia. Suponiendo que apliquemos un valor superior a un electrón de valencia, el vínculo se rasga y el electrón transita a lo que se conoce como banda de conducción.

Estos electrones cuando son llevados a un circuito externo realizan un trabajo de ganancia, entregando una deficiencia de energía atraída y volviendo a la banda de valencia con la energía básica de la disposición de cribado de un fotón brillante. El avance de los electrones en un circuito externo se conoce como el amperaje de la célula y la multiplicación por la tensión a la que los electrones son transportados por las convergencias particulares establece la potencia realizada.

Todo lo anterior ocurre a temperatura ambiente, ya que sólo una parte de las células basadas en la luz solar, que se convierten en energía y una parte de la energía de los fotones impregnados se calienta en algún lugar alrededor de 25-30°C por encima de la temperatura ambiente. Aunque la radiación del sol es realmente una fuente que necesita claridad ya que está muy lejos de la tierra, el grado esperado para dar 4 kWh cada día para cada individuo es completamente pasable. Aceptando que los grupos planetarios tienen una competencia del 10%. En consecuencia, lograríamos 0,4 kWh por m² cada día con un cargador alimentado por el sol. Así, un grupo de 4 personas necesitaría un emplazamiento de 36 m² y, en consecuencia, suplir su carencia eléctrica. "La energía sustentable dada por el sol puede defender a clientes limitados, como casas en zonas alejadas, en países agrarios, no será nunca una industria enorme". A medida que avanzan las áreas de negocio.

Es evidente que la opción "fuera de la red" ha sido desplazada por la relacionada con la estructura en sólo 10 años. A partir de ahí, el negocio ha prosperado a un ritmo

acelerado A medida que el tiempo avanza la capacidad anual instalada en los sistemas conectado a la red ha crecido exponencialmente con respecto a los sistemas aislados, podemos observar en la ilustración 5 [2].

Avance de los varios mercados

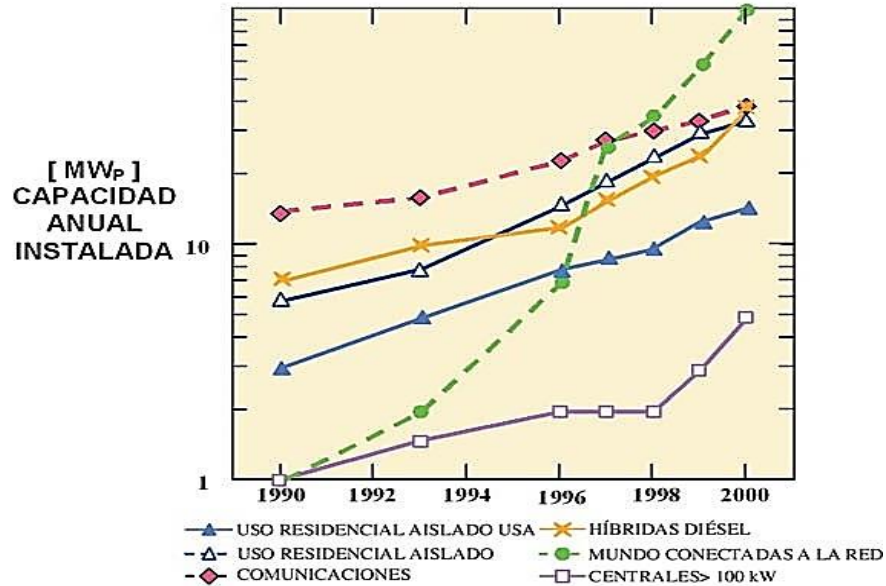


Ilustración 5 - Evolución de diferentes mercados

Fuentes: Energía fotovoltaica

2.1.1.2. Radiación natural

Al platicar de radiación natural se refiere a la luz que proviene del sol y que llega a la superficie terrestre viéndose afectada por diversos factores tales como las nubosidades, el vapor de agua, el viento, la presión atmosférica y otros.

La atmósfera generalmente recibe una radiación natural promedio de 1367 W/m², pero con respecto al ras del piso varía aproximadamente desde 0 y 1000W/m², toda esta transición en la época se debe a distintas causas, los cuales son las causas de impregnación, propagación y abstracción, así como otras causas atmosféricas y físicas.

Irradiancia. – La irradiación es el aspecto utilizado para abordar la solidez de ocurrencia por unidad de región de una amplia gama de flujo electromagnético. También se llama extensión de la radiación normal mundial, que calcula la energía por unidad de tiempo y región, la unidad es (W/m²).

Irradiación.- Esto es aumento de las Irradiancia que evalúa la cuantía de energía natural percibida en un lapso de época dada, es equivalente a J/m^2 o por hora, día, semana, mes, año etc [3][4].

2.1.2. Unidades de radiación natural

- Horas solar pico (HSP). - La hora solar pico generalmente se usa para hacer cálculos fotovoltaicos, es el ardor del sol que absorbemos en horas por m^2 por ejemplo si en un sitio irradia 4 HSP tendremos 4 horas de sol que estaría emitiendo $1000w/m^2$ se puede observar en la ilustración 6.

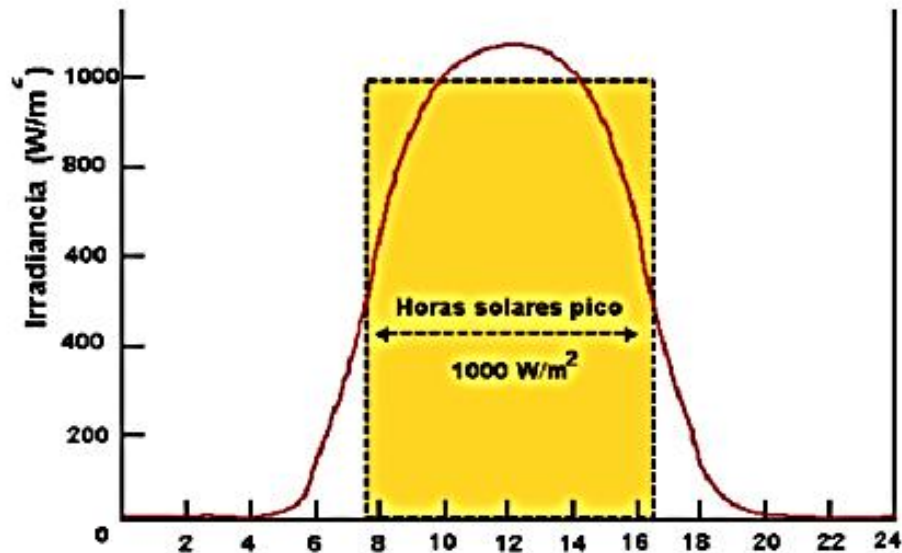


Ilustración 6 - Hora solar pico (HSP)

Fuente: Br. Tsamajen Valverde, Reyner (ORCID: 0000-0002-4385-8731)

Vatio pico (WP): Es la potencia máxima que alcanza acumular un sistema renovable solar que coincide con cierta energía del sol de forma constante de $1.000 W/m^2$ y que la calentura es de $25\text{ }^\circ\text{C}$ [5][6].

2.1.3 Tipos de radiación natural global

Podemos decir que existen tres tipologías de radiación del sol sobre la superficie de la tierra, las cuales varían con un periodo de tiempo, dependiendo de sucesos casuales, tales como las nubes, lluvia, polvo y otras como los son el día y la noche, producidos por la rotación de la tierra.

- Radiación directa Id.-

Es cuya emisión que viene en forma directa del sol a la tierra sin verse afectada en su trayecto y proyecta una sombra definida cuando es interceptada por algún objeto.

- Radiación difusa Is.-

Es la emisión del sol que transita por la atmosfera, la cual las nubes absorben y es reflejada en todas las direcciones, esta sufre adsorción debido a las partículas de polvo atmosférico, plantaciones, montañas, edificaciones etc. La característica de esta radiación es que no produce sombra. Es bueno recalcar que las superficies horizontales reciben más radiación difusa en igualdad de las áreas verticales.

- Radiación Reflejada Ir.

Es la refulgencia que se refleja en superficie de la tierra, en esta emisión las áreas horizontales no reciben emisión reflejada en comparación a las superficies verticales que son la que más emisión reflejada recibe véase la ilustración 7 [3][7].

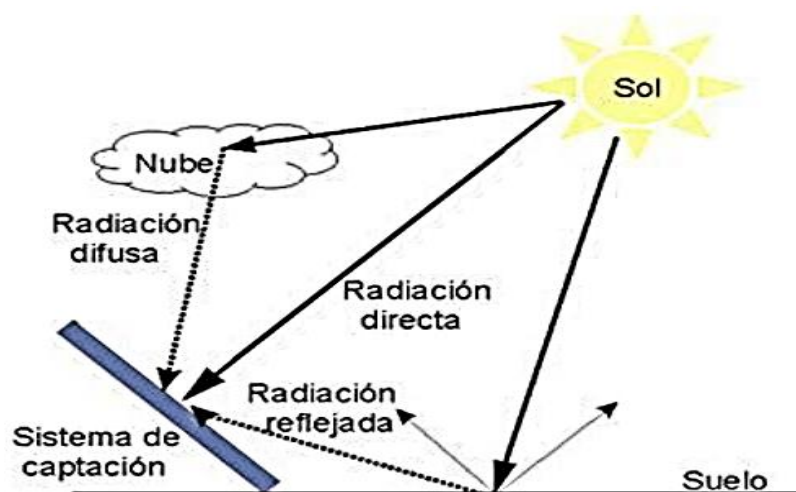


Ilustración 7 - Radiación emitida sobre la superficie de la tierra
Fuente: Investigaciones de la acción del sol.

2.1.4 Celdas Solares

Las celdas solares son módulo apto de convertir la energía procedente del sol en electricidad. Casi la totalidad de las celdas solares que están disponibles en el comercio son de Silicio mono o Policristalino.

La célula basada en la luz solar se calienta como un equipo térmico, en contraste con una estación de energía nuclear que calienta el agua para proporcionar vapor a 900°K, el equivalente es la situación de las estaciones de energía nuclear orientadas al sol, donde los gases de 6000°C se corrompe para el calentamiento del agua a 700-800°K. Según la norma de Carnot, se logra una productividad del 95% en la región terrestre con el gas fotónico basado en la luz solar, Para las centrales térmicas la reemisión de fotones tiene una cifra máxima del 87%.

Las células de silicio translúcido y de silicio multi-cristalino son las más utilizadas. Estas células dan alrededor de 0,5 voltios a una medida de 35 mA/cm² siempre que el sol brilla en una mañana fresca a 1000W/m² [2].

2.1.5 Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica

Podemos decir que los módulos de generación fotovoltaicos encontramos rangos de potencia muy amplios en lo que es el abastecimiento de electricidad.

Es interesante recalcar que al presente el 89% de las celdas están en sistemas acoplados a la red. Esto encierra los paneles colocados en los techados de los domicilios y grandes centrales.

La aplicaciones de la ingeniería podemos ver que la electricidad solar fotovoltaica ha sido implementada en los siguientes ámbitos sistemas aislados y sistemas conectados a la red, como se puede detallar en la ilustración 8 [2].

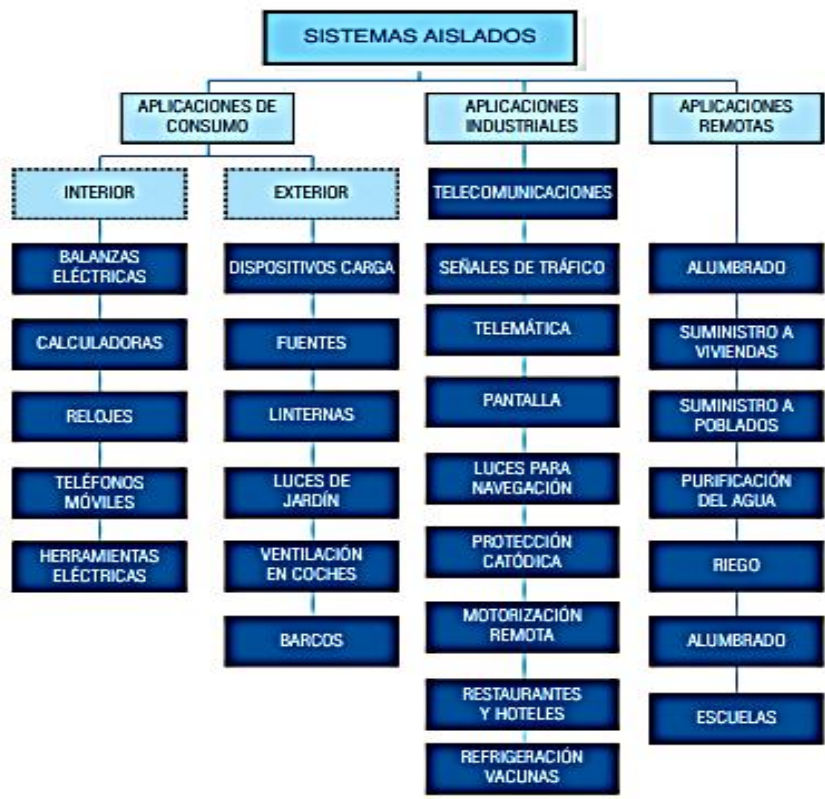


Ilustración 8 - Aplicación de la energía fotovoltaica
 Fuente: Energía_Solar_Fotovoltaica_2E5C69a6

2.2 Sistemas Aislados

Hay regiones en las que el acceso a la matriz es inimaginable o desorbitado, lo que implica la energía solar para su auto utilización. Esta opción trata de no necesitar llevar el cable eléctrico hasta el motivo de utilización, alejándose posteriormente del importante gasto que esto supondría.

Las utilidades separadas de la Energía Solar Fotovoltaica son numerosas y continuamente surgen otras nuevas. A todos los efectos, todos ellos requieren un límite eléctrico, además de algunos que, por otro lado, se almacenan, por ejemplo, llenando lagos con agua dirigida por una estructura fotovoltaica o eólica unida (cruzada). Se trata de un área de negocio en creación, y es posible que alguna nueva aplicación la haga crecer de forma decisiva (por ejemplo, la reclamación de generadores a diésel siempre y cuando el gasto es grande y el crédito para el sistema fotovoltaico principal asegurando incrementos), en la ilustración 9 se puede observar un sistema aislado.

Las aplicaciones más comunes son:

- Electrificación de viviendas que están lejos del tendido eléctrico.
- Aplicaciones agrícolas y de ganado; métodos de riego, alumbrado de ranchos.
- Señalización y comunicaciones; pilotaje aéreo, navegación marítima, fluvial
- Iluminación pública; Vías, estatuas, paradas de buses etc [2].

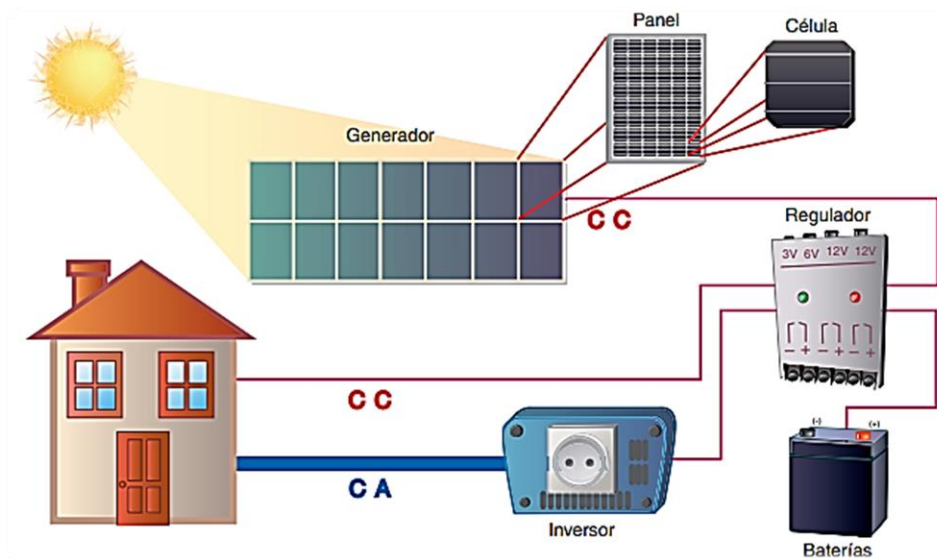


Ilustración 9 - Sistema fotovoltaico aislado
Fuente: Componentes de una instalación fotovoltaica unidad 1

2.2.1 Componentes del sistema fotovoltaico aislado

Las instalaciones solares aisladas están formadas por:

- Modulo generador fotovoltaico
- Regulador de carga
- Acumulador (Baterías)
- Inversor

2.2.1.1 Modulo generador fotovoltaico

Realiza la metamorfosis de la energía originaria del sol en una corriente eléctrica continua sustentable. Generalmente se colocan encima de los techados ya que son estructuras fijas, en la ilustración 10 se puede observar cómo están instalados los paneles solares.



