



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TEMA

**OPTIMIZACIÓN DEL COSTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
FOTOVOLTAICA DE SISTEMAS AISLADOS EN COMUNIDADES
REMOTAS**

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

AUTORES:

Xavier Stalin Martínez Aguirre

Darwin Teófilo Tubón Narvay

DIRECTOR DE TESIS

Phd. Juan Carlos Lata Ing

GUAYAQUIL - ECUADOR
2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Nosotros, Xavier Stalin Martínez Aguirre con documento de identificación N° 0920138765 y Darwin Teófilo Tubón Narvay con cédula de identificación No. 1804797015; declaro lo siguiente:

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

Guayaquil, 10 de febrero del año 2022

Atentamente,



Xavier Stalin Martínez Aguirre
0920138765



Darwin Teófilo Tubón Narvay
1804797015

CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Xavier Stalin Martínez Aguirre con cédula de identificación No. 0920138765 y Darwin Teófilo Tubón Narvay con cédula de identificación No. 1804797015 declaramos nuestra voluntad y por mediante este documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “OPTIMIZACIÓN DEL COSTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA DE SISTEMAS AISLADOS EN COMUNIDADES REMOTAS”, proyecto que ha sido completado para obtener el título de: Ingeniero Eléctrico, de la Universidad Politécnica Salesiana, otorgando a la Universidad el pleno poder para ejercer los derechos dados anteriormente.

De acuerdo a lo escrito, consentimos este documento en el instante que entregamos el trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 10 de febrero del año 2022

Atentamente,



Xavier Stalin Martínez Aguirre
0920138765



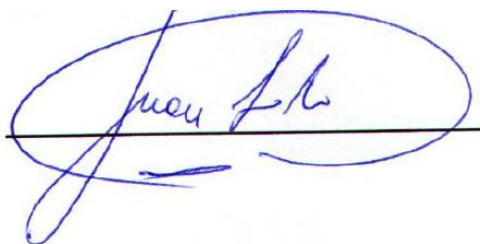
Darwin Teófilo Tubón Narvay
1804797015

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, PhD. Juan Carlos Lata, Ing con cédula de identificación N° 0301791893, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, expreso que bajo mi tutoría fue completado el proyecto de titulación: OPTIMIZACION DEL COSTO DE GENERACION DE ENERGIA FOTOVOLTAICA DE SISTEMAS AISLADOS EN COMUNIDADES REMOTAS, realizado por Xavier Stalin Martínez Aguirre con cédula de identidad No 0920138765. y Darwin Teófilo Tubón Narvay con cédula de identidad No. 1804797015, consiguiendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto de Técnico, cumpliendo todos los requisitos dados por la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Centenario.

Guayaquil, 10 de febrero del año 2022

Atentamente,



PhD. Juan Carlos Lata, Ing

0301791893

Dedicatoria

Este proyecto de grado se lo dedico primero a Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y salud en este camino, a mis padres Xavier y Anne que son mi apoyo a diario en la vida sin esperar nada a cambio.

Agradecerles a mis amigos de siempre William Borbor y Luis Castro por los consejos y por los momentos de suma alegría y también de tristeza en la etapa universitaria, a mi mama Delfina y a mi papa Pedro por los buenos consejos y siempre ponderando el valor de la perseverancia, finalmente y no menos importante mi enamorada por brindarme el apoyo necesario para continuar adelante e impulsarme a ser crecer, como persona y como profesional.

Xavier Stalin Martínez Aguirre

Agradecer a Dios por todas las bendiciones en la vida a mí, a toda mi familia por estar ahí siempre. Lógicamente el reconocimiento a todo el personal docente que conforma la Universidad Politécnica Salesiana.

Agradezco a todos los docentes que, con su conocimiento, sabiduría y apoyo, me motivaron a convertirme en mejor persona y profesional.

Darwin Tubón

Agradecimiento

Quiero decir que, en primer lugar, retribuyo a Dios por permitirme terminar este proyecto con el mismo ahínco con el que comencé este trabajo de investigación, retratado en este libro en el cual refleja todo el recorrido y conocimiento que obtuve durante la duración de este proceso de formación profesional.

No puedo dejar pasar por alto el agradecimiento a mis compañeros e Ingenieros que estuvieron desde el inicio de este proyecto para socorrer a la comunidad MASA 2, usando todo lo aprendido en la parte eléctrica que beneficiará a brindar un mejor estilo de vida para muchas familias que viven en dicha comunidad antes mencionada.

Y, por último, un agradecimiento al Ing. Pablo Salvatierra por dirigirnos y darnos su honrosa ayuda técnica, además de su experiencia durante el periodo de duración de este trabajo.

Xavier Stalin Martínez Aguirre

De todo corazón a mi papá y a mi mamá, José y María que, con su amor, esfuerzo, apoyo han ayudado a culminar mi gran sueño, gracias por infundir en mi tanto el ejemplo de valentía y esfuerzo.

A mis hermanos por su apoyo incondicional, durante todo este desarrollo, por estar ahí, en todo momento.

Darwin Tubón

Resumen

Este proyecto está dirigido con la finalidad de contribuir a la comunidad de Masa II por medio de la instalación de tecnologías sustentables que apoyen brindando una calidad de vida superior a la habitual de grupos con limitados recursos de las zonas campestre de la ciudad. En conjunto, nos enfrascamos en el grupo de personas que no tienen accesibilidad a la energía eléctrica porque presentan problemas para conectarse a una red eléctrica por motivos de la distancia y al terreno donde habitan. Las comunidades que se encuentran en esta zona usan generadores de energía eléctrica que funcionan de forma limitada en un horario específico durante la noche, estos aparatos proporcionan una ayuda en sus hogares con la iluminación de las mismas y también carga sus dispositivos móviles para poder comunicarse con los demás.

Este proyecto está ubicado en Masa 2, cerca del Golfo de Guayaquil, después de saber las falencias que presenta la vivienda por medio de visitas y estudios hechos en el lugar, se comenzó con la elaboración de un sistema fotoeléctrico aislado para esta vivienda, el montaje tiene paneles fotoeléctricos, reguladores, baterías e inversores, para saber la cantidad de carga que se usará en el lugar, los cálculos se hicieron en base al dimensionamiento de la vivienda, teniendo en cuenta los proyectos que se han realizado en la zona, además se utilizó un software para comparar y comprobar los resultados.

Para finalizar, obteniendo el dimensionamiento óptimo mediante el software que nos ayudará en este proceso, se procedo a instalar el sistema solar.

Abstract

This project is directed with the purpose of contributing to the community of Masa II through the installation of sustainable technologies that support providing a better lifestyle for people from groups with limited resources in the rural areas of the city.

As a whole, we focus on the group of people who do not have access to electricity because they have problems connecting to an electricity network due to distance and the land where they live. The communities that are in this area use electric power generators that work in a limited way at a specific time during the night, these devices provide help in their homes with the lighting of the same and also charge their mobile devices to be able to communicate with others.

This project is located in Masa 2, near the Gulf of Guayaquil, after knowing the shortcomings that the house presents through visits and studies made in the place, it began with the elaboration of a system of isolated solar panels for this house, the installation consists of solar panels, regulators, batteries and inverters, to know the load that will be used in the place, the calculations were made based on the dimensioning of the house, taking into account the projects that have been carried out in the area, in addition software was obtained to compare and check the results.

Finally, obtaining the optimal dimensioning through the software that will help us in this process, we proceed to install the solar system.

Índice

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN	1
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	2
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Resumen	6
Abstract	7
1 CAPITULO I	13
1.1 Introducción	14
1.2 Problema de estudio	16
1.3 Justificación	18
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo General	18
1.4.2 Objetivos Específicos	18
1.5 Planteamiento de la solución	19
1.6 Metodología de Trabajo	20
2 CAPITULO II: MARCO TEORICO	21
2.1 La energía solar	21
2.2 La energía del sol en territorio ecuatoriano	21
2.3 Energías renovables	22
2.4 Radiación solar	23
2.5 Funciones y categorías de sistemas fotoeléctricos	24
2.5.1 Sistemas Fotovoltaicos directos	25
2.5.2 Sistemas fotoeléctricos aislados	26
2.5.3 Módulos Fotovoltaicos	27
2.6 Acometida eléctrica	29
2.6.1 Amperios	29
2.6.2 Amperios hora	29
2.6.3 Batería solar	29
2.6.4 Disyuntor termomagnético	29
2.6.5 Cable pv	30
2.6.6 Convertidor	30

2.6.7 Efecto fotoeléctrico	30
2.6.8 Energía solar fotoeléctrica	30
2.6.9 Fotocélula.....	31
2.6.10 Inversor	31
2.6.11 Módulos fotovoltaicos.....	31
2.6.12 Tiempo de vida útil de un panel solar.....	32
3 CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOELÉCTRICO DE MASA 2	33
3.1 Distribución de la instalación solar fotoeléctrica	33
3.2 Particularidades de las cargas eléctricas.....	33
3.3 Deducción de la potencia de instalación.....	34
3.4 Gasto eléctrico del proyecto	34
3.4.1 Gasto diario del proyecto	35
3.4.2 Calidad ambiental en la comunidad	35
3.5 Propiedades y diseño de los dispositivos para el sistema fotovoltaico	36
3.5.1 Inclinación.....	36
3.5.2 Recolección de datos.....	36
3.5.3 Valoración de las cargas totales eléctricas	37
3.5.4 Cantidad de voltaje para el banco de baterías	37
3.5.5 Cantidad de paneles solares en conjunto.....	39
3.5.6 Cantidad de corriente en el controlador de carga	40
3.5.7 Cantidad de capacidad del inversor	41
3.5.8 Validez del sistema fotoeléctrico	41
3.5.9 Desgastes ocasionado por la inclinación y orientación	42
3.5.10 Situaciones estándares en el panel fotoeléctrico.....	42
3.5.11 Temperatura dada en el mes de Julio para la celda	42
3.5.12 Condiciones Críticas de Funcionamiento	42
3.5.13 Eficacia en la temperatura hacia los paneles fotovoltaicos.....	43
3.5.14 Cantidad total en base a la eficiencia del sistema	43
3.5.15 Cantidad de cable para todo el sistema	44
3.6 Cálculo y propiedad de toda la instalación	45
3.6.1 Cables y tuberías	45
3.6.2 Tablero de distribución	46
3.7 Planos de la vivienda	46
3.7.1 Plano Arquitectónico de la Familia Moreira Aguirre	46
3.7.2 Plano eléctrico para los circuitos de iluminación y tomacorrientes	47
3.8 Planos de instalación fotovoltaica.....	48

3.8.1 Símbolos usados para este proyecto	48
3.8.2 Diagrama unifilar	48
3.8.3 Conexión de los módulos fotoeléctricos	49
3.8.4 Circuito de conexión de baterías.....	50
3.8.5 Circuito del regulador – controlador de carga.....	50
3.8.6 Circuito de conexión para el inversor.....	50
3.8.7 Circuito base del poste del panel fotoeléctrico	51
3.8.8 Soporte del panel fotoeléctrico.....	52
3.8.9 Gabinete para Equipos Fotovoltaicos.....	53
4 SIMULACIÓN MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES.....	54
4.1 Simulación en el PROGRAMA PVSYST 7.2.....	54
4.2 Simulación del programa.....	54
4.3 Implementación del proyecto.....	55
4.3.1 Instalación Eléctrica del proyecto.....	55
4.3.2 Montaje del sistema fotoeléctrico	59
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
PRESUPUESTO	64
ANEXOS	65

Índice de figuras

<i>Imagen 1.</i> Ubicación de Masa 2.....	14
<i>Imagen 2.</i> Comunidad Masa 2.....	15
<i>Imagen 3.</i> Comunidad Masa 2, Guayaquil, provincia del Guayas.....	16
<i>Imagen 4.</i> Comunidad Masa 2, vista geográfica.....	17
<i>Imagen 5.</i> Esquema de la solución.....	19
<i>Imagen 6.</i> Planta fotovoltaica en la provincia de Pichincha.....	22
<i>Imagen 7.</i> Energía renovable.....	23
<i>Imagen 8.</i> Radiación solar.....	24
<i>Imagen 9.</i> Sistemas Fotovoltaicos directos.....	26
<i>Imagen 10.</i> Sistemas Fotovoltaicos Aislados.....	27
<i>Imagen 11.</i> Módulos fotovoltaicos.....	28
<i>Imagen 13.</i> Batería solar.....	28
<i>Imagen 14.</i> Disyuntor termomagnético.....	29
<i>Imagen 15.</i> Células solares fotovoltaicas.....	29
<i>Imagen 16.</i> Energía solar fotovoltaica.....	30
<i>Imagen 17.</i> Fotocélula.....	31
<i>Imagen 18.</i> Panel solar.....	31
<i>Imagen 19.</i> Esquema de frado de electrificación.....	32
<i>Imagen 20.</i> Esquema eléctrico de un grado elevado.....	33
<i>Imagen 21.</i> Topología del sistema fotoeléctrico	34
<i>Imagen 22.</i> Detalles Técnicos de la batería	39
<i>Imagen 23.</i> Detalles técnicos del módulo.....	40
<i>Imagen 24.</i> Detalles técnicos del controlador de carga.....	41
<i>Imagen 25.</i> Detalles técnicos del inversor.....	42
<i>Imagen 26.</i> Temperatura de la célula fotovoltaica.....	44
<i>Imagen 27.</i> Cables.....	46
<i>Imagen 28.</i> Tuberías.....	47
<i>Imagen 29.</i> Plano arquitectónico de Vivienda Familia Moreira Aguirre.....	48
<i>Imagen 30.</i> Plano eléctrico de Iluminación y Tomacorrientes.....	49
<i>Imagen 31.</i> Simbología.....	50
<i>Imagen 32.</i> Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico.....	51