Ilustración 10 - Paneles fotovoltaicos instalados
Fuente: Autores

Tipos de paneles solares.

Las clases de módulos están fabricados por la técnica de ensamblaje de células de silicio, y están principalmente hechas de los materiales de acompañamiento como lo son:

- Monocristalino
- Policristalino
- Amorfo

- **Células de Silicio Monocristalino.**

El silicio monocristalino se desarrolla normalmente como un enorme lingote en forma de tubo que produce células solares redondas o semi cuadradas. La célula semi cuadrada comienza siendo redonda, pero los bordes se recortan para que las células puedan agruparse de forma más productiva en un módulo rectangular.

Las células de silicio monocristalino se utilizan ahora mismo en alrededor de la mitad de esta realidad actual, ya que tienen una proporción de presentación de costes decente. Esto se debe generalmente al enorme negocio que se ha basado en el silicio, ya que es la razón de todos los semiconductores, circuitos coordinados y otras partes electrónicas dinámicas. Hay que tener en cuenta también que el silicio es el segundo material abundante del planeta, posteriormente del oxígeno.

Una célula de silicio monocristalino alimentada por el sol es un diodo de intersección P-N que es delicado con la luz, produciendo flujo eléctrico. La adición de estas células a nivel empresarial puede alcanzar alrededor del 15%.

- **Células de Silicio Policristalinos.**

El silicio Policristalino es un material formado por gemas de silicio sesgadas (policristalinas). Posee una posición intermedia entre el silicio sin forma, en el que no hay una solicitud de alcance prolongado, y el silicio monocristalino. Este tipo de célula no necesita un amplio control de la temperatura en ese marco del material de silicio, ni requiere un desarrollo controlado de su rejilla de piedra preciosa. Se denominan policristalinas, ya que el endurecimiento no se produce en una gema solitaria sino en diferentes piedras preciosas. Durante la década de los 80 se aceptó que sería menos costoso que el monocristalino, lo cual nunca se cumplió a la vista, por lo que su utilización no se extendió como se aceptó para este tipo de innovación.

Tienen la ventaja de que su producción es de forma cuadrada, aprovechando posteriormente la valiosa superficie del módulo fotovoltaico al disminuir el espacio entre células más que si fueran redondas.

- **Células de silicio Amorfo.**

Las células de silicio indefinido tienen en general una baja productividad, pero son quizás las más inofensivas para el ecosistema de la innovación fotovoltaica, ya que no utilizan metales pesados venenosos como el cadmio o el plomo. La extraordinaria ventaja de emplear silicio nebuloso para el montaje de células fotovoltaicas radica en el grosor del material que se utiliza, ya que suele ser varias veces más delgado que el comparable en silicio monocristalino.

El silicio sin forma tiene un alto coeficiente de asimilación, lo que permite utilizar espesores minúsculos de material dinámico [8]. Tenemos en la ilustración 11 los diferentes tipos de células fotovoltaicas.

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocristalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Ilustración 11 - Diferencias entre los tipos de Células de silicio
Fuente: Componentes de una instalación fotovoltaica unidad 1

2.2.1.2 Regulador de carga

Es el que examina la demasía electricidad de entrada a los acumuladores evitando las sobrecargas.

Para que el marco fotovoltaico funcione adecuadamente, es necesario introducir un regulador de carga. El regulador trabaja en dos regiones, en la parte conectada con el montón para confirmar una carga adecuada a la batería y prevenir circunstancias de sobrecarga, y en la parte de liberación será responsable de garantizar el suministro de energía adecuado día a día y mantener lejos de la tremenda liberación de la batería, véase en la ilustración 12 el regulador, y en la tabla 1 se observa los tipos de reguladores.



Ilustración 12 - Controlador de carga en sitio
Fuente: Autores

	TIPO DE REGULADOR
SEGÚN LA TECNOLOGIA DEL INTERRUPTOR	<ul style="list-style-type: none"> • Relé electromecánico • Estado solido (MOSFET, IGBT)
SEGÚN LA ESTRATEGIA DE DESCONEXION DEL CONSUMO	<ul style="list-style-type: none"> • Por tensión. • Por algoritmos de cálculo del estado de carga. • Por algoritmos de gestión de la energía
SEGÚN POSICION DEL INTERRUPTOR DE CONTROL DE GENERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Serie • Paralelo.

Tabla 1 - Posibles clasificaciones de los reguladores
Fuente: Componentes de una instalación fotovoltaica unidad 1

Los cargadores basados en la luz solar tienen una tensión ostensible superior a la de la batería, en consecuencia, se les pone controlador de carga, suponiendo que no hubiera controlador entregaría una sobrecarga.

La justificación detrás de este voltaje ostensible de las placas es fundamentalmente por dos razones:

- Para disminuir el voltaje concebible disminuye debido al aumento de la temperatura.
- Para garantizar que la batería se cargue con precisión. Para ello, la tensión de la placa Voc debe ser superior a la tensión ostensible de la batería [8][9].

2.2.1.3 Acumulador

En algunos casos, la energía en curso no se utiliza todo el tiempo que se hace, por lo que se utiliza un circuito de acumuladores para almacenamiento de la energía. Los acumuladores (baterías) son una prevención de bienestar en un tiempo con situaciones atmosféricas negativas, por ejemplo, cuando el sol no brilla. Estas baterías son en general de plomo. Hay dos tipos: monobloque y fijas.

En la ilustración 13 se observa los acumuladores que fueron utilizados en el proyecto.



Ilustración 13 - Baterías en sitio
Fuente: Autores

Tipologías de Acumulador (Baterías)

Dependiendo de la naturaleza interna de la batería y de sus atributos electroquímicos, podemos reconocer algunos tipos en la siguiente tabla 2.

TIPO DE BATERIA	TENSION POR VASO (V)	TIEMPO DE RECARGA	AUTODESCARGA POR MES	N.º DE CICLOS	CAPACIDAD (POR TAMAÑO)	PRECIO
PLOMO-ACIDO	2	8-16 horas	< 5%	Medio	30-50 Wh/kg	Bajo
Ni-Cd (NIQUEL-CADMIO)	1,2	1 hora	20%	Elevado	50-80 Wh/kg	Medio
Ni-Mh (NIQUEL-METAL HYBRIDE)	1,2	2-4 horas	20%	Medio	60-120 Wh/kg	Medio
LI ION (ION LITIO)	3,6	8-16 horas	6%	Medio-Bajo	110-160 Wh/kg	Alto

Tabla 2 - Los acumuladores más utilizados en el mercado con sus características
Fuente: Elementos de una instalación fotovoltaica unidad 1

Los acumuladores más habituales en los establecimientos basados en el sol son los de plomo-corrosión, debido a sus cualidades. Dentro de este tipo descubrimos algunos modelos como muestra en la ilustración 14 [8].





TIPO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	ASPECTO
TUBULAR ESTACIONARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclado profundo • Tiempos de vida largas • Reserva de sedimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado • Disponibilidad escasa en determinados lugares 	
ARRANQUE (SLI, AUTOMOVIL)	<ul style="list-style-type: none"> • Precio • Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Mal funcionamiento ante ciclado profundo y bajas corrientes • Tiempo de vida corto • Escasa reserva de electrolito 	
SOLAR	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación similar a SLI • Amplia reserva de electrolito. • Buen funcionamiento en ciclados medios 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de vida medios • No recomendada para ciclados profundos y prolongados 	
GEL	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro rápido en condiciones de funcionamiento extremos de V-I 	

Ilustración 14 - Diferentes Modelos de Baterías de Plomo-acido
Fuente: Componentes de una instalación fotovoltaica unidad 1

2.2.1.4 Inversor

El aparato cambia la corriente continua por completo a la corriente rotativa que se utiliza en los hogares para la utilización a causa de los establecimientos independientes, por ejemplo desconectados de la red, las variedades que el flujo podría soportar no son generalmente tan significativas como en ese marco de la mente de los inversores de los establecimientos asociados con el marco, todas las cosas consideradas el inversor debe dar un flujo cambiante que es de cualidades similares de la matriz eléctrica a la que se asocia, tanto en la representación sinusoidal, como el valor exitoso que es la tensión de la red y la recurrencia, no puede haber variedades.

Es un elemento muy importante en la conexión del sistema fotovoltaico obsérvese en la Ilustración 15.



Ilustración 15 - Inversor en sitio
Fuente: Autores

2.3 Potencial Solar en el Ecuador

El valor típico aproximado de la radiación solar mundial en Ecuador es de 4.575 Wh/m²/día. El potencial evaluado basado en el sol para propósitos de edad de energía en la nación es de 312 GW idéntico a 456 TWh anual o 283 MBEP (millones de barricas de petróleo mismo) cada año, como se indica en el ATLAS SOLAR DEL ECUADOR dispuesto por el Consejo Nacional de Electricidad – CONELEC. Esta oportunidad de fuente de energía esencial plantea la prueba de ordenamiento de la red

energética que considera ampliar el límite fotovoltaico introducido a partir de plantas de edad, marcos asociados a celosías o marcos potencialmente desvinculados. Los datos del ATLAS SOLAR reconocen a los territorios de Loja y el pedazo sur de Azuay, el punto focal de la nación y el punto focal de Pichincha como las zonas que más radiación reciben, estas regiones con una radiación de más de 5000 Wh/m²/día.

Tampoco sería buena idea que dispongamos de la zona oriental que para todos los efectos desde Morona Santiago y hacia el norte obtienen un grado de radiación por encima del valor normal. Por otra parte, en el Ecuador existen regiones que son de difícil acceso para el zapping tradicional a través del desarrollo de líneas y organizaciones que se asocian al Sistema Nacional Interconectado – SIN.

Tal es la situación del territorio peninsular de Galápagos, que, por su separación de la zona central, debe considerar fundamentalmente respuestas para la edad de la energía utilizando los activos accesibles en las cercanías. Otro caso es el de las redes que viven alejadas de las regiones pobladas, con calles de acceso deficientes y a pocos kilómetros de las organizaciones de transporte [8][10].

2.3.1 Proyectos solares en Ecuador.

En la actualidad, se están desarrollando o estudiando aplicaciones de gran alcance, por ejemplo, los parques fotovoltaicos asociados al sol, impulsados por el Gabinete de Electricidad y Energía Renovable (MEER), tanto en ámbito público del Ecuador como en Galápagos. Los emprendimientos que se acompañan son:

2.3.2 Proyecto fotovoltaico Puerto Ayora (1,5 MWp)

El trabajo de energía fotovoltaica respetuosa con el medio ambiente de 1,5 MWp situado en la ciudad de Puerto Ayora, en la isla de Santa Cruz, división de Galápagos está actualmente en desarrollo. Se supone que la actividad comercial se inició en diciembre de 2013 véase en la ilustración 16.



Ilustración 16 - Proyecto fotovoltaico puerto ayora en construcción
Fuente: Plan maestro de electrificación 2013-2022

2.3.2.1 Proyecto híbrido isla Isabela, Galápagos (1,1 MWp + 1,32 MW)

El último esquema del marco cruzado (fotovoltaico alimentado por sol) fue reducido por el MEER y preparado por Lahmeyer. El proyecto de media raza se compone de 1,1 MWp fotovoltaico; 0,7 MW de suministro de electricidad; y 1,32 MW de doble edad caliente: aceite de piñón – biodiesel, en la actualidad está en fase de desarrollo.

2.3.2.2 Proyecto fotovoltaico Baltra (0,20 MWp)

El trabajo de 200 Wp además de un marco de acumulación de electricidad de 1 MW ha terminado su concentrado de practicidad a partir de julio de 2013, y se supone que el desarrollo comenzaría en la última parte del 2013.

2.3.2.3 Proyectos de generación solar con interés de empresas privadas

En diciembre de 2012, algunas compañías privadas solicitaron al CONELEC los proyectos de edad fotovoltaica que se adjuntan, que se encuentran en diversas fases de revisión se puede observar en la ilustración 17, y 18 [11].

2.3.2.4 Proyectos solares Fovoltavaicos con potencia >1MW

No.	Empresa Gestora	Proyecto	Tipo de Proyecto	Capacidad (MW)	Ubicación
1	Desarrollos Fotovoltaicos del Ecuador S.A.	Shyri 1	Fotovoltaico	50,00	Distrito Metropolitano de Quito - Parroquia de Calderón
2	Martifer Solar		Fotovoltaico	50,00	Loja
3	Condor Solar S.A.	Condor Solar	Fotovoltaico	30,00	Cayambe - Tabacundo
4	Solar Connection S.A.	Solar Connection	Fotovoltaico	20,00	Cayambe - Tabacundo
5	Milenio Solar	Milenio Solar	Fotovoltaico	20,00	Loja
6	Ecuador Energético S.A.	Imbabura - Pimán	Fotovoltaico	25,00	Imbabura - Pimán
7	Atlantic	Chongón	Fotovoltaico	80,00	Chongon
8	Illapa EP	Illapa	Fotovoltaico	49,90	Cotacachi
9	Guitarsa SA	Vaiana	Fotovoltaico	20,00	Cerecita
10	Sunlogics	N/A	Fotovoltaico	No está definido	No está definido
11	Enersol	Enersol	Fotovoltaico	50,00	No está definido
12	Las Ballenas SA	Ballensa	Fotovoltaico	17,95	No está definido
13	Racalser y Asociados Cía. Ltda.	Chota - Piman	Fotovoltaico	20,00	Imbabura-Ibarra-Sagrario-Pimán
14	Empresa de Energía Renovable Cayambe CA ENERCAY	Mitad del Mundo	Fotovoltaico	25,00	Pichincha - Cayambe, Parroquia Cangahua, sector Buena Esperanza - Pitana Bajo
15	SUPERGALEON S.A.	San Alfonso	Fotovoltaico	15,00	Imbabura, Ibarra, relleno sanitario San Alfonso
16	EMETRICPLUS S.A.		Fotovoltaico	10,00	Santa Elena. Santa Elena
17	ENERGIASMANABITAS S.A.	Los Bajos	Fotovoltaico	30,00	Manabi, Montecristi, sector Los Bajos
18	Milenio Solar		Termosolar	50,00	Loja
19	SUN ENERGY ECUADOR S.A. ENERGYEC	Rancho Solar Villa Cayambe	Fotovoltaico	20,00	Provincia de Manabi, Cantón Cayambe, vía Cayambe - Cajas
20	GALAPAGOSPOWER	Proyecto Fotovoltaico GPSA	Fotovoltaico	20,00	Provincia de Loja sector Sapotillo
21	GALAPAGOSPOWER	Proyecto Fotovoltaico GPSA	Fotovoltaico	10,00	Provincia de Loja sector Gonzanamá
22	GALAPAGOSPOWER	Proyecto Fotovoltaico GPSA	Fotovoltaico	10,00	Provincia de Imbabura Cantón Ibarra
23	COMPESANFER S.A.	Proyecto de Generación Eléctrica, Utilizando los Residuos Sólidos Generados en el Cantón Chone.	Biomasa	10,70	Provincia de Manabi, Cantón Chone.
24	SOLMANTAG S.A.	San Eloy	Fotovoltaico	15,00	Cantón Urququí, provincia de Imbabura
25	Energía Solar SA	Los Bajos	Fotovoltaico	30,00	Los Bajos - Montecristi
26	COLIMBUELA S.A.	Colimbuela	Fotovoltaico	15,00	Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura
27	COTACACHI ENERGÍA SOLAR S.A.	Sin nombre definido	Fotovoltaico	49,90	Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura
28	ATLANTIC ENERGY ECUADOR S.A.	Lagarto	Fotovoltaico	25,00	Provincia de Esmeraldas
29	GRANSOLAR	Salinas	Fotovoltaico	5,00	Localidad de Salinas, provincia de Imbabura
30	Atlantic Energy Ecuador	Tonchigue	Fotovoltaico	25,00	Parroquia Tonchigue; Cantón Atacames; Provincia Esmeraldas
31	Solar Energy Ecuador S.A.	Rancho Solar Catamayo	Fotovoltaico	20,00	Parroquia Catamayo-El Tambo; Cantón Catamayo; Provincia Loja
32	Ecuador Energético S.A.	Santa Elena Primera Fase	Fotovoltaico	25,00	Provincia Santa Elena, Canton Santa Elena
33	AMAZON SOLAR S.A.	Juan Montalvo	Fotovoltaico	10,00	Provincia Santa Elena, Canton Santa Elena
34	COSTANERA SOLAR COSSOLAR S.A.	Guabillo	Fotovoltaico	10,00	Provincia El Oro, Canton Arenillas, Parroquia Chacras
35	GUJOMA SOLAR S.A.	Zapotal	Fotovoltaico	10,00	Provincia Santa Elena, Canton Santa Elena
36	GASGREEN CIA. LTDA.	Re lleno Sanitario el Inga I y II	Biogas	5,00	Provincia de Pichincha, Canton Quito
Total				878,45	