Imagen 33. Conexión de los modulos fotoeléctricos.....	51
Imagen 34. Circuito de conexión de baterías.....	52
Imagen 35. Circuito del regulador-controlador de carga.....	52
Imagen 36. Circuito de conexión para el inversor.....	53
Imagen 37. Estructura base de poste fotovoltaico.....	53
Imagen 38. Poste Soporte Panel Fotovoltaico.....	54
Imagen 39. Gabinete de los equipos utilizados.....	55
Imagen 40. Orden del panel de distribución.....	58
Imagen 41. Instalación de los tubos PVC.....	58
Imagen 42. Circuitos de tomacorrientes e iluminación.....	59
Imagen 43. Conexión de boquillas.....	60
Imagen 44. Conexión de interruptores.....	60
Imagen 45. Base de concreto.....	61
Imagen 46. Distribución del panel en la base metálica.....	62
Imagen 47. Base metálica usada para la colocación de equipos.....	62
Imagen 48. Conexión serie de las baterías.....	63
Imagen 49. Colocación de elementos fotovoltaicos... ..	63
Imagen 50. Imagen final del proyecto.....	65
Imagen 51. Cuadro de capacitación.....	67
Imagen 52. Resultados mediante el software PVSYST 7.2.....	69
Imagen 53. Resultados dados por el programa PVSOL.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. - Potencias instaladas.....	34
Tabla 2. Ángulos de inclinación	36
Tabla 3. Datos Meteorológicos mediante PVSOL	37
Tabla 4. Dimensionamiento de Cargas Eléctricas	37
Tabla 5. Cálculo del banco de baterías	37
Tabla 6. Guía de dimensionamiento de banco de baterías	38
Tabla 7. Dimensionamiento del arreglo	39
Tabla 8. Guía de dimensionamiento del controlador.....	40

Tabla 9.. Guía de dimensionamiento del inversor41

1 CAPITULO I

1.1 Introducción

El servicio eléctrico es fundamental en la actualidad, sobre todo en zonas urbanas y ciudades grandes, por lo cual es raro no contar con este tipo de servicio, sin embargo, muchas zonas rurales no tienen electricidad que sea entregada por una red pública como en la zona urbana debido a múltiples situaciones como la ubicación del sector, la accesibilidad a las comunidades que permita implementar proyectos eléctricos de forma segura y factible. En el golfo de Guayaquil confluyen el río Guayas y el estero del salado con la entrante de mayor tamaño en el océano pacífico alrededor de todo Sudamérica, alrededor de este camino se encuentra la comunidad de Masa 2.

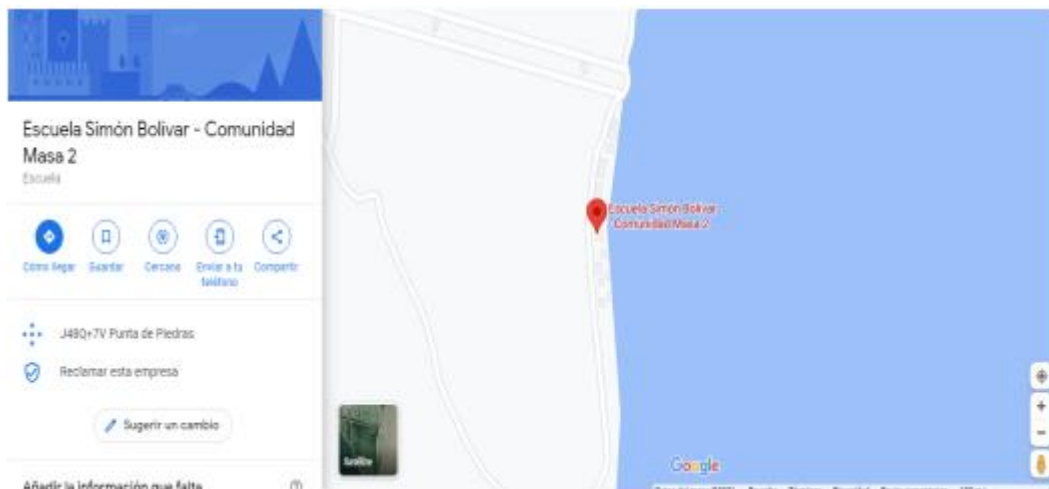


Imagen 1. Ubicación de Masa 2

Fuente: Google Maps

La comunidad Masa 2 está definida como una asociación situada en el Golfo de Guayaquil al sur de la ciudad ubicada a 25.7 km desde el puerto más grande de Ecuador, el ingreso a esta comunidad se lo puede hacer por vía marítima partiendo desde el Muelle Caraguay con una duración de 50 minutos aproximadamente, hasta llegar a la comunidad, como también se puede llegar por vía terrestre que se demora cerca de 90 minutos en carro particular y el punto de salida es desde el Mercado de las Exclusas.

La comunidad MASA 2 está situada dentro del sector de la Camaronera Songa, 45 años asentada en ese sector, aproximadamente a 30 minutos de las instalaciones de Termo Guayas S.A. El acceso a la comunidad por vía terrestre es utilizando los caminos trazados por la camaronera.



Imagen 2. Comunidad Masa II

Fuente: Google Maps

El poder brindar energía eléctrica tiene consecuencias en la economía del lugar, mediante la rentabilización de construcción eléctrica para su productividad. Según un censo hecho en el año 2001 la electricidad en la parte campestre de la provincia rondaba el 79%, en el sector urbanístico 91.5% y a nivel nacional un 89%

El reto que significa adquirir un constante crecimiento con igualdad de la población, requiere de la afiliación algunos sectores tales como el urbano marginal y rural. Esta meta se puede alcanzar requiriendo a dotar a estas poblaciones con lo mas básico como lo son los servicios básicos que ayude a catapultar sus capacidades tanto económicas como sociales.