Ilustración 17 - Proyecto fotovoltaico con interés de empresas privadas >1MW
Fuente: Plan maestro de electrificación 2013-2022

2.3.2.5 Proyectos solares Fotovoltaicos con potencia <1MW

No.	Empresa Gestora	Proyecto	Tipo de Proyecto	Capacidad (MW)	Ubicación
1	GECI ESPAÑOLA S.A.	Mira	Fotovoltaico	0,999	Localidad Mira, provincia de Imbabura
2	COSTANERA SOLAR COSSOLAR S.A.	Las Quemazones	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Carcabón.
3	ARRAYASOLAR S.A.	Machala	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Carcabón.
4	ENEGELISA	Malchinguí	Fotovoltaico	0,999	Localidad Malchinguí, provincia de Imbabura
5	Inti Huasi Servicios CIA. LTDA.	Sagrario	Fotovoltaico	0,995	Sector Piedra Bola; Parroquia El Sagrario; Provincia Imbabura
6	Ecuasolaricec CIA. LTDA.	Pusir	Fotovoltaico	0,995	Zona Tumbatu; Provincia Esmeraldas
7	Inti Huasi Servicios CIA. LTDA.	Bolívar	Fotovoltaico	0,995	Zona Tumbatu; Provincia Esmeraldas
8	Lupemergy S.A.	Lorena	Fotovoltaico	0,995	Falta por llegar expediente físico
9	AUSTRAL SOLAR AUSSOLAR S.A.	El Oro	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Chacras.
10	GUJOMA SOLAR S.A.	Cabo Minacho	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Chacras.
11	Aurora Solar S.A.	Aurora	Fotovoltaico	0,995	Provincia del Pichincha, sector Bellavista
12	Sunco Sistema Fotovoltaico Cia Ltda	Sunco Mulao	Fotovoltaico	0,997	Provincia de Cotopaxi, población Mulalá
13	EQUINOCOSOLAR CIA.LTDA.	Central Fotovoltaica Tumbatú	Fotovoltaico	0,995	Provincia de Imbabura, en el sector de Piedra Bola, Parroquia el Sagrario.
14	EQUINOCOSOLAR CIA.LTDA.	Central Fotovoltaica Tumbatu-Equinocsolar	Fotovoltaico	0,995	Provincia del Carchi, en una Parroquia Rural del Cantón Bolívar.
15	EOLIGENER S.A	Central Fotovoltaica El Jardín	Fotovoltaico	0,995	Provincia de el Oro sector la y de Chacras
16	CHIRGERENO S.A	Central Fotovoltaica La Luz	Fotovoltaico	0,995	Provincia de el Oro Cantón Arenillas Parroquia Chacras
17	ECUASOLARICEC CIA.LTDA.	Central Fotovoltaica Piman Chiquito-Ambuquí	Fotovoltaico	0,995	Provincia de Imbabura al extremo Nororiental.
18	ECOGEN S.A.	Huaquillas	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Huaquillas, Parroquia Chacras.
19	GENROC S.A.	Chacras	Fotovoltaico	0,995	Provincia el Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Chacras.
20	LA LIBERTAD SOLAR S.A.	Santa Elena	Fotovoltaico	0,995	Provincia Santa Elena, Cantón Santa Elena.
21	VALSOLAR S.A.	Malchingui	Fotovoltaico	0,995	Provincia Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, Parroquia Malchingui.
22	GREENWATT Cia. Ltda.	Pingunchuela	Fotovoltaico	0,995	Provincia Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia Salinas.
23	AURORA SOLAR AUROSO S.A.	Edelmira	Fotovoltaico	0,995	Provincia Imbabura
24	GENERLOJ S.A.	Santa Rosa	Fotovoltaico	0,995	Provincia de El Oro, Cantón Arenillas, Parroquia Chacras
25	AUTICON	Atahualpa	Fotovoltaico	1,000	Santa Elena
26	SEDOFOCORP	Chanduy	Fotovoltaico	1,000	Santa Elena
27	FIDATOLEH S.A.	El Azúcar	Fotovoltaico	1,000	Santa Elena
28	RENOENERGY	Renoenergy	Fotovoltaico	0,700	Loja
29	PROSOLAR LOJA	Prosolar Loja	Fotovoltaico	0,900	Loja
30	GENALTERNATIVA	El Álamo	Fotovoltaico	0,995	El Oro
Total				29,485	

Ilustración 18 - Proyecto fotovoltaico con interés de empresas privadas <1MW
Fuente: Plan maestro de electrificación 2013-2022

2.4 Electrificación rural con SFV en el Ecuador

El incremento de las tareas que se han realizado decididas a suministrar energía a aquellas familias que residen en órdenes sociales distantes ha sido imponente, una cifra de la autoridad muestra 646 casas beneficiadas a través del apoyo de los activos de FERUM en algún punto del rango de 2003 y 2007 (CONELEC, 2008). No obstante, en una presentación pasada, se reportaron 619 marcos creados durante un tiempo similar.

La ilustración 19 muestra estos datos. Las organizaciones, por ejemplo, los servicios, los estados vecinales y las ONG han dado marcos fotovoltaicos a algunas familias, principalmente en la localidad amazónica de Ecuador.

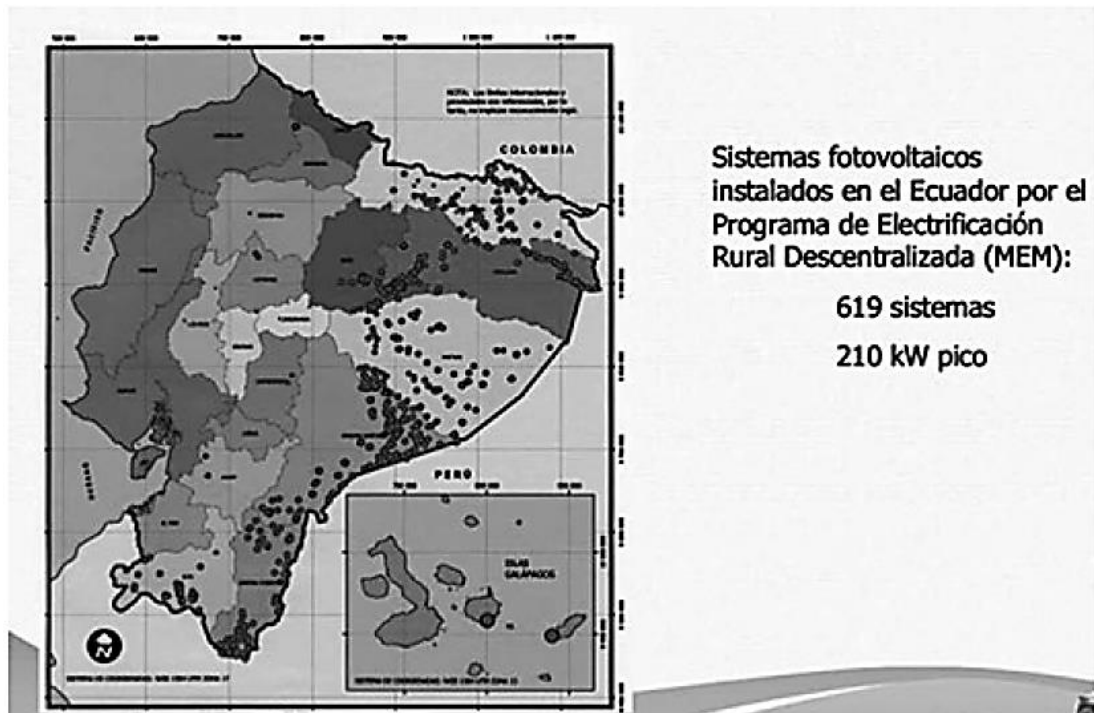


Ilustración 19 - Sistemas solares instalados en Ecuador hasta 2007 (CONELEC, 2007)
Fuente: Energía renovable Ecuador 2015

2.4.1 Patrón de gestión para la electrificación rural sostenible

Una de las preocupaciones persistentes en los proyectos de energía rústica con marcos fotovoltaicos es su sostenibilidad. El modelo de prueba para la viabilidad de la carga rústica en regiones lejanas propuesto por CENTROSUR, y que se ha utilizado en el proyecto Yantsa Ii Etsari, depende de la conexión excepcionalmente acogedora entre el área local y la organización de apropiación. Determina la administración del mayorista como un impacto excepcionalmente asombroso para lograr la gestión habilidad (especializada, socio-ecológica, monetaria e institucional) respecto a la asociación del área local. La ilustración 20 muestra el modelo de base donde se utiliza momentáneamente cada uno de sus componentes [8].

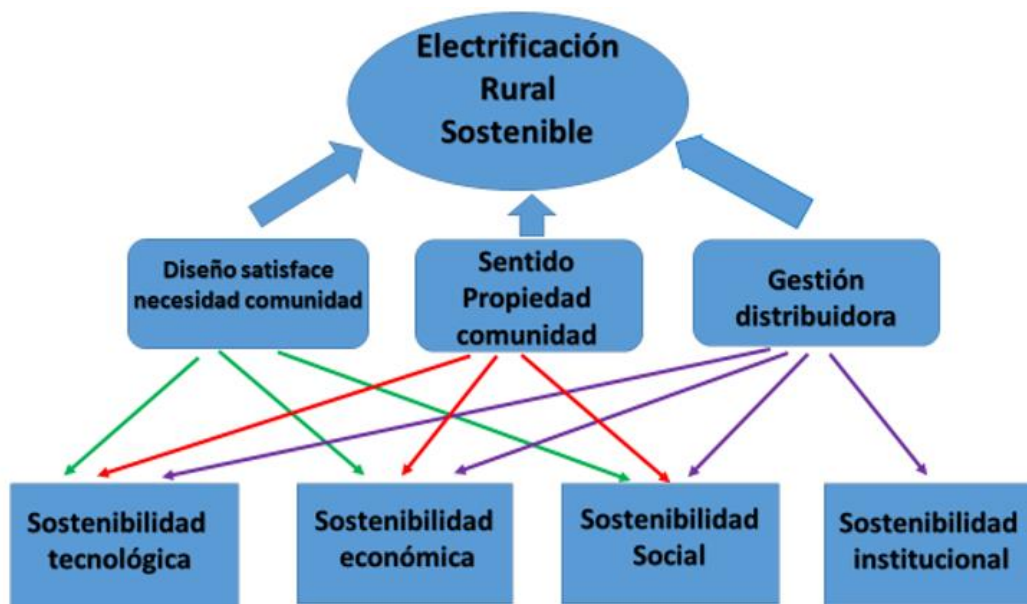


Ilustración 20 - Patrón de electrificación rural sostenible
Fuente: Energía renovable en Ecuador 2015

2.5 Normativa de los sistemas solares fotovoltaicos

2.5.1. Norma IEC (International Electrotechnical Commission)

La Comisión Electrotécnica Internacional, que establece y distribuye directrices generales en ámbito de hardware, energía e innovaciones relacionadas.

Diseño

IEC 62124:2004 Equipos fotovoltaicos autónomos. Confirmación del plan.

Es esta norma la variante de autoridad, en español, la norma europea EN 62124:2005, que asume así el control sobre la norma mundial IEC 62124:2004.

Esta norma ha sido creada por el consejo especializado AEN/CTN 206 Producción de Energía Eléctrica, cuyo secretario es UNESA.[5]

2.5.2 Reglamentación eléctrica Ecuatoriana.

Regulación ARCONEL 003/18

En el Ecuador se encarga de revisar la reglamentación que debe cumplir el consumidor para el autoabastecimiento de electricidad por medio de la micro generación fotovoltaico, las cuales son: la obligación del consumidor final, la obligación de la distribuidora, los contratos, el cual es el valor del kWh que contribuye el sistema fotovoltaico [12].

2.6 Electrificación sencilla de un domicilio

Para el nivel la electrificación sencilla se diseña como un sistema pequeño, para el uso en una instalación interna de un nuevo domicilio, como objetivo tiene la utilización de electrodomésticos sencillo sin que haya la necesidad de una remodelación. Este nivel de electrificación tiene los siguientes circuitos individuales véase ilustración 21.

- C1** circuito interno de alumbrado.
- C2** circuito de repartición interior correspondiente a tomacorrientes de uso general.
- C3** circuito - repartición interior correspondiente a la cocina.
- C4** circuito - repartición interior correspondiente a lavadora
- C5** circuito - repartición interior correspondiente a tomas de corrientes de cuartos de baño.[13]

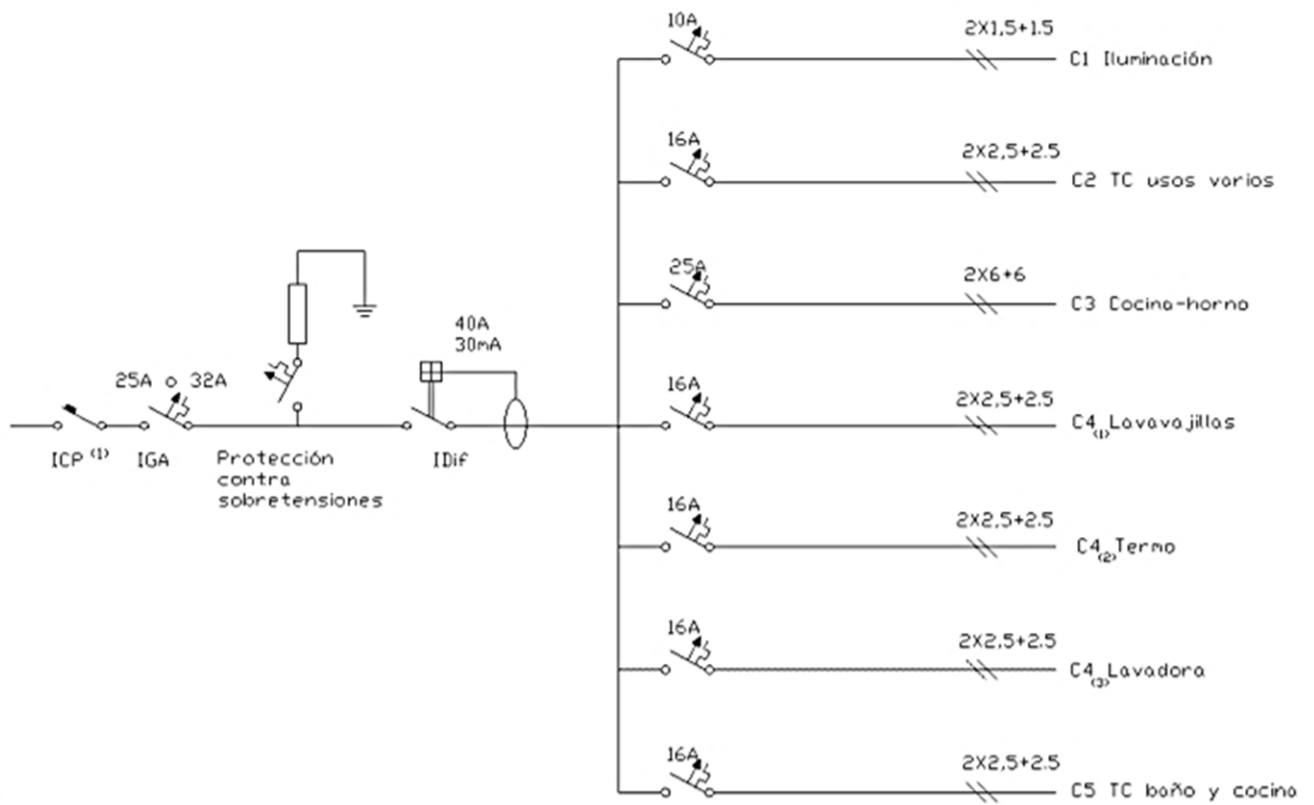


Ilustración 21 - Electrificación sencilla de un domicilio
Fuente: Autores

CAPÍTULO III

3.1 Método de cálculo básico de un sistema fotovoltaico en una vivienda

Hoy en día existen numerosas estrategias de estimación para la planificación de un marco fotovoltaico independiente (SFVA). Asimismo, existe una programación de PC para la estimación y recreación diaria de cómo actúan estos marcos de forma vivaz. El Atlas Solar (CONELEC, 2008) establece una técnica de estimación y modelo de plan para los marcos fotovoltaicos privados, en esta parte se muestra una ilustración de cálculo para un grupo planetario de una casa pensando en las condiciones de la región provincial ecuatoriana.