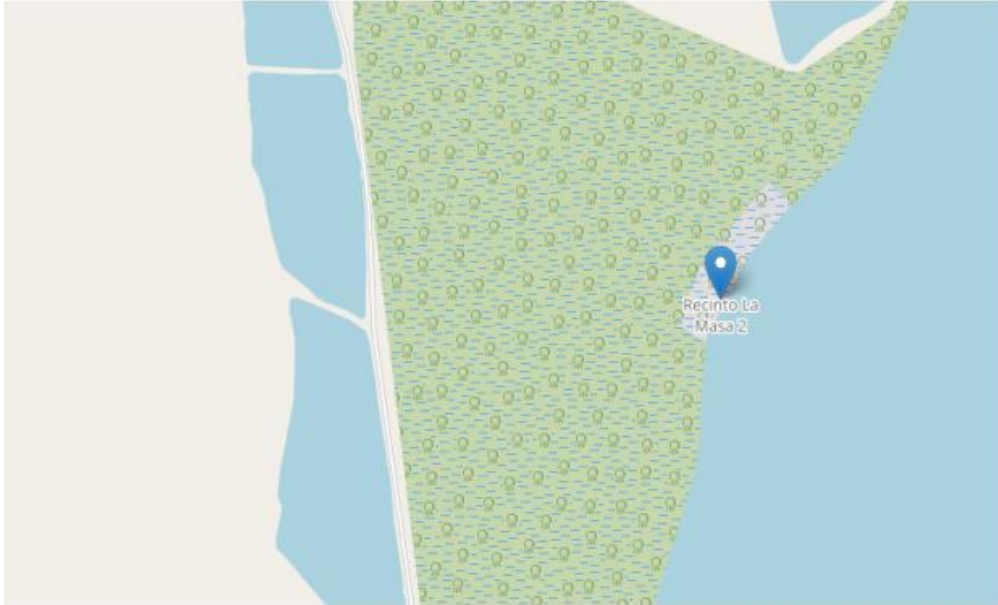


Imagen 3. Comunidad Masa 2, Guayaquil, provincia del Guayas

Fuente: Google Maps

A este lugar se puede llegar tanto vía fluvial y terrestre adquiriendo permisos lo cual se obtiene previo citas, en tiempos de invierno se hace difícil el ingreso al determinado lugar por el suelo que es muy blando y lodoso nos podemos acogernos a la ampliación de Google Maps las cuales tiene as siguientes coordenadas -2.384174, -79.860432.

1.2 Problema de estudio

Esta comunidad MASA 2 aproximadamente cuenta con un total de 23 familias las cuales están acentuadas en 17 viviendas.

Los habitantes no gozan de todos los recursos posibles y por ende de conocimiento técnico de las energías renovables lo cual se le hace difícil para futuros proyectos con esta energía ya que es viable este tipo por otro lado si empelamos la energía eléctrica por medio de redes la inversión en si sería muy alta por ende es difícil la solvatación de la energía eléctrica como tal para los habitantes de esta isla de Guayaquil.

Formando lo que conocemos como energía eléctrica, esto es una de los equipos que necesitan estas comunidades para poder desarrollar todas sus actividades, permitiéndoles mejorar su calidad de vida, cumpliendo con muchas necesidades, tales como comunicación, alumbrado y por sobre todas las cosas el desarrollo de actividades agropecuarias, comerciales, industriales, entre otras.

Continuando con el determinado tema, la población quienes se encuentran aisladas en el Río de la provincia del Guayas y el estero salado con el tema de sectores la cuales carecen de energía

eléctrica, en esta isla existe escasez de necesidades básicas que comprenden: electricidad, salud, suministro de agua potable, entre otros muchos más.

Quienes habitan en esta comunidad mencionan que la única manera de obtener energía eléctrica es por medio de generadores eléctricos, por ende, con el pasar del tiempo surge el efecto contaminante por las emisiones del CO₂, en consecuencia, afecta a la economía de los usuarios debido al uso de combustibles, estos equipos de generación requieren aceite y la gasolina, por ende, también el mantenimiento de los equipos como tal.

En base a esto notamos que una alternativa de la eliminación de esta contaminación son las energías renovables por ende tenemos a la solar, la cual está disponible en todo el mundo, está a la vez será de gran ayuda al sector MASA 2 produciendo energía limpia colaborando al desarrollo de esta comunidad como tal.