3.2 Proyección de la demanda

Es lo más trascendental en el dimensionamiento de un SFVA, donde debemos conocer las actividades diarias de las personas que habitan en la vivienda para basar en eso la proyección en el uso de luminarias y aparatos eléctricos, como muestra en la consiguiente tabla 3 [8].

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA				
EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO EN VATIOS	HORAS DE USO AL DIA	CONSUMO ENERGÍA VATIOS HORA
TV LED	1	90	6	540
ILUMINACION TIPO LED DE 15W	4	15	6	360
ELECTRODOMESTICOS	1	60	4	240
OTROS				0
	POTENCIA MÁXIMA	210		
			CONSUMO ENERGÍA	1140

Tabla 3 - Proyección de la demanda eléctrica de la vivienda
Fuente: Autores

- La tabla 3 se muestra la proyección de utilización de energía para una casa de campo con la información adjunta:
- U_e : Utilización de energía de interés: 1140 Wh
- HSP: Irradiación diaria mensual del mes más negativo: 3.14 KWh/m²
- E_{rn} : ¿Energía real necesaria = ?
- n_g : Eficiencia carga-liberación de los acumuladores (0.8) [8].

3.2.1 Consumo o energía real necesario

Con los datos de la ilustración 24, calculamos la energía real necesario (E_{rn}).

$$E_{rn} = \frac{U_e}{n_g} = \frac{1140}{0.8} = 1425 \text{ Wh/d}$$

Ecuación 1 - Energía real necesario

3.2.2 Cálculo de los acumuladores (baterías)

Para el cálculo de los acumuladores utilizamos los siguientes parámetros.

N : días de autonomía que en este caso serán 3.

E_{rn} : Energía real necesaria

E_{rda} : Energía requerida para N días de autonomía.

$$E_{rda} = E_{rn} * N = 3(1425) = 4275 \text{ Wh/d}$$

Ecuación 2 - Cálculo de los acumuladores

C_{BWh} : Capacidad del sistema de acumulación

DOD: Profundidad máxima de liberación de los acumuladores (0.8)

n_c : pérdidas efecto joule (5% estimado)

$$C_{BWh} = \frac{E_{rn} * N}{DOD * (1 - n_c)} = \frac{4275}{0.8 * (0.95)} = 5625 \text{ Wh}$$

Ecuación 3 - Capacidad del sistema de acumulación

La dimensión del sistema de acumulación (C_{BAh}) en Ah se consigue dividiendo el valor anterior para el voltaje en este caso 24V.

$$C_{BAh} = \frac{C_{BWh}}{V} = \frac{5625}{24} = 234.37 \text{ Ah}$$

Ecuación 4 - Dimensión del sistema de acumulación

Utilizando acumuladores de 100 Ah, siendo necesario colocar 2 acumuladores para el almacenaje de energía en estos tipos de hogares.

3.2.3 Número de paneles

HSP: 3,14 kWh/m² del mes más problemático para esta situación es noviembre este valor se obtiene utilizando el software PVsyst que sirve para el diseño de sistemas fotovoltaicos como indica la ilustración 22.

Una vez que se conoce el valor del HSP y los otros parámetros se procede a reemplazar en la formula, para obtener el número total de paneles.

Ern: energía real esperada = 1425Wh

N_C : Perdidas a causa de la asociación y de la dispersión de los límites (10%, evaluado, $N_C=0.1$)

W_{PP} : Potencia pico por panel, para esta situación se piensa en un panel de 280Wpico.

N_{TPS} : Número total de paneles solares

$$N_{TPS} = \frac{E_{rn}}{W_{pp} * HSP(1 - n_c)} = \frac{1425}{280 * 3.14(1 - 0.1)} = 1.80 = 2 \text{ panel}$$

Ecuación 5 - Número de paneles solares

	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	4.38	2.54	26.5	1.30	4.368	71.1
Febrero	4.38	2.63	26.3	0.99	4.192	77.1
Marzo	4.79	2.89	26.9	1.09	4.248	75.1
Abril	5.02	2.61	26.6	1.20	4.704	75.1
Mayo	4.68	2.44	26.3	1.50	4.632	72.5
Junio	3.92	2.31	24.7	2.10	4.161	74.1
Julio	3.95	2.48	24.3	2.40	3.940	72.2
Agosto	4.00	2.64	24.0	2.79	4.164	71.4
Septiembre	4.23	2.30	24.0	2.89	4.693	71.0
Octubre	3.18	2.35	24.4	2.80	4.874	69.9
Noviembre	3.14	2.28	24.6	2.70	5.009	69.7
Diciembre	4.34	2.93	26.4	2.19	5.279	64.7
Año	4.17	2.53	25.4	2.0	4.522	72.0

Ilustración 22 - Irradiación horizontal global
Fuente: Meteonorm 8.0

3.2.4 Cálculo del regulador de carga

El cálculo del regulador se tiene en cuenta los siguientes parámetros.

I_e : Intensidad de entrada

1.25: Factor de seguridad

I_{sc} : Intensidad de cortocircuito correspondiente a módulo fotovoltaico

N_{TPS} : # Total de paneles solares


$$I_e = 1.25 * I_{sc} * N_{TPS}$$

$$I_e = 1.25 * 9.2 * 2 = 23 A$$

Ecuación 6 - Regulador de carga

Entonces se utilizará un regulador 30 A 12 – 24V[14].

En la ilustración 23 utilizando el software PVsyst se obtiene el valor de la corriente de corto circuito del módulo fotovoltaico.

Modelo	JKM 280PP-60	Fabricante	Jinkosolar
Nombre de archivo	Jinko_JKM_280PP_60.PAN	Fuente datos	Manufacturer 2017
	Base de datos PVsyst original		Prod. desde 2015


Especificaciones del fabricante o otras medidas							
Condiciones de referencia	GRef	1000	W/m ²	TRef	25	°C	
Corriente de cortocircuito	Isc	9.200	A	Circuito abierto Voc	39.40	V	
Punto de Potencia máx.	Imp	8.690	A	Vmpp	32.30	V	
Coeficiente de temperatura	muIsc	5.5	mA/°C	Núm. de células	60 en series		
	o muIsc	0.060	%/°C				

Ilustración 23 - Intensidad de cortocircuito del FV
Fuente: PVsyst 7.2

3.3 Esquemas y planos eléctricos de la instalación del sistema fotovoltaico autónomo (SFVA)

Estos esquemas fueron realizados con el software AutoCAD y detallan como realmente quedará instalado el sistema en sí, también nos ayudara a utilizar el presupuesto de una forma adecuada en lo que es la compra y operación de los equipos. Estos planos que se describen a continuación muestran la elaboración del proyecto.

3.3.1 Simbología utilizada en el diseño fotovoltaico

La simbología de la ilustración 24 sirve para interpretar los planos correctamente y saber los elementos utilizados en los mismos.

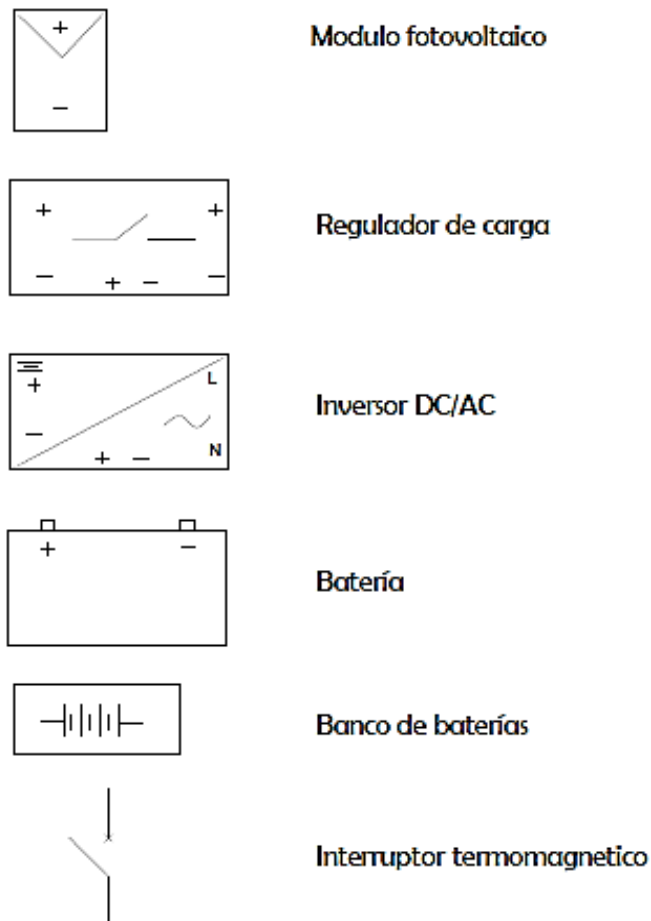


Ilustración 24 - Simbología del SFVA
Fuente: Autores

3.3.2 Diagrama unifilar del sistema

El esquema unifilar que se muestra en la ilustración 25, es la construcción normal de una asociación de marcos fotovoltaicos separados, para esta situación está hecha por dos placas fotovoltaicas de 280Wp que produce energía de 24VDC, cuya energía es transportada a un controlador o regulador de carga tipo MPPT, que así suministra capacidad a un banco de dos baterías de 12VDC asociadas en serie, por último tenemos

un inversor que es el que cambia sobre la tensión de información de 24VDC a una tensión de resultado de 120VAC que impulsará los circuitos eléctricos a la casa.

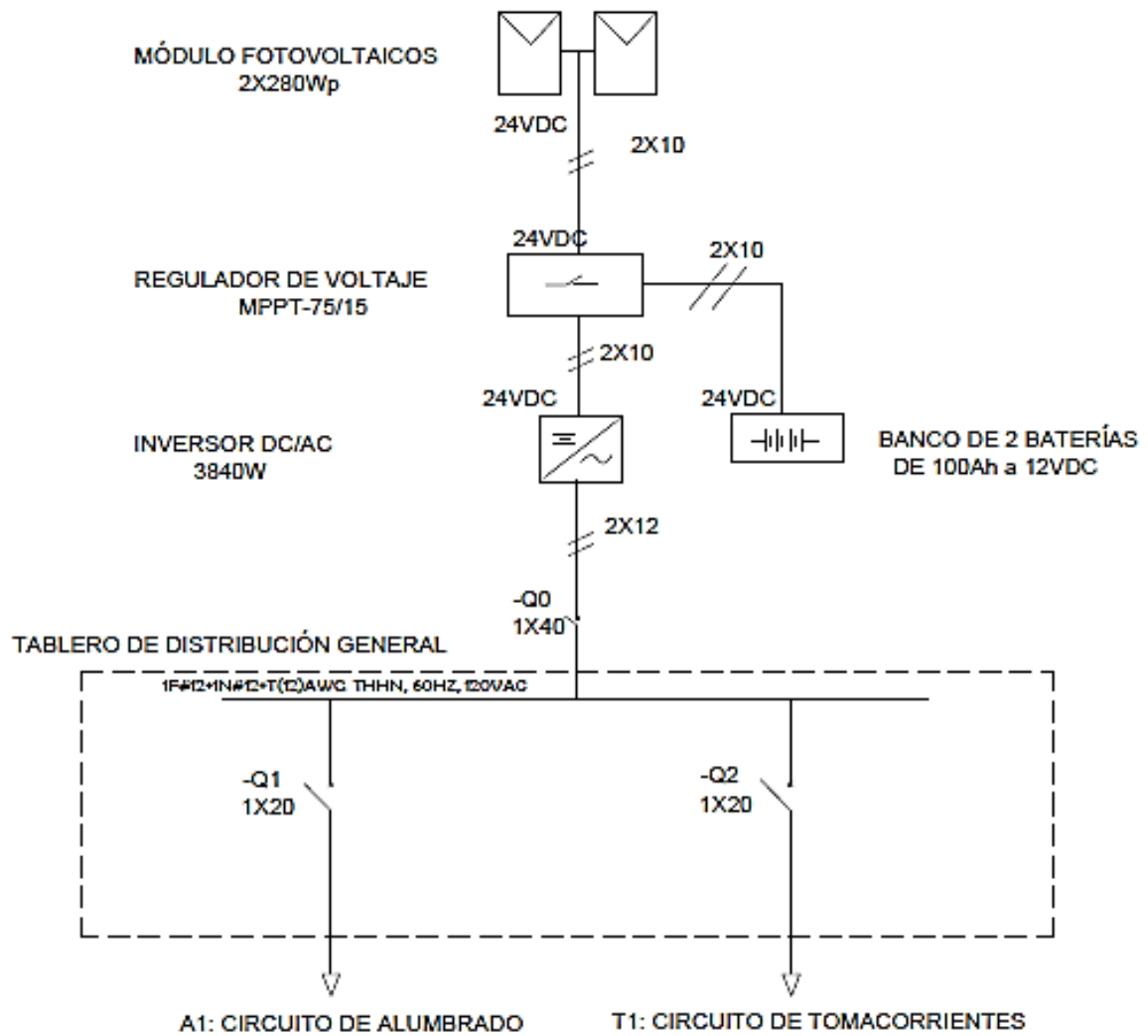


Ilustración 25 - Diagrama unifilar del SFVA
Fuente: Autores

3.3.3 Diagrama de conexión de los módulos Fotovoltaicos

En la ilustración 26 podemos observar la correcta conexión en serie de los módulos en este caso se utilizó dos unidades de 280Wp.



Ilustración 26 - Conexión de los módulos fotovoltaicos
Fuente: Autores

3.3.4 Diagrama de conexión de los acumuladores

Previamente obtenidos los cálculos de cuantas baterías se debía utilizar para nuestro sistema logramos saber las características que necesitaríamos dos baterías de 100Ah conectadas en serie que nos darían un voltaje de 24VDC la cual es lo que necesitaríamos a la puerta del inversor y del controlador, véase en ilustración 27.