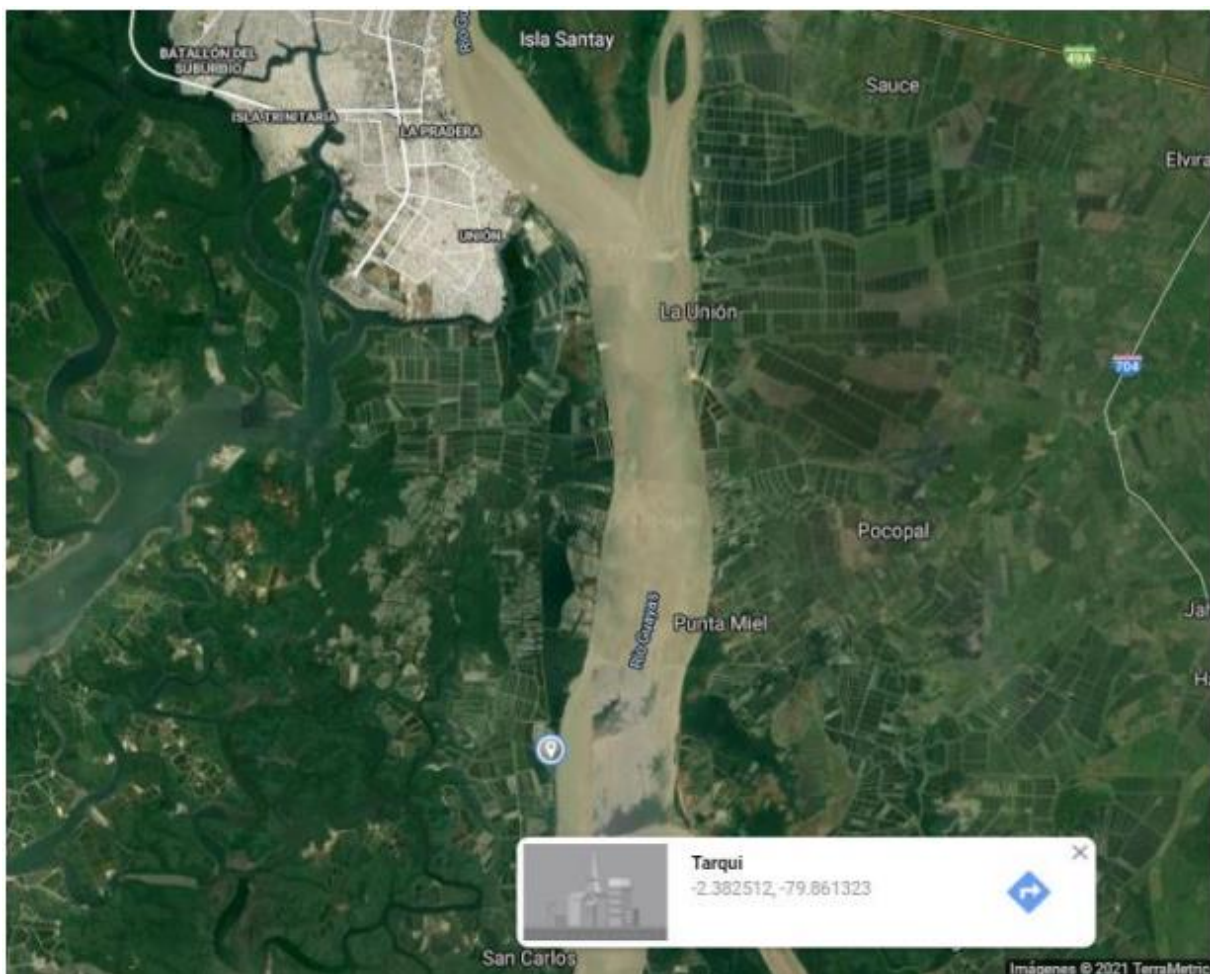


Imagen 4. Comunidad Masa II, vista geográfica

Fuente: Google Maps

1.3 Justificación

La falta de electricidad de manera continua en esta comunidad MASA 2 es la razón para ejecutar un estudio análisis y diseño para el montaje de un sistema fotoeléctrico de calidad con la finalidad de dar una mano a este sitio de la ciudad.

Dando lugar óptimo la energía solar y haciendo provecho de la misma lo cual es una de las maneras de conseguir energía renovable y económica del país, en consecuencia, no causa contaminación en el medio ambiente y por la ubicación geográfica de la Comunidad MASA 2 es perfecto para aprovechar la radiación solar.

Con este proyecto se ayudará a la comunidad común sentido de solidaridad haciendo el uso de conocimiento e interviniendo en esta clase de proyecto de manera social. Por medio de un estudio previo de hará un diseño e implementación del sistema de paneles solares para este tipo de zonas rurales empleado en la comunidad MASA 2, beneficiando a los usuarios, proyectando una calidad de vida superior a la que estaban acostumbrados, mediante energía limpia, está a la vez disminuirá grandes gastos como el traslado y comprar del combustible .la carga establecida cubrirá dos iluminarias y un televisor.

Deseando que futuros estudiantes que hayan terminado la carrera de ingeniería eléctrica y estén en calidad de egresados ensamblen este tipo de proyectos lo cual así contribuyan a un enorme favor al sector y al mismo tiempo para la sociedad.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Optimización del costo de generación de energía fotovoltaica de sistemas aislados en comunidades remotas, MASA 2, Isla del Golfo de Guayaquil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conocer las rentabilidades en el ámbito social y económico que puede tener el diseño e implementación del sistema fotovoltaico.
- Capacitar a beneficiarios sobre la forma de dar el respectivo mantenimiento y uso de los equipos a instalar mediante charlas en la parte de la comunidad beneficiada.
- Instalar y diseñar un sistema fotovoltaico la cual se suministrará de energía limpia a una vivienda de la comunidad MASA 2.

1.5 Planteamiento de la solución

Panel Solar MD079 Gi Power
GP-150P-36, 12Vdc nominal 150Wp

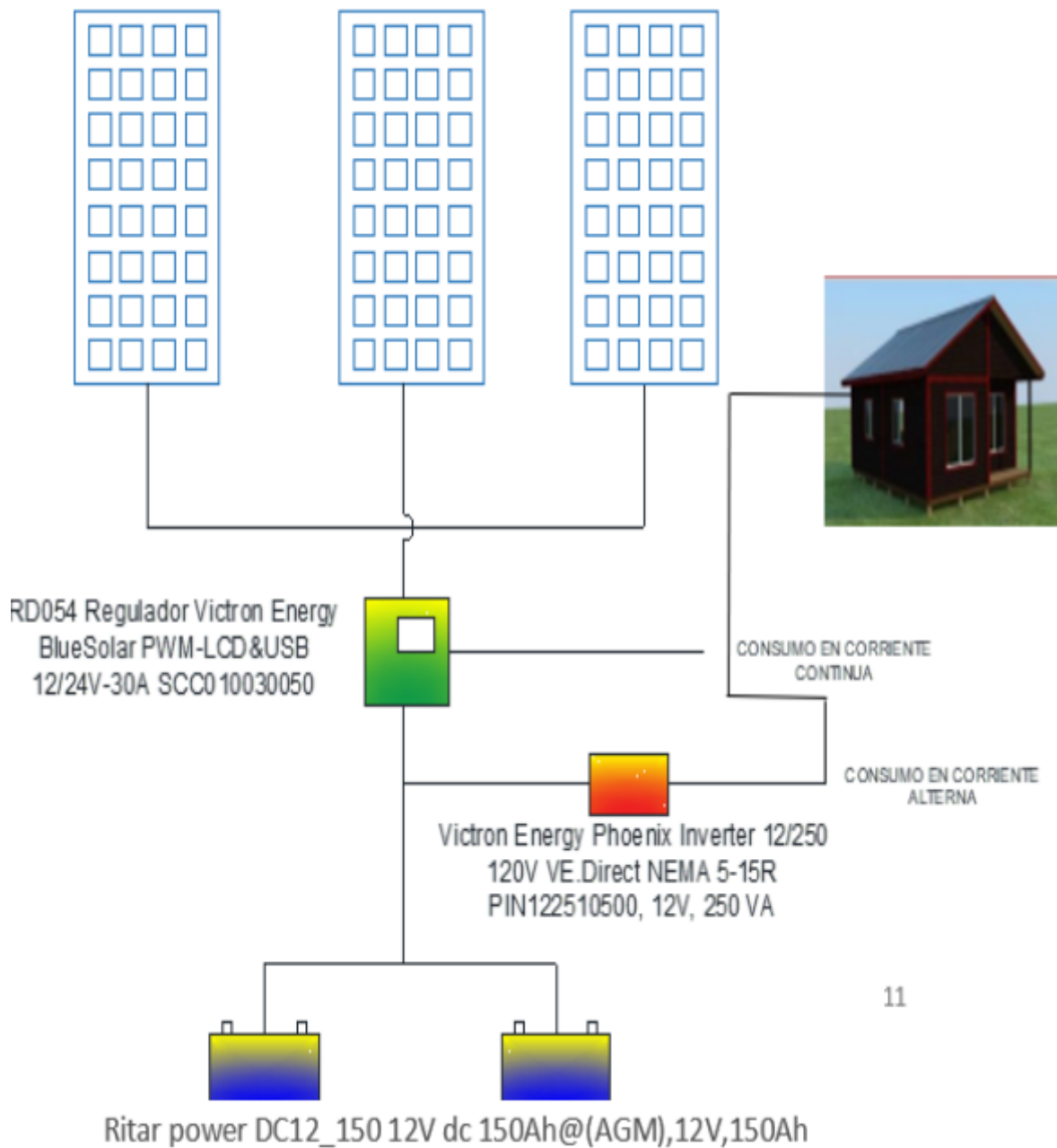


Imagen 5. Esquema de la solución

Fuente: Participantes del proyecto

1.6 Metodología de Trabajo

Se emplearán los métodos basados en datos de la comuna en base lo cual determinemos la información como tal, por ende, beneficiará para el respectivo dimensionamiento del sistema fotovoltaico en la casa de esta comunidad.