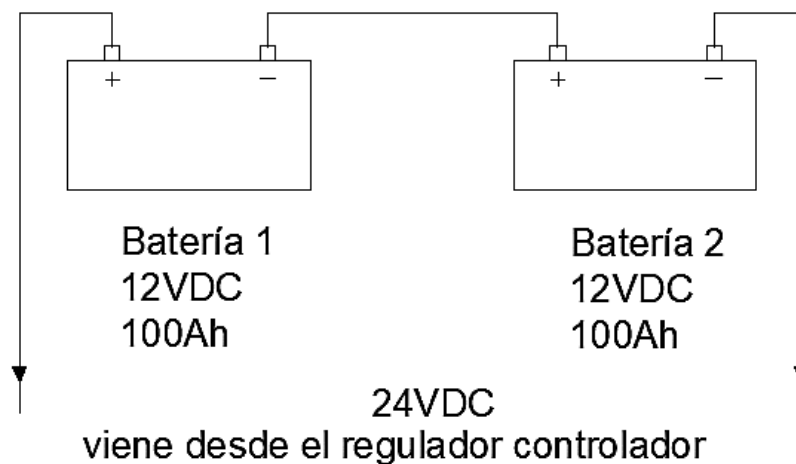


Ilustración 27 - Conexión de los acumuladores
Fuente: Autores

3.3.5 Diagrama de conexión del controlador de carga

El diagrama indica las conexiones que se debe hacer a la entrada y a la salida de este elemento, también el voltaje que ingresa y que sale del regulador de carga el cual es 24VDC, obsérvese en la ilustración 28.

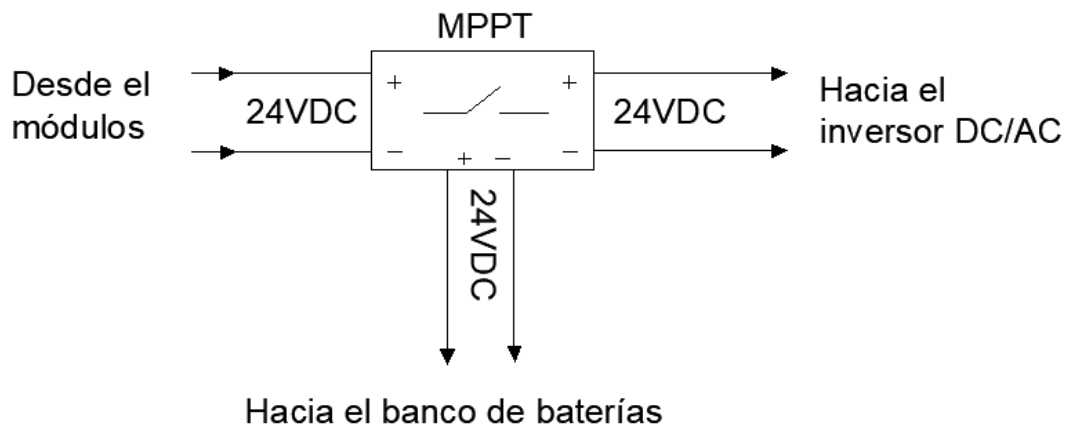


Ilustración 28 - Conexión del controlador de carga
Fuente: Autores

3.3.6 Diagrama de conexión del inversor

Se observa en la ilustración 29 la conversión del voltaje de entrada en DC y el de salida en AC [15].

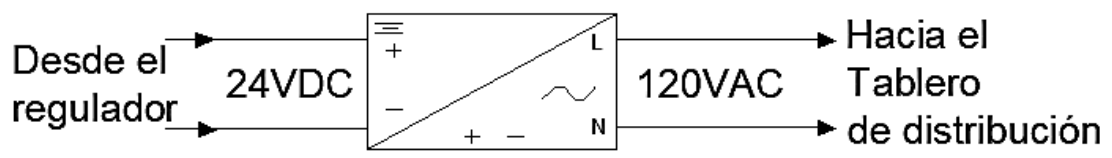


Ilustración 29 - Conexión del inversor
Fuente: Autores

3.4 Diagramas y planos del hogar

3.4.1 Plano arquitectónico del hogar

Se detalla las dimensiones y la infraestructura del hogar donde se implementó el sistema aislado fotovoltaico ilustración 30.

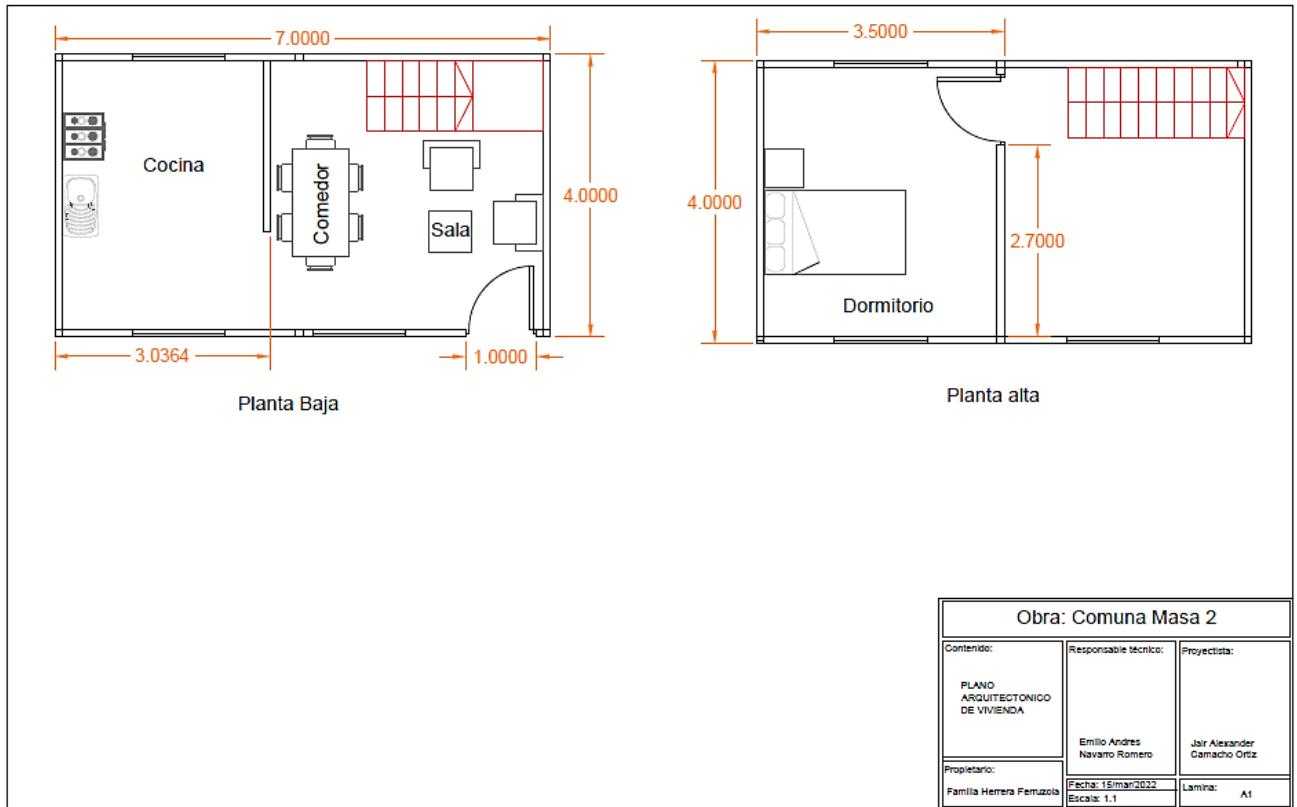


Ilustración 30 - Plano arquitectónico
Fuente: Autores

3.4.2 Plano eléctrico del hogar

En la ilustración 31 se observa el diseño del circuito de alumbrado y de las tomas de corrientes, y también la simbología utilizada.

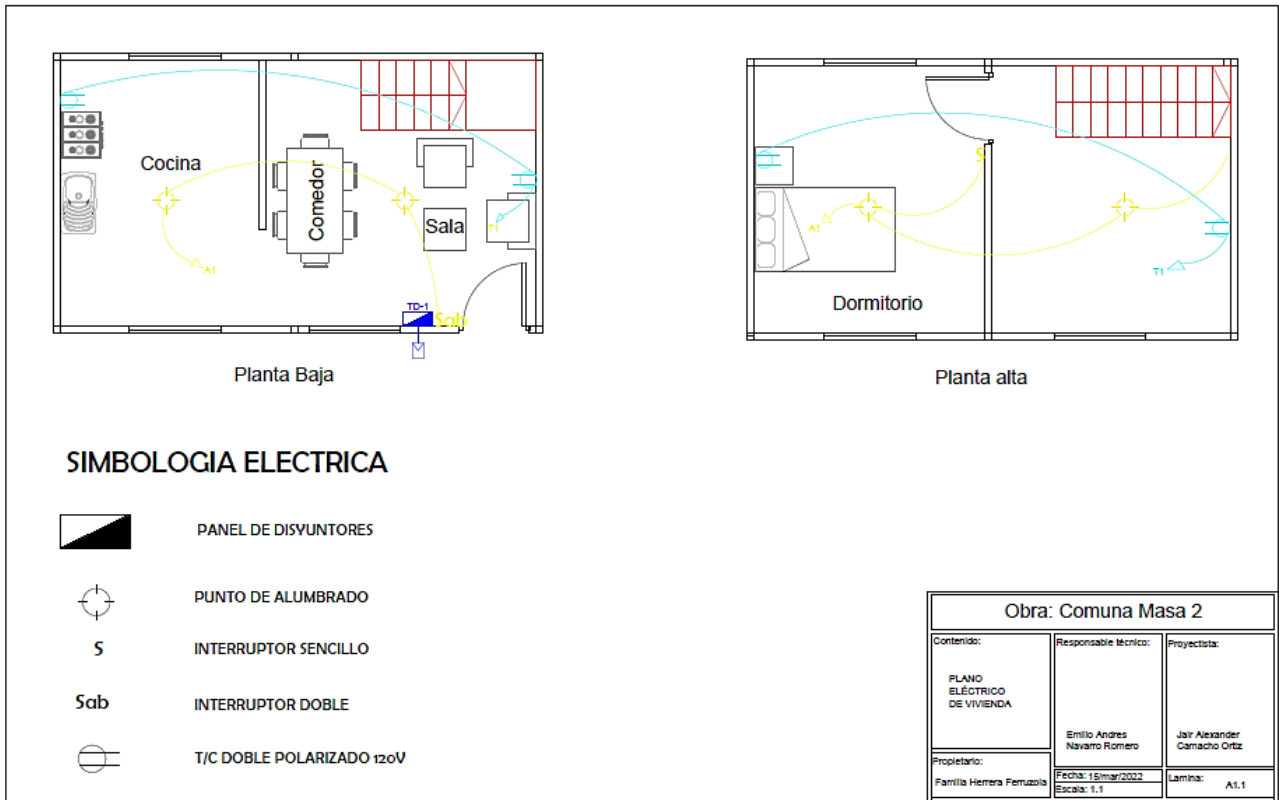


Ilustración 31 - Plano eléctrico
Fuente: Autores

3.5 Simulación del sistema fotovoltaico autónomo de la vivienda en el software PVsyst 7.2

Inicialmente, se elige la UBICACIÓN GEOGRÁFICA del sitio que se realizó el estudio de factibilidad para el proyecto en este caso la comuna Masa 2 se puede observar en la ilustración 32 (latitud: -2.3842) (longitud: -79.8603).

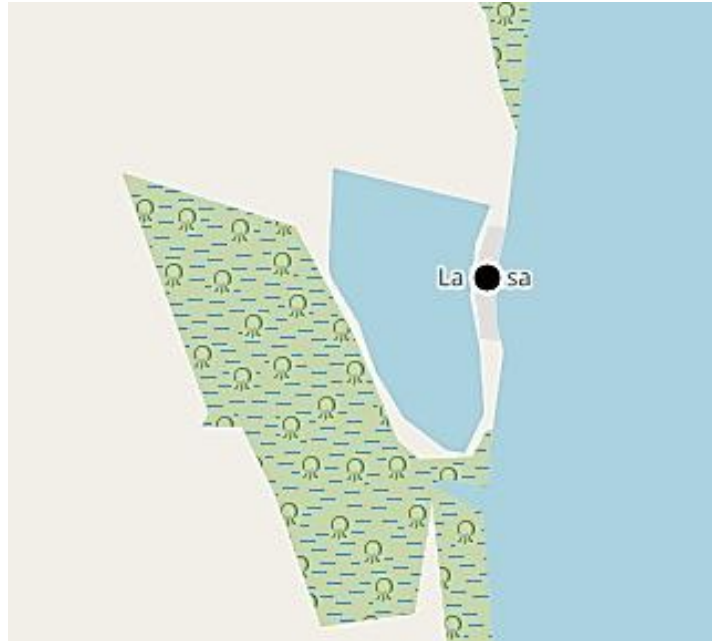


Ilustración 32 - Sitio geográfico
Fuente: PVsyst 7.2

Una vez elegido el sitio geográfico se refleja el METEO MENSUAL aquí se puede observar la información de la irradiación global en kwh/m2/día. Ilustración 33

	Irradiación horizontal global kWh/m ² /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m ² /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke []	Humedad relativa %
Enero	4.38	2.54	26.5	1.30	4.368	71.1
Febrero	4.38	2.63	26.3	0.99	4.192	77.1
Marzo	4.79	2.89	26.9	1.09	4.248	75.1
Abril	5.02	2.61	26.6	1.20	4.704	75.1
Mayo	4.68	2.44	26.3	1.50	4.632	72.5
Junio	3.92	2.31	24.7	2.10	4.161	74.1
Julio	3.95	2.48	24.3	2.40	3.940	72.2
Agosto	4.00	2.64	24.0	2.79	4.164	71.4
Septiembre	4.23	2.30	24.0	2.89	4.693	71.0
Octubre	3.18	2.35	24.4	2.80	4.874	69.9
Noviembre	3.14	2.28	24.6	2.70	5.009	69.7
Diciembre	4.34	2.93	26.4	2.19	5.279	64.7
Año	4.17	2.53	25.4	2.0	4.522	72.0

Ilustración 33 - Irradiación horizontal global
Fuente: PVsyst 7.2

En orientación seleccionamos los PARÁMETROS DE CAMPO en este caso el plano de inclinación fijo de 10°. Obsérvese en ilustración 34

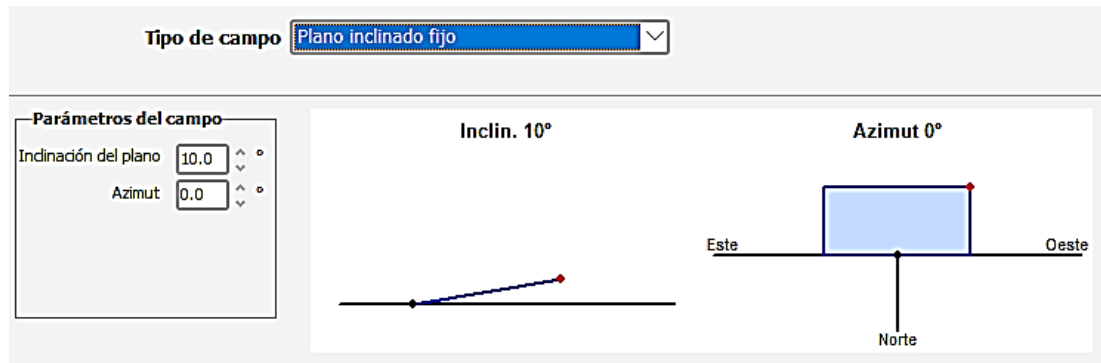


Ilustración 34 - Angulo de inclinación del FV
Fuente: PVsyst 7.2

Después en el ítem NECESIDADES DEL USUARIO se coloca las potencias consumidas diariamente de los dispositivos eléctricos y la hora de uso diario, como se observa la ilustración 35.

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
4	Lamps (LED)	15 W/lámpara	6.0 h/día	OK	360 Wh
1	TV / PC / móvil	90 W/apar.	6.0 h/día	OK	540 Wh
1	Electrodomésticos	60 W/apar.	4.0 h/día	OK	240 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh
Energía diaria total					1140 Wh/día
Energía mensual					34.2 kWh/mes

Info aparatos

Definición de consumo por

Años Estaciones Meses

Fin de semana o uso semanal

Usar solo durante

días en una semana

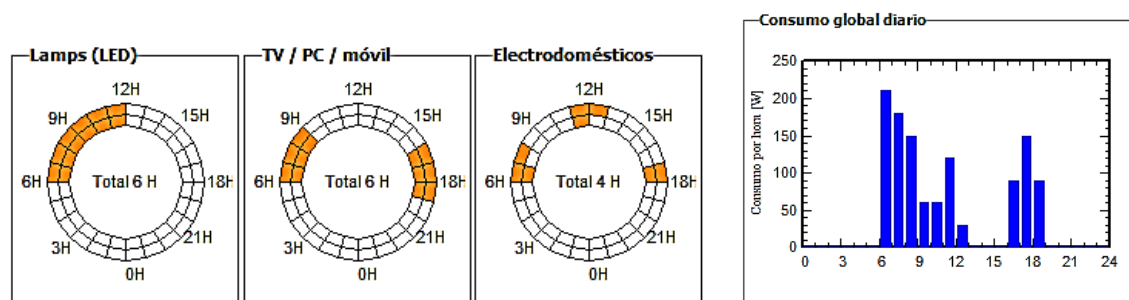


Ilustración 35 - Necesidades del usuario
Fuente: PVsyst 7.2

En el ítem SISTEMA se escoge las características del panel fotovoltaico, del controlador de carga y baterías a utilizar, se muestra la ilustración 36

Almacenamiento PV Array Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre: PV Array
 Oriente: **Plano inclinado fijo** Indinación: **10°** Azimut: **0°**

Ayuda de pre-dimensionamiento
 Sin dimensionar Ingrese potencia planeada: kWp
 Redimens. ... o área disponible: m²

Seleccione el módulo FV
 Prod. desde 2015 Ordenar módulos: Potencia Tecnología
 Jinkosolar 280 Wp 27V Si-poly JKM 280PP-60 Desde 2015 Manufacturer 201
 Voltajes de dimensionamiento: Vmpp (60°C) **27.4 V**
 Voc (-10°C) **44.1 V**

Seleccione el modo de control y el controlador
 Controlador universal Todos los fabricantes Convertidor de potencia MPPT
 Corriente máx. de carga-descarga
 Modo operativo:
 Acoplamiento directo MPPT 1000 W 24 V 26 A 9 A Universal controller with MPPT conve G
 Convertidor MPPT Los parámetros de funcionamiento del controlador universal se ajustará automáticamente de acuerdo con las propiedades del sistema.
 Convertifor CC-CC

Diseño del conjunto FV
Número de módulos y cadenas debe ser/estar:
 Mód. en serie: Sin restricciones
 Núm. de cadena: entre 1 y 1
 Núm. de módulos: **2** Área: **3 m²**

Condiciones de operación:
 Vmpp (60°C) 55 V
 Vmpp (20°C) 66 V
 Voc (-10°C) 88 V
 Irradia. plano **1000 W/m²**
 Imp (STC) 8.7 A Potencia de funcionamiento máx. **0.6 kW**
 Isc (STC) 9.3 A (en 1000 W/m² y 50°C)
 Isc (en STC) 9.2 A **Potencia nom. conjunto (STC) 560 Wp**

Ilustración 36 - Sistema SF
 Fuente: PVsyst 7.2

Finalmente ejecutamos el ítem de SIMULACIÓN donde se podrá visualizar los diagramas resultantes e imprimir el informe completo de cuyo dimensionamiento, ilustración 37 [16].

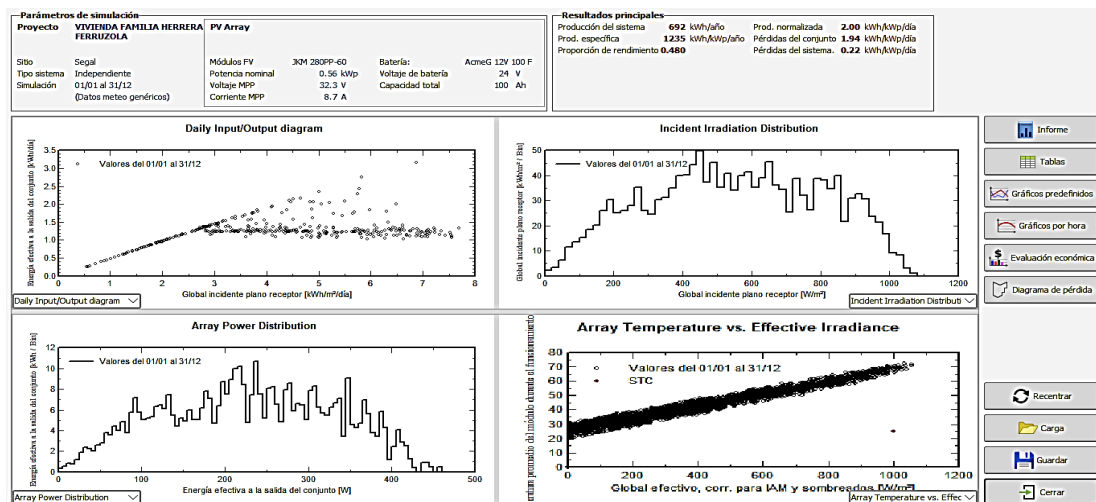


Ilustración 37 - Resultados de simulación
 Fuente: PVsyst 7.2

3.6 Resultados de simulación en software PVsyst 7.2



PVsyst V7.2.8
 VCO, Fecha de simulación:
 13/03/22 21:09
 con v7.2.8

Proyecto: VIVIENDA FAMILIA HERRERA FERRUZOLA

Variante: New simulation variant

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Segal	Latitud -2.38 °S	Albedo 0.20
Ecuador	Longitud -79.86 °W	
	Altitud 6 m	
	Zona horaria UTC-5	
Datos meteo		
Segal		
Meteororm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías		
Orientación campo FV	Necesidades del usuario		
Plano fijo	Consumidores domésticos diarios		
Inclinación/Azmut 10 / 0 °	Constante durante el año		
	Promedio	1.1 kWh/Día	
Información del sistema		Paquete de baterías	
Conjunto FV		Tecnología	Plomo-ácido, sellado, Gel
Núm. de módulos	2 unidades	Núm. de unidades	2 unidades
Pnom total	560 Wp	Voltaje	24 V
		Capacidad	100 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	691.5 kWh/año	Producción específica	1235 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	48.04 %
Energía usada	409.2 kWh/año			Fracción solar (SF)	98.33 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Necesidades detalladas del usuario	4
Resultados principales	5
Diagrama de pérdida	6
Gráficos especiales	7



Proyecto: VIVIENDA FAMILIA HERRERA FERRUZOLA

Variante: New simulation variant

PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
13/03/22 21:09
con v7.2.8

Parámetros generales

Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Configuración de cobertizos	
Orientación		Sin escena 3D definida	
Plano fijo			
Inclinación/Azmut	10 / 0 °		
Necesidades del usuario		Modelos usados	
Consumidores domésticos diarios		Transposición	Perez
Constante durante el año		Difuso	Perez, Meteonorm
Promedio	1.1 kWh/Día	Circunsolar	separado

Características del conjunto FV

Módulo FV		Batería	
Fabricante	Jinkosolar	Fabricante	Narada
Modelo	JKM 280PP-60	Modelo	AcmeG 12V 100 F
(Base de datos PVsyst original)		Tecnología	Piomo-ácido, sellado, Gel
Unidad Nom. Potencia	280 Wp	Núm. de unidades	2 en series
Número de módulos FV	2 unidades	Descarga mín. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	560 Wp	Energía almacenada	2.0 kWh
Módulos	1 Cadena x 2 En series	Características del paquete de baterías	
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	24 V
Pmpp	504 Wp	Capacidad nominal	100 Ah (C10)
U mpp	58 V	Temperatura	Fijo 30 °C
I mpp	8.7 A		
Controlador		Control de gestión de la batería	
Controlador universal		Comandos de umbral como	Cálculo SOC
Tecnología	Convertidor MPPT	Cargando	SOC = 0.90 / 0.75
Coef. temp.	-5.0 mV/°C/Elem.	aprox.	27.2 / 25.3 V
Convertidor		Descarga	SOC = 0.20 / 0.45
Eficiencias máx y EURO	97.0 / 95.0 %	aprox.	23.6 / 24.6 V
Potencia FV total			
Nominal (STC)	1 kWp		
Total	2 módulos		
Área del módulo	3.3 m²		
Área celular	2.9 m²		

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica		Pérdidas de cableado CC		Pérdida diodos serie	
Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	112 mΩ	Caída de voltaje	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m²K	Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.1 % en STC
Uv (viento)	0.0 W/m²K/m/s				
Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas	
Frac. de pérdida	-0.8 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP	Frac. de pérdida	0.1 %
Factor de pérdida IAM					
Parám. ASHRAE: IAM = 1 - bo(1/cos I - 1)					
Parám. bo	0.05				



Proyecto: VIVIENDA FAMILIA HERRERA FERRUZOLA

Variante: New simulation variant

PVsyst V7.2.8

VCO, Fecha de simulación:
13/03/22 21:09
con v7.2.8

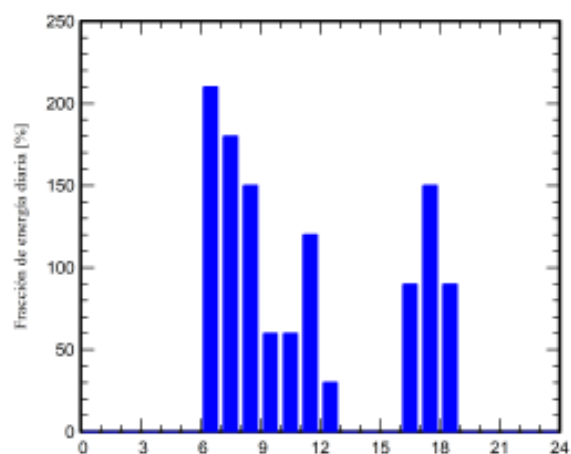
Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 1.1 kWh/día

Valores anuales

	Número	Potencia	Uso	Energía
		W	Hora/día	Wh/día
Lamps (LED)	4	15W/lámpara	6.0	360
TV / PC / móvil	1	90W/apar.	6.0	540
Electrodomésticos	1	60W/apar.	4.0	240
Energía diaria total				1140Wh/día

Distribución por hora





Proyecto: VIVIENDA FAMILIA HERRERA FERRUZOLA

Variante: New simulation variant

PVsyst V7.2.8

VCD, Fecha de simulación:

13/03/22 21:09

con v7.2.8

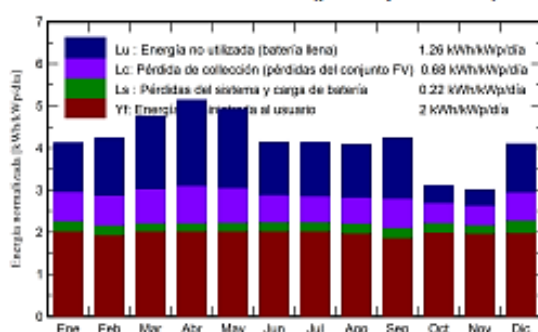
Resultados principales

Producción del sistema

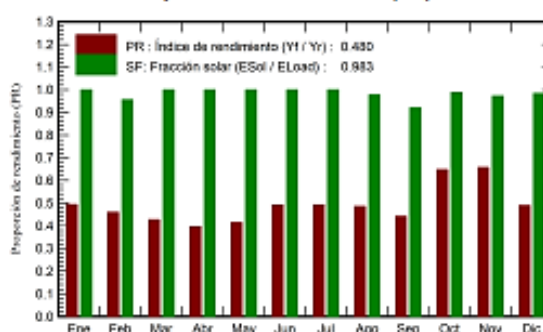
Energía disponible	691.5 kWh/año
Energía usada	409.2 kWh/año
Exceso (sin usar)	258.5 kWh/año
Pérdida de carga	
Fracción de tiempo	1.4 %
Energía faltante	6.9 kWh/año

Producción específica	1235 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento (PR)	48.04 %
Fracción solar (SF)	98.33 %
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)	
Ciclos SOW	89.3 %
SOW estático	88.2 %
Duración de vida de batería	8.5 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	135.7	123.3	57.70	20.00	0.000	35.34	35.34	1.000
Febrero	122.7	115.0	53.67	21.20	1.395	30.52	31.92	0.956
Marzo	148.5	143.3	66.94	29.88	0.000	35.34	35.34	1.000
Abril	150.7	150.2	69.80	33.97	0.000	34.20	34.20	1.000
Mayo	145.1	148.7	69.51	32.37	0.000	35.34	35.34	1.000
Junio	117.7	120.8	56.97	20.96	0.000	34.20	34.20	1.000
Julio	122.4	124.3	58.96	21.75	0.000	35.34	35.34	1.000
Agosto	123.9	123.2	58.47	21.72	0.806	34.53	35.34	0.977
Septiembre	126.8	123.8	57.67	23.94	2.756	31.44	34.20	0.919
Octubre	98.5	92.9	43.42	6.90	0.424	34.92	35.34	0.988
Noviembre	94.2	87.0	40.57	6.16	0.960	33.24	34.20	0.972
Diciembre	134.5	122.4	57.83	19.70	0.588	34.75	35.34	0.983
Año	1520.7	1474.9	691.51	258.54	6.930	409.17	416.10	0.983

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	E_User	Energía suministrada al usuario
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Avail	Energía solar disponible	SolFrac	Fracción solar (EUtilizada / ECarga)
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)		
E_Miss	Energía faltante		

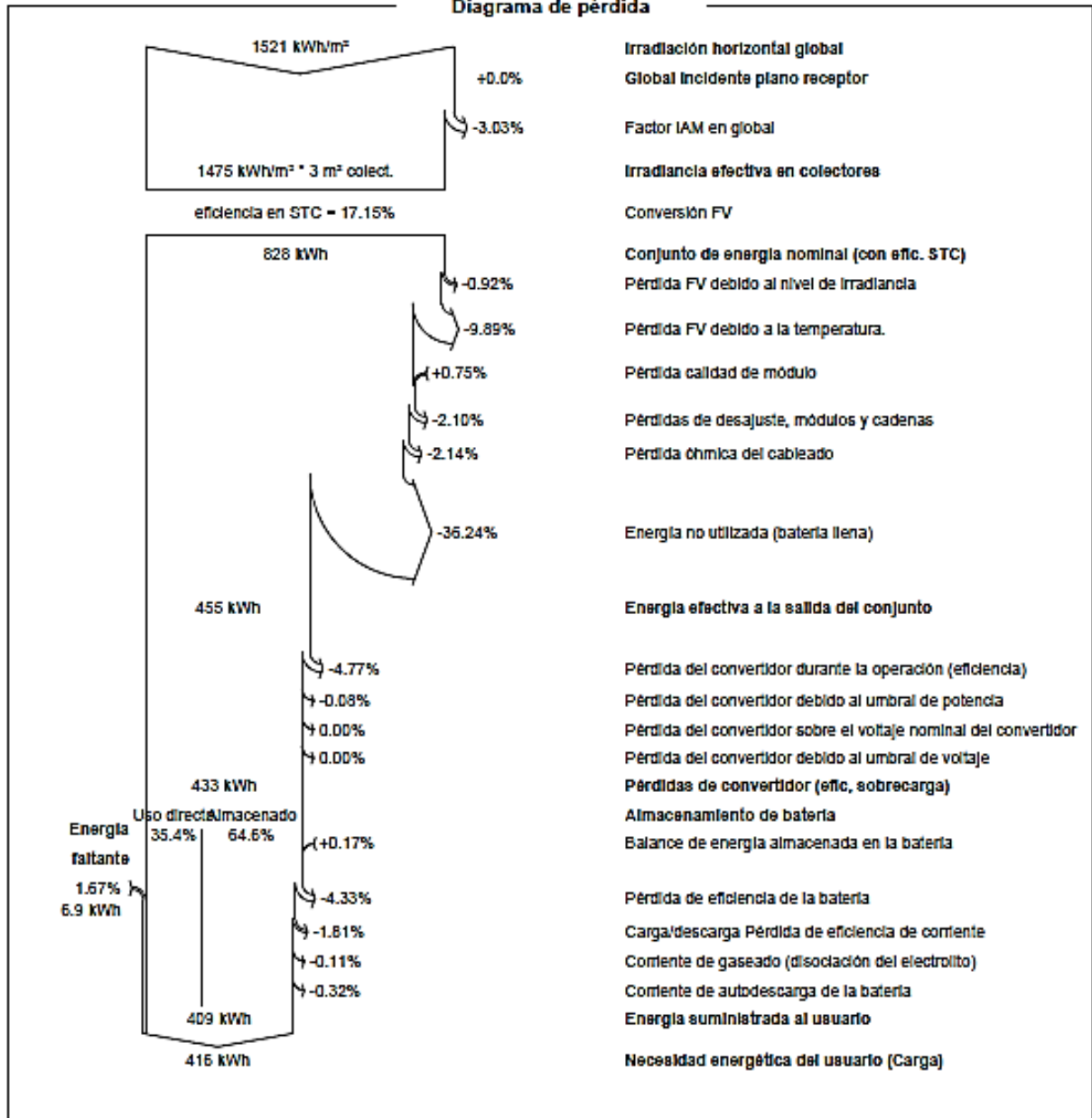


PVsyst V7.2.8
 VCD, Fecha de simulación:
 13/03/22 21:09
 con v7.2.8

Proyecto: VIVIENDA FAMILIA HERRERA FERRUZOLA

Variante: New simulation variant

Diagrama de pérdida



3.7. Estudio de factibilidad del sistema

Es la orientación que se aplica para tomar una decisión que evalúa el proyecto en su última fase, para ver si es viable su ejecución.