1. Asistir la comunidad MASA 2 y dar a conocer el proyecto con los usuarios pertenecientes a esta determinada población.
2. Realizar el cálculo necesario con el cual determinaremos la demanda requerida para así determinar la capacidad de la carga en las casas de la comunidad para el respectivo dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
3. Elaborar los planos eléctricos necesarios del Sistema Fotovoltáico para las casas de la comunidad MASA 2.
4. Estimar las herramientas y materiales como tal para la respectiva instalación fotovoltaica.
5. Realizar la instalación de los componentes y equipos necesarios para el respectivo montaje del sistema fotovoltaico.
6. Capacitar sobre el mantenimiento de los paneles solares la comunidad para que en un determinado periodo lo hagan con el fin de mantener y adquirir el 100% de la energía emitida por el sistema.

2 CAPITULO II: MARCO TEORICO

La energía del sol que puede llegar a paneles solares de forma directa para generar electricidad se emplea basado en una tecnología conocida como efecto fotoeléctrico.

Al incidir la radiación solar sobre las células fotoeléctricas que forman los paneles generan una desigualdad en el potencial eléctrico que termina desencadenando que los electrones salten de un lugar para otro, lo que conlleva a generar energía eléctrica.

Detallaremos los conceptos eléctricos el cual vamos a emplear en el desarrollo del proyecto.

2.1 La energía solar

Se determina que [1] como energía solar a la energía entregada por el sol que es infinita y renovable derivada de aprovechar la radiación electromagnética precisamente traída desde el sol.

En tiempos actuales, la luz del Sol puede aprovecharse varios en varios tipos como las células fotovoltaicas, colectores térmicos, etc. y a la vez transformándose en energía eléctrica o térmicas entre las formas de obtener un beneficio de esta energía proveniente del sol, para este tipo de energía existen dos tipos de tecnologías aliadas al sol que a su vez se subdivide en otros 2 grupos más: la energía térmica y la energía fotovoltaica.

2.2 La energía del sol en territorio ecuatoriano

Según [2], Ecuador tiene a su favor un gran potencial para generar energía fotovoltaica. Su funcionamiento requiere alrededor de un poco más de 5 horas de luz de forma perpendicular por lo menos durante el periodo de un año. Además, según el Conelec, Ecuador posee zonas que pueden llegar a tener 6,3 horas. Esto motivo a muchos emprendedores a crear empresas enfocadas en la generación de energías alternativas, una de estas empresas fue Valsolar, compañía que comenzó a inicios del 2011 en la capital ecuatoriana.



Imagen 6. Planta fotovoltaica en la provincia de Pichincha

Fuente: revista lideres

2.3 Energías renovables

Según la definición de [3], la energía se considera renovable cuando la fuente de esta es con recursos naturales, fuentes como el sol, agua, viento, etc. Las energías renovables tienen la característica de no consumir combustibles fósiles sino de utilizar recursos naturales, las cuales puedan reutilizarse ilimitadamente.

Otra característica importante de este tipo de energía, es prácticamente infinita, no produce GEI, principal protagonista del calentamiento global y emisor de contaminantes, por lo que su impacto hacia el medio ambiente es muy inexistente, por lo que podemos concluir que este tipo de energía son fuentes de energía limpia.

Sin embargo, hay que diferenciar lo que es energía limpia y renovable de energía limpia como la energía nuclear.



Imagen 7. Energía renovable

Fuente: BBVA

2.4 Radiación solar

Según [4], la radiación solar proviene del Sol, la cual se extiende por medio del espacio en ondas electromagnéticas. Dicha energía es la que impulsa varios procesos entre los cuales está involucrado también el clima. La energía que llega desde el sol es la que es mejor conocida como radiación electromagnética, esta energía está hecha al fusionar el hidrogeno dentro del núcleo del sol, dicha radiación es resultado de la fusión nuclear, la cual es emitida por la superficie solar.

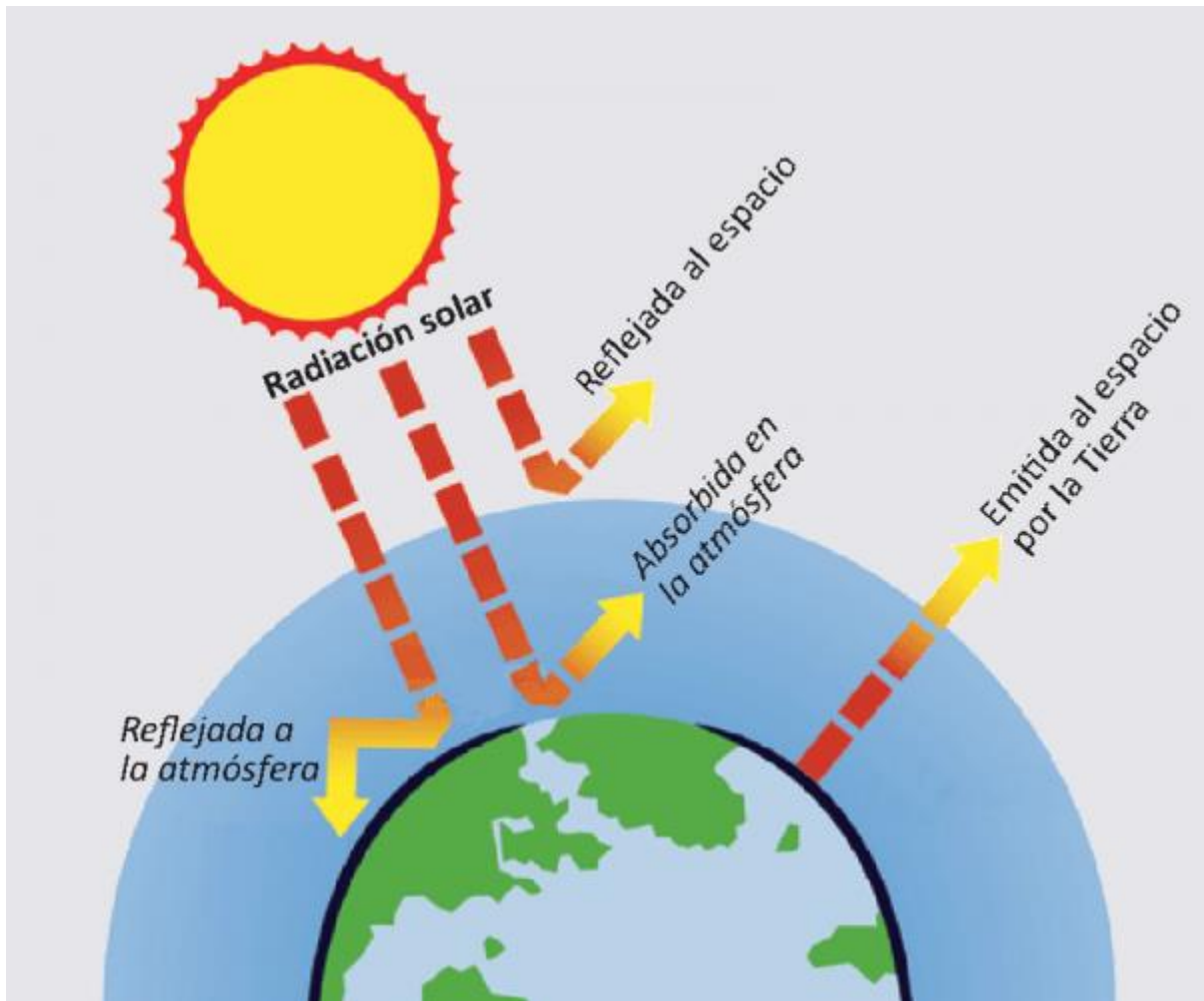


Imagen 8. Radiación solar

Fuente: helioesfera.com

2.5 Funciones y categorías de sistemas fotoeléctricos

Por lo leído en [5], hay lugares donde tener energía eléctrica resulta muy caro o casi imposible de acceder, por lo que una alternativa es la energía solar para consumo propio.

De esta forma se evita tener que trasladar la línea eléctrica hasta el punto de consumo, con eso se evade lo costoso que podría ser tener energía eléctrica. Siendo más común, aplicarse en las siguientes situaciones:

- Servicio de energía eléctrica en zonas alejadas de una red eléctrica
- Sector agrícola y de ganadería
- Señaléticas
- Alumbrado público.
- Sistemas de agua.

Para estos usos, sobre todo en la noche o donde haya baja insolación, es fundamental el uso de una batería junto a un controlador , y de ser necesaria el uso de corriente alterna se debe usar un inversor.

Por lo que se pide usar electrodomésticos con un consumo muy ínfimo. Siendo también una alternativa para mejorar el estilo de vida en comunidades lejanas mediante soluciones sostenibles.

2.5.1 Sistemas Fotovoltaicos directos.

Según [6], este tipo de instalaciones eléctricas, tanto la red eléctrica y el sistema fotovoltaico coexisten para brindar la cantidad de electricidad necesitada. Por ende, la energía total que se puede llegar a producir para el autoconsumo de las comunidades prima para abastecer el consumo solicitado de la instalación, sin embargo, de no ser suficiente, lo compensa la red de energía eléctrica. Por otro lado, si sobra más de la energía requerida, esa energía se introduce en la red eléctrica para repartirla hacia el consumo más próximo.

La manera de suministrar la energía introducida a la red eléctrica es motivo de discusión entre una gama alta de modelos, siendo objetivos para estos sistemas el Smart Grid y el balance neto, estas dos alternativas pueden lograrse teniendo o no teniendo baterías. Por lo que se puede concluir que, es una red de distribución eléctrica que dirige el residuo de energía eléctrica propia de la instalación de autoconsumo, para brindarla a sus moradores que estén en ese momento gastándola.