3.7.1. Parámetros económicos

El análisis de factibilidad del sistema fotovoltaico, evalúa algunos criterios: costo inicial de toda la instalación especificado por cada elemento, el costo total neto presente, la ausencia de capacidad para satisfacer la demanda, el costo de la energía, la operación y el mantenimiento.

3.7.2. Costo actual neto total

Establece el gasto actual neto completo de un sistema a lo largo de su vida útil de actividad como el valor actual de todos los gastos generados durante la existencia; menos el valor actual de todos los ingresos adquiridos durante su actividad. En las ecuaciones 7 y 8 se puede calcular el costo actual total.

C_{TPNC} : Costo Actual Neto Total.

$CRF_{(i,N)}$: Factor de recuperación del capital

$C_{ann,tot}$: Costo total anual (\$/año)

i : Tasa de interés (%)

R_{proj} : Tiempo de vida del proyecto

$$C_{TPNC} = \frac{C_{ann,tot}}{CRF(i, R_{proj})}$$

Ecuación 7 - Costo Actual Neto Total

$$CRF_{(i,N)} = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

Ecuación 8 - Factor de recuperación de capital

3.7.3. Costo de la energía

Es el costo promedio por los kWh de la energía eléctrica eficaz producida por todo el sistema, para el cálculo se divide el costo anualizado de producción eléctrica por la carga total servida, se puede observar más detallado en la ecuación 9.

El ARCERNNR, que es la Agencia de Regulación y Control de la Energía y Recursos Naturales No Renovables, mediante el objetivo ARCERNNNR-009/2022 del 14 de abril de 2022, confirmó que el gravamen normal público para la administración de la energía se mantendrá en 9,2 centavos cada kilovatio-hora (¢USD/kWh), un valor que se ha mantenido a partir de 2020.

COE: Costo de la Energía

LCC: Ciclo de costo vida

E_{GEN}: Producción de la energía del sistema propuesto en el año

$$COE = \frac{LCC}{\sum_{j=1}^N \left(\frac{E_{GEN}(j)}{(1+d)^j} \right)}$$

Ecuación 9 - Costo de la Energía

3.7.4. Costo anualizado por mantenimiento, operación y reemplazo

El costo anual del sistema para mantenimiento y operación aumentan a medida que avanza el tiempo de funcionamiento de los equipos, para determinar el costo del sistema operativo se utiliza la ecuación 10, y con la ecuación 11 se puede determinar el costo anualizado.

C_{OP}: Costo anualizado por mantenimiento, operación y reemplazo.

C_O: Costo operacional de los componentes del sistema del sistema en el año(j)

C_m: es el costo por mantenimiento llevado en el año (j)

C_r: es el costo por reemplazo de los componentes del sistema en año (j).

$$C_{OP}(j) = C_O(j) + C_m(j) + C_r(j)$$

Ecuación 10 - Costo Anualizado Por mantenimiento

$$AV_{OP} = \left(\frac{d(1+d)^j}{(1+d)^j - 1} \right) \cdot \left(\sum_{j=1}^N \frac{C_{OP}(j)}{(1+d)^j} \right)$$

Ecuación 11 - Costo de la energía

3.7.5. Rendimiento operativo y resultado económico

Para el rendimiento operativo y resultados económicos se utilizó la siguiente tabla 4

Sistema Fotovoltaico	Valor	Unidad
Potencia nominal	0.56	KWp
Producción del sistema	702	KWh/año
Necesidad energética del usuario	416.10	KWh
Inversión	1252	USD
Costo de mantenimiento anual	127.54	USD/año
Costo de energía del proyecto	0.43	USD/KWh
Costo anual de la energía	178.92	USD

Tabla 4 - Rendimiento operativo
Fuente: autores

CAPITULO IV

4. Implementación del proyecto

4.1 Instalaciones Eléctricas en el hogar.

Una vez realizado el estudio del lugar y la vivienda donde se implementará el proyecto, se pudo observar el estado en el que se encontraba las instalaciones eléctricas, y se procedió hacer nuevas instalaciones con sus debidas protecciones y que permitan tener un óptimo estado.

4.1.1 Estado inicial al momento de intervención en la instalación eléctrica.

En la ilustración 38 se observa el pésimo estado en el que se encontraron las instalaciones de luminaria, se procedió a cambiarlas para un óptimo funcionamiento y no haya problemas con el sistema fotovoltaico cuando ya esté instalado.



Ilustración 38 - Instalaciones encontradas de la Familia Herrera Ferruzola
Fuente: Autores

4.1.2 Materiales eléctricos para la nueva instalación.

Para las nuevas instalaciones se utilizaron materiales eléctricos como tomacorrientes, cable #12 y #14, interruptores, tubos PVC, breakers, caja para breakers, focos led, como se muestra en la ilustración 39. Estos materiales servirán para dar un óptimo funcionamiento en todas las instalaciones.



Ilustración 39 - Materiales eléctricos
Fuente: Autores

4.1.3 Ubicación del panel de disyuntores (breakers), de donde se derivan los circuitos de tomacorrientes y luminarias con sus debidas protecciones.

Para la protección de los circuitos de tomacorrientes luminarias se debe instalar un panel de disyuntores (breakers) como se indica en las ilustraciones 40 y 41.

Si hay un cortocircuito, o sobre carga de corriente los breakers actúan es decir cortan la energía para que no haya un daño en los circuitos, y aparatos electrónicos de la casa.



Ilustración 40 - Instalación panel de disyuntores
Fuente: Autores



Ilustración 41 - Panel de disyuntores instalado
Fuente: Autore

4.1.4 Colocación de tuberías para instalación domiciliarias.

Para conducir los cables de los circuitos de luminarias y tomacorrientes se utilizaron tubos PVC eléctrico ½ pulgada, los cuales fueron colocados en la cocina, sala, y cuartos como se muestra en la ilustración 42.



Ilustración 42 - Instalación de tubos donde pasan los cables para los circuitos
Fuente: Autores

4.1.5 Cableado para los circuitos de luminarias y tomacorrientes.

Para los circuitos de tomacorrientes y luminarias se utilizaron cables THHN #12 y THHN #14, después de la instalación de los tubos PVC se enrutaron los cables como se muestran en las ilustraciones 43 y 44.



Ilustración 43 - Cableado eléctrico para circuito de tomacorrientes
Fuente: Autores



Ilustración 44 - Cableado Eléctrico para circuito de luminaria
Fuente: Autores.

4.1.6 Puesta de los interruptores, boquillas para luminarias y tomas de corriente.

Una vez ya cableado los circuitos de los tomacorrientes y luminarias se procedió a instalar las boquillas, interruptores, tomacorrientes, estos fueron instalados en la cocina, sala, cuarto, como se muestran en las ilustraciones 45 y 46.



Ilustración 45 - Colocación de las boquillas y foco de las luminarias
Fuente: Autores



Ilustración 46 - Instalación de interruptores
Fuente: Autores

4.2 Instalación del sistema fotovoltaico.

Una vez terminadas las instalaciones eléctricas en la residencia y saber la ubicación exacta donde serán colocados los equipos, y los paneles solares se procede con los siguientes pasos traslado de los equipos e instalación.

4.2.1 Traslado de equipos y material a la comuna Masa 2.

La universidad entrego los equipos para el sistema fotovoltaico se los traslado a la comuna junto con los materiales, y herramientas para la construcción de las bases y estructuras, esto se hizo por vía fluvial y terrestre como se muestra en la ilustración 47 y 48.



Ilustración 47 - Paneles solares y equipos para el sistema fotovoltaico
Fuente: Autores



Ilustración 48 - Transporte de Materiales para las bases, y estructura metálica
Fuente: Autores

4.2.2. Fundición de las bases de concreto para colocación de estructura fotovoltaica.

Para la construcción y fundición de las bases de concretos se utilizaron materiales, como 2 fundas cemento, ripio para la mezcla, madera para la construcción del encofrado de las bases, también se utilizaron dos estructuras pequeñas de hierro (canastillas) colocadas dentro del encofrado para luego ser acopladas con las estructuras grandes donde se pondrá el sistema fotovoltaico, se muestra en la ilustración 49.



Ilustración 49 - Construcción de las bases de concreto
Fuente: Autores

Se puede observar en la ilustración 50 como quedaron las bases después de ser fundidas, ya están lista para colocar la estructura donde serán montados los paneles.



Ilustración 50 - Base de concretos fundidas
Fuente: Autores

4.2.3 Procedimiento de armado de la estructura metálica para colocar los paneles fotovoltaicos.

Para armar la estructura metálica donde se ubicará los paneles solares se utilizaron dos tubos de 3 metros de largo con su placa de 25x25 centímetros que sirve para acoplar con la base de concreto, también se utilizó una base metálica de 2 m de longitud y 1 m de ancho que van en la parte superior de los tubos para la puesta de los paneles solares, como muestran las ilustraciones 51 y 52.



Ilustración 51 - Tubo y base para armar la estructura metálica
Fuente: Autores



Ilustración 52 - Estructura Metálica
Fuente: Autores

4.2.4 Puesta de la estructura fotovoltaica en la base de concreto.

Una vez que la base de concreto ya está seca, se acopla con la estructura fotovoltaica y se ajusta los pernos para que la estructura este bien rígido, se puede observar en la ilustración 53 y 54



Ilustración 53 - Estructura metálica sobre la base de concreto
Fuente: Autores



Ilustración 54 - Estructuras metálicas fotovoltaicas sobres las bases de concreto
Fuente: Autores

Para la orientación del campo fotovoltaico se ajusta la estructura donde van los paneles a una inclinación de 10° hacia el sur para la radiación solar, se muestra en la ilustración 55



Ilustración 55 - Orientación del campo FV a una inclinación de 10°
Fuente: Autores

4.2.5 Procedimiento de lijado y pintura de estructura fotovoltaica.

Por estética se lijaron las estructuras fotovoltaicas y luego se las pinto como se muestran en la ilustración 56 y 57



Ilustración 56 - Estructuras fotovoltaicas listas para pintar
Fuente: Autores



Ilustración 57 - Estructura fotovoltaica terminadas de pintar
Fuente: Autores

4.2.6 Montaje de los paneles solares sobre las estructuras metálicas.

Después de armar y pintar las estructuras metálicas, se procedió con el montaje de los paneles solares, esto se realizó con el debido cuidado y para asegurar los paneles que no se fueran a caer se los ajusto con tornillos auto perforantes en los lados, véase ilustración 58 y 59.



Ilustración 58 - Montaje del primer Panel
Fuente: Autores



Ilustración 59 - Montaje del segundo Panel
Fuente: Autores

4.2.7 Conexión en serie de los paneles solares.

Los dos paneles solares que se utilizaron están compuestos por 60 celdas que logran una potencia de 280W cada uno, la conexión que se hizo de los paneles es una conexión en serie, es decir que se conecta el polo positivo de uno de los paneles con el polo negativo del otro panel esto permite que los paneles se conecten directamente entre sí. Se puede observar en las ilustraciones 60 y 61.



Ilustración 60 - Instalación de Paneles solares
Fuente: Autores



Ilustración 61 - Conexión en serie de los paneles solares
Fuente: Autores

4.2.8 Conexión de los equipos (Acumuladores, regulador, inversor).

Se utilizaron dos acumuladores de (12V-100A), los cuales se conectaron en serie es decir de la misma forma que se conectó los paneles solares, esto permite que se duplique el voltaje y se mantenga el amperaje. El controlador de carga MPPT 75|15 marca Smartsolar tiene una corriente de carga nominal 15A, y el inversor Phoenix 24|250, se observa la ilustración 62.



Ilustración 62 - Conexión de todos los Equipos
Fuente: Autores

En la ilustración 63 podemos ver la conexión de los equipos (Acumuladores, inversor, regulador), con los paneles fotovoltaicos.



Ilustración 63 - Equipos instalados
Fuente: Autores

4.2.9 Sistema fotovoltaico instalado.

Una vez ya conectados todos los equipos realizamos una última revisión para constatar que todas las conexiones estén bien, tanto de los equipos como la conexión de los paneles solares, se muestra en la ilustración 64.



Ilustración 64 - Proyecto Finalizado
Fuente: Autores

4.2.10 Funcionamiento del sistema fotovoltaico.

En las ilustraciones 65 se puede apreciar el funcionamiento de un televisor conectado a un tomacorriente.



Ilustración 65 - Televisor funcionando con la energía del sistema fotovoltaico
Fuente: Autores

CONCLUSIONES.

- Se realizó el cálculo del levantamiento de la demanda total de la vivienda y se puede determinar que las necesidades de electrificación son de 1140Wh/Día, la misma que mediante la implementación del sistema fotovoltaico instalado se podrá cubrir dicha demanda.
- Mediante la utilización del software PVSYST se obtiene los cálculos y datos necesarios, como la irradiación solar global, ángulo de inclinación en la que debe estar el panel solar, tipos de acumuladores, inversores, controladores, etc. Con estos datos, y cálculos sirvió para el diseño y dimensionamiento el sistema fotovoltaico.
- El estudio realizado en la comuna Masa 2 se determina que la ubicación geográfica de dicha comuna dificulta que cuenten con un servicio eléctrico público, lo cual es muy factible implementar sistemas fotovoltaicos aislados, la irradiación solar en esta zona cumple con la necesidad del sistema para su óptimo funcionamiento, y para que los habitantes puedan tener electricidad por ciertas horas

RECOMENDACIONES

- Realizar un adecuado mantenimiento preventivo para evitar fallas, se lo puede realizar en un tiempo de 4 meses, y correctivo de todos los equipos del sistema fotovoltaico, para que tenga una buena operatividad en su tiempo de vida útil.
- No conectar aparatos electrónicos que sobrepasan la capacidad de la carga que suministra el sistema fotovoltaico, esto podrá causar que el inversor se caliente, y el funcionamiento se interrumpa.
- No mantener las luces o tv encendidas innecesariamente podría consumir toda la energía de los acumuladores.

PRESUPUESTO

PROYECTO TECNICO MASA 2						
EQUIPOS	MODELO DE LOS EQUIPOS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	IVA 12%	TOTAL
PANELES SOLARES	JINKO SOLAR JKM280PP-60-V	2	\$190,68	\$381,36	\$45,76	\$427,12
REGULADOR	Victron Energy Smart Solar MPPT 75/15 Retail (SCC075015060R)	1	\$130	\$130	\$16	\$146
INVERSOR	Victron Energy Phoenix Inverter 24/250 120V VE.Direct NEMA 5-15	1	\$120,79	\$120,79	\$14,49	\$135,28
ACUMULADORES	BT065- Ritar Power DC12-150 12Vdc 100Ah DC 12-100	2	\$116,91	\$233,82	\$28,06	\$261,88
	OTROS BIENES					
VARIOS	Base de Poste del Panel Fotovoltaico	1	\$50	\$50	\$6	\$56
	Estructura, y Poste del Panel fotovoltaico	2	\$50,00	\$100,00	\$12,00	\$112,00
	Estructura de los Equipos Fotovoltaico	1	\$50	\$50	\$6	\$56
	Materiales Electricos y Herramientas	1	\$50	\$50	\$6	\$56
	Transporte	1	\$30	\$30	\$4	\$34
					TOTAL	\$1.283,68

ANEXOS

Anexo 1.

Ficha de datos técnicos del módulo fotovoltaico

www.jinkosolar.com



Eagle 60P

265-285 Watt

POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0→+3%

ISO9001:2015 - ISO14001:2015 - OHSAS18001 certified factory.

IEC61215 - IEC61730 - UL1703 certified products.





(5BB)



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 Power Output:
 Polycrystalline 60-cell module achieves a power output up to 285Wp.
- 
PID RESISTANT:
 Eagle module passes PID test, limited power degradation by PID test is guaranteed for mass production.
- 
Low-light Performance:
 Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- 
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 TÜV NORD.
- 
Temperature Coefficient:
 Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

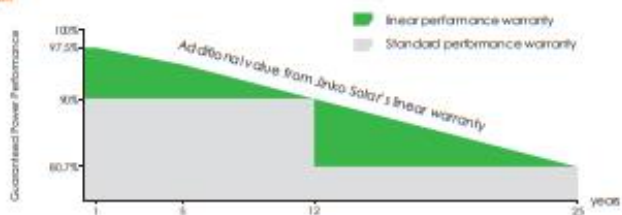
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



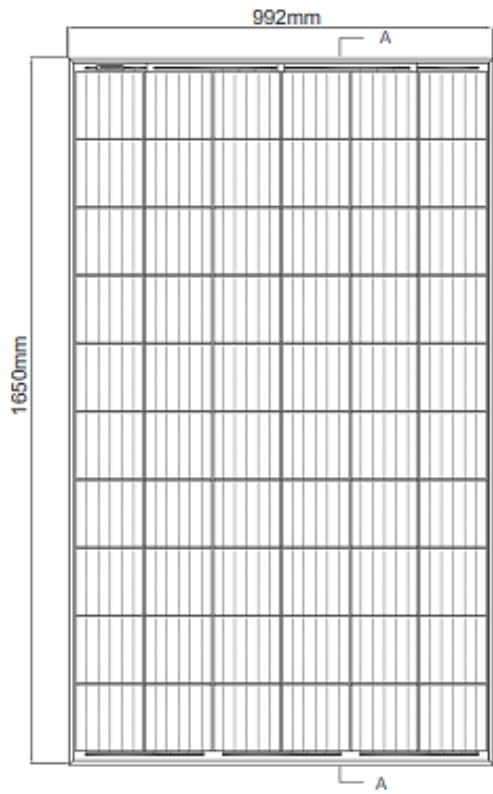
Nomenclature:

JKMxxdPP-60/72-V

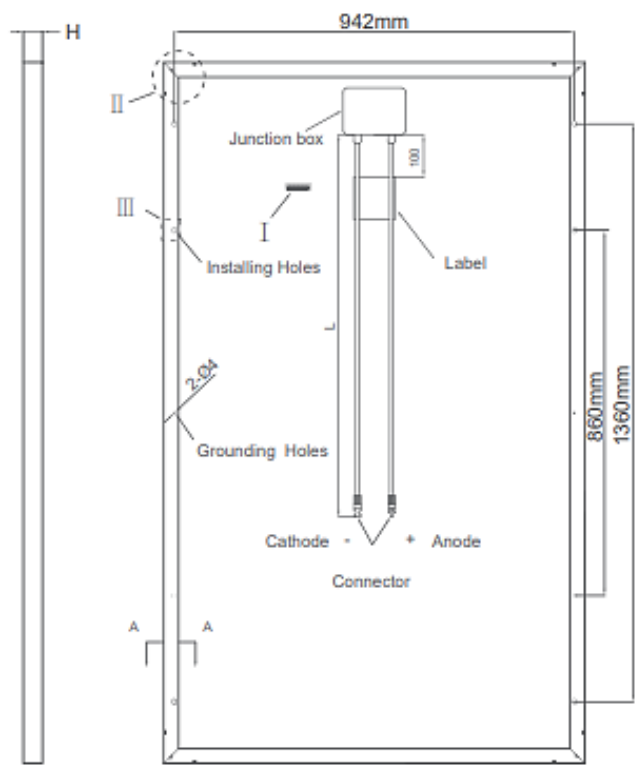
Code	Cell	Code	Certification
xxd	Full	xxd	1000V
H	Half	V	1500V



Diseño de ingeniería del módulo fotovoltaico



Front

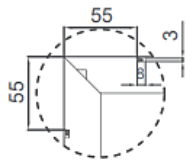


Side

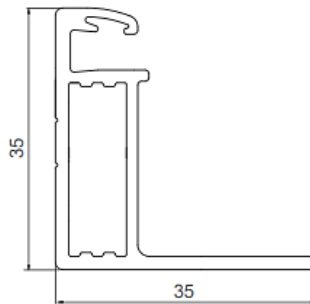
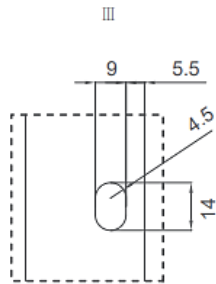
Back



I



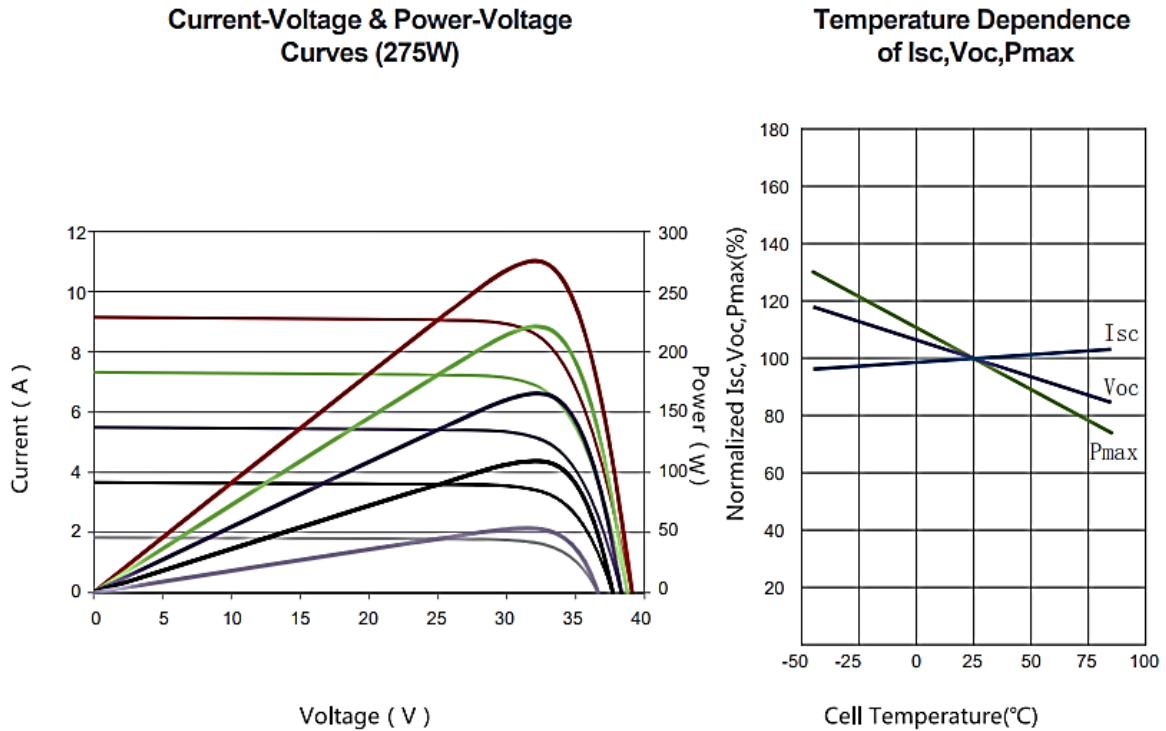
II



A-A

Lenth: $\pm 2\text{mm}$
Width: $\pm 2\text{mm}$
Height: $\pm 1\text{mm}$
Row Pitch: $\pm 2\text{mm}$

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura










Características mecánicas del módulo Fotovoltaico

Cell Type	Poly-crystalline 157×157mm (6 inch)
No.of cells	60 (6×10)
Dimensions	1650×992×35mm (65.00×39.05×1.37 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 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 1×4.0mm ² , Length: 900mm or Customized Length

Especificaciones

Module Type	JKM265PP-60		JKM270PP-60		JKM275PP-60		JKM280PP-60		JKM285PP-60	
	JKM265PP-60-V	JKM265PP-60-V	JKM270PP-60-V	JKM270PP-60-V	JKM275PP-60-V	JKM275PP-60-V	JKM280PP-60-V	JKM280PP-60-V	JKM285PP-60-V	JKM285PP-60-V
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	265Wp	197Wp	270Wp	200Wp	275Wp	204Wp	280Wp	208Wp	285Wp	212Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	31.4V	29.0V	31.7V	29.4V	32.0V	29.8V	32.3V	30.1V	32.5V	30.4V
Maximum Power Current (Imp)	8.44A	6.78A	8.52A	6.80A	8.61A	6.85A	8.69A	6.91A	8.77A	6.97A
Open-circuit Voltage (Voc)	38.6V	35.3V	38.8V	35.4V	39.1V	35.4V	39.4V	35.6V	39.6V	35.7V
Short-circuit Current (Isc)	9.03A	7.36A	9.09A	7.38A	9.15A	7.44A	9.20A	7.99A	9.26A	8.05A
Module Efficiency STC (%)	16.19%		16.50%		16.80%		17.11%		17.41%	
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	-0.38%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°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%

Anexo 2. Ficha de datos técnicos del controlador de carga

Controladores de carga SmartSolar con salida de carga MPPT 75/10, 75/15, 100/15, 100/20, 100/20-48V

www.victronenergy.com



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 75/15



Bluetooth Smart Integrado

La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, 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 hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Si 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.

Sensor de temperatura interna

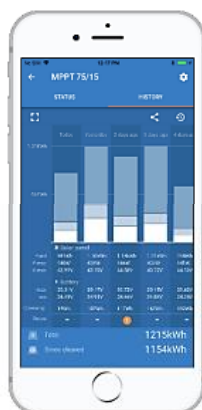
Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.



Detección de Bluetooth
Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth
BMW-712 Smart Battery Monitor



Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth

Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMW-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20	MPPT 100/20-48V
Tensión de la batería	Selección automática 12/24V				48V
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A	20A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	145W	220W	220W	290W	n.a.
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	290W	440W	440W	580W	n.a.
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	13A	15A	15A	20A	20A
Desconexión automática de la carga	Sí				
Tensión máxima del circuito abierto FV	75V		100V		
Eficiencia máxima	98%				
Autoconsumo	12V: 25 mA 24V: 15 mA		15mA		
Tensión de carga de "absorción"	14,4V / 28,8V (ajustable)				57,6V (ajust.)
Tensión de carga de "flotación"	13,8V / 27,6V (ajustable)				55,2V (ajust.)
Algoritmo de carga	adaptativo multifase				
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.				
Corriente de carga continua	15A		20A		1A
Desconexión de carga por baja tensión	11,1V/22,2V/44,4V u 11,8V/23,6V/47,2V o algoritmo BatteryLife				
Reconexión de carga por baja tensión	13,1V/26,2V/52,4V o 14V/28V/56V o algoritmo BatteryLife				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible)/Cortocircuito de salida/Sobretensión				
Temperatura de trabajo	De -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 mm ² / AWG10				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	0,5 kg	0,6 kg		0,65 kg	
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40 mm		100 x 113 x 50 mm		100 x 113 x 60 mm
NORMATIVAS					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.

Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

Anexó 3. Fichas de datos técnicos del Inversor

Inversores Phoenix

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

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 - 245V
- 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: 15W). 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

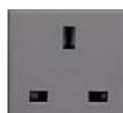
Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas

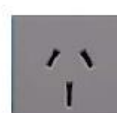
Schuko



UK



AU/NZ



IEC-320
(enchufe macho incluido)



Nema 5-15R



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

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)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
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:		10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 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 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



Alarma de batería

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



Monitor de baterías BMV

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



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

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.

Ficha de datos técnicos de la baterías o acumuladores

Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	100Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 30.0 Kg (Tolerance ± 2%)
Internal Resistance	Approx. 5 mΩ
Terminal	F12(M8)/F5 (M8)
Max. Discharge Current	1000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	30.0 A
Reference Capacity	C3 74.4AH C5 83.5AH C10 95.0AH C20 100.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 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 charged batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharge. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offer 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment, V, telecom, broadband and cable TV, UPS systems etc.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. Quiroa, “No Title,” *Energía renovable. Economipedia.com*. p. 1, 2019.
- [2] G. De Nuevas and A. Profesionales, *Energia_Solar_Fotovoltaica_2E5C69a6*.
.
- [3] V. Chambi, “Estudio y análisis de la actividad solar , radiación solar global y radiación UV en la Ciudad de Arequipa,” p. 104, 2018.
- [4] G. A. M. Hernández, “Análisis De Viabilidad De La Microgeneración Fotovoltaica Para Residencias En La Ciudad De Ibarra,” *Univ. Técnica Del Norte*, pp. 1–27, 2020.
- [5] Cachay, *FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura*. 2021.
- [6] M. K. RI, “No TitleΕΛΕΝΗ,” *Αγαη*, vol. 8, no. 5, p. 55, 2019.
- [7] C. Grijalva Campoverde and F. Vélez Mosquera, ““Estudio e implementación de un Sistema Fotovoltaico aplicado a luminarias: Caso de estudio Unidad educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero”,” *Univ. Politec. Sales.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–97, 2020.
- [8] F. Vásquez, L. Urdiales, J. Espinoza, and M. García, *Energía Solar en el Ecuador*, no. January. 2015.
- [9] G. S. Ajustín Castejón, “www.elsolucionario.org,” *Instal. Solares Fotovoltaicas*, no. Instal. Solares Fotovoltaicas, pp. 98–100.
- [10] D. H. Lasluisa Morocho and C. D. Tobar Jami, “Sistema Fotovoltaico Para Suministro De Energía Eléctrica En Vivienda Aislada,” *Univ. Técnica Cotopaxi Fac.*, vol. 1, p. 101, 2018.
- [11] CONELEC, “Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental,” *Plan Maest. Electríf. 2013-2022*, p. 380, 2015.
- [12] Y. C. D. E. Electricidad, “Página 1 de 38,” pp. 1–38.
- [13] E. Rom, “en Edificios,” *Historia Santiago.*, 2008.
- [14] S. E. Cuenca, “Universidad Técnica de Ambato Universidad Técnica de Ambato,” *Repos. Inst. la Univ. Técnica Ambato*, vol. 593, no. 03, p. 119, 2015.
- [15] O. Villao and E. Consuegra, “Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico a través de herramientas computacionales en zonas aisladas,” 2021.
- [16] S. Méndez, J. Manuel, T. González, and D. Santiago, “Estudio e implementación de un sistema de luminaria de alumbrado público de 150w mediante sistema fotovoltaicos autónomo en la Comuna Masa 2, Isla del Golfo de Guayaquil.” 2021.