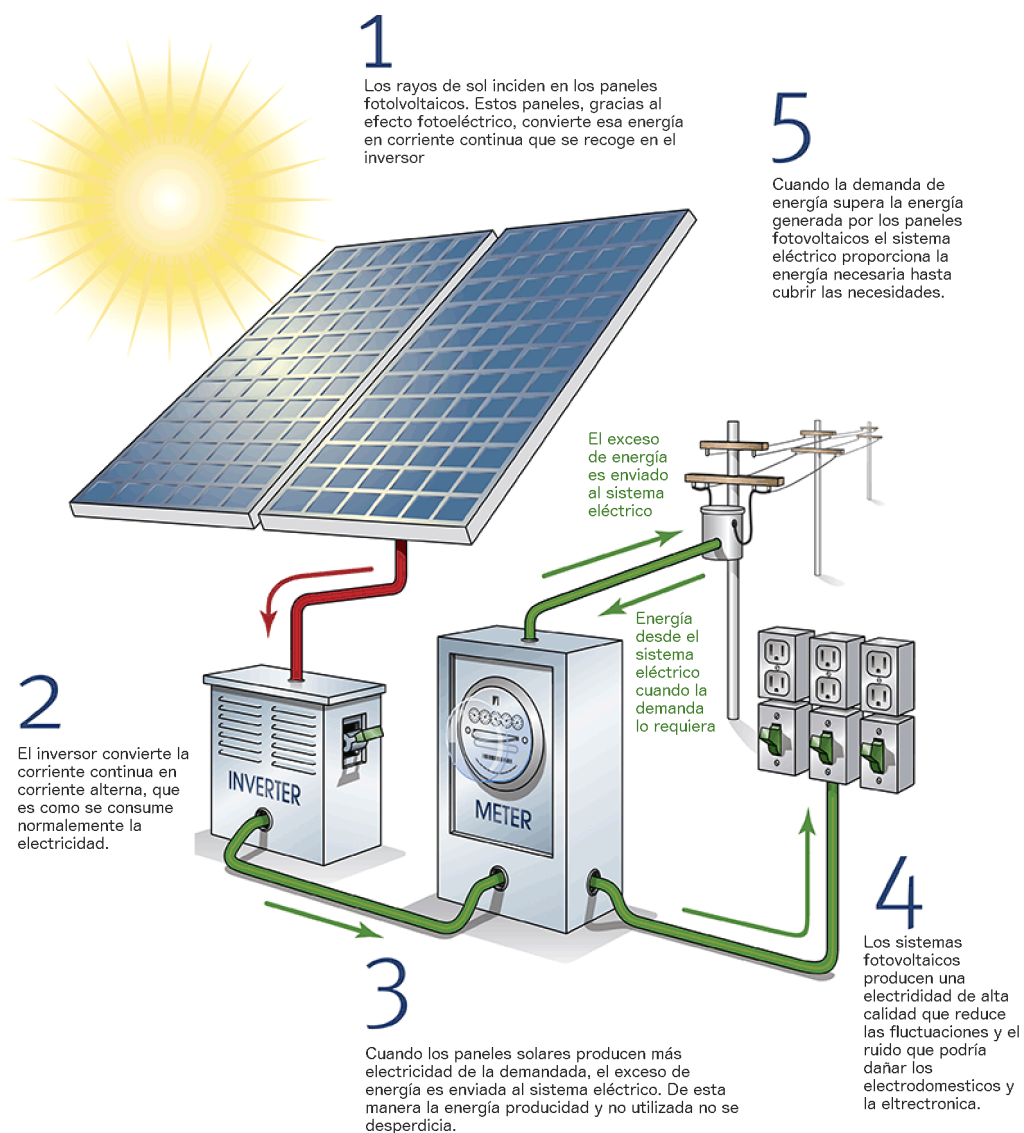


Imagen 9. Sistemas Fotovoltaicos directos

Fuente: helioesfera.com

2.5.2 Sistemas fotoeléctricos aislados

Conforme a [7], este sistema no está conectado de ninguna manera a una red eléctrica de distribución, por lo tanto, la electricidad se genera y se termina en la misma parte, se puede tener algunas baterías para que esta energía se acumule hasta llegar a producir el consumo o no.

Una de las instalaciones más comunes en las que este sistema cuenta con baterías, es en una vivienda aislada. Los paneles solares para viviendas aisladas son los encomendados a facilitar la energía eléctrica solicitada para cualquier vivienda o edificio que no esté ligado a la red eléctrica. Mientras que en una instalación de bombeo solar es el indicado para sistemas aislados sin baterías, en estos sistemas el consumo se genera cuando existe una gran cantidad radiación

solar que permita funcionar la bomba solar, un ejemplo donde se aplican estos sistemas es en piscinas.

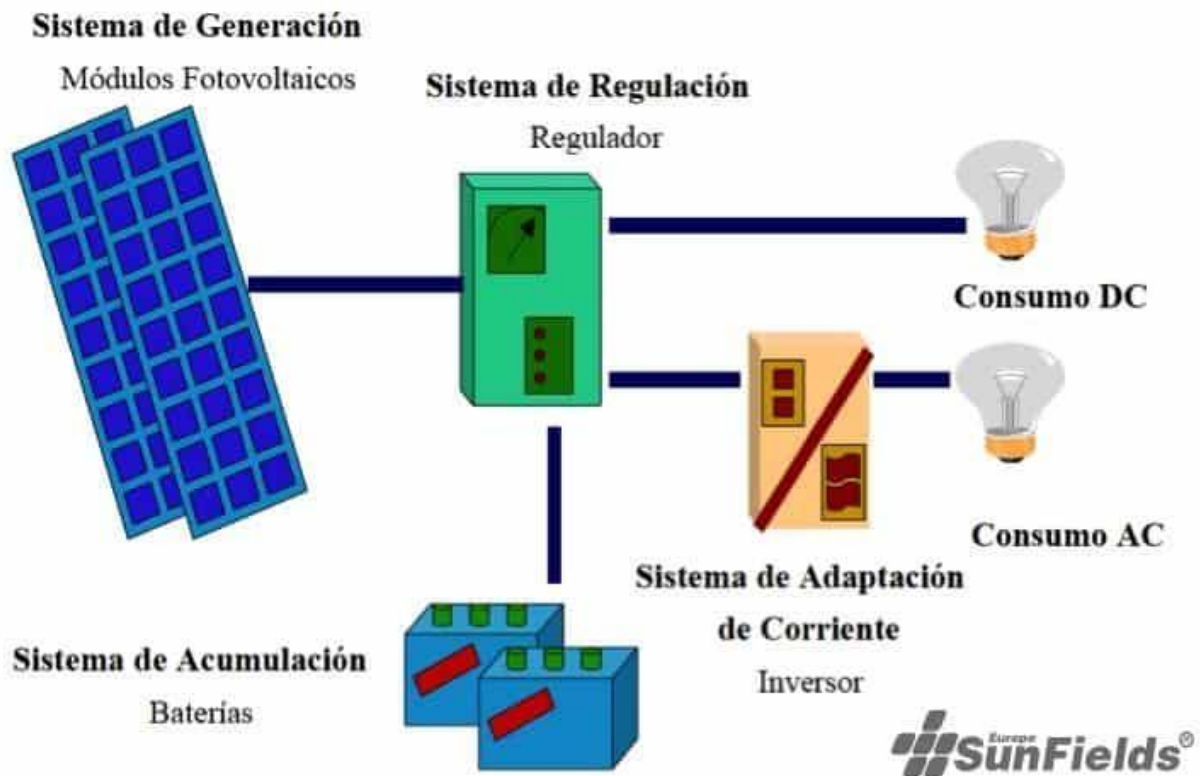


Imagen 10. Sistemas Fotovoltaicos Aislados.

Fuente: sfe-solar.com

2.5.3 Módulos Fotovoltaicos

Como está escrito en [8], un módulo fotovoltaico, también llamado placa solar, es un aparato que atrae la energía que emana el sol para comenzar un proceso de cambio para trasladar la energía solar hacia energía eléctrica. El silicio es el material que se usa para cubrir el semiconductor de los paneles, este material es bastante sensible a la luz y permite la generación de electricidad cuando recibe la radiación del sol debido al efecto fotovoltaico.



Imagen 11. Módulos fotovoltaicos

Fuente: interempresas.net

2.5.3.1 Composición, eficiencia y vida útil

Conforme a [9], los módulos con paneles solares están hechos por células fotovoltaicas individuales juntas entre sí. Para respaldar la inclinación y orientación precisa en relación con la luz solar, los módulos están colocados bajo un soporte.

La eficiencia de los módulos fotovoltaicos está dada por la unión entre la potencia eléctrica y la potencia de radiación del sol que interviene en la totalidad del módulo. El valor modelo que se tiene como referencia para deducir la radiación del sol es de aproximadamente 1000 w/m². Normalmente la vida útil de un modulo fotovoltaico es de aproximadamente 25 años.

2.6 Acometida eléctrica

Es la parte de la instalación lo cual constituye comenzando con la red de distribución hasta las casas de los beneficiarios, está formada por ductos conductores medidores tablero general acometidas interruptor global cajas punto de alimentación.

2.6.1 Amperios

El símbolo con el cual se le conoce es la letra A viene a ser la unidad de la intensidad eléctrica como tal.

2.6.2 Amperios hora

Se basa en determinar el tiempo de horas lo cual dura una determinada batería esta sin recibir carga de acuerdo al del consumo.

2.6.3 Batería solar

Dispositivo diseñado para soportar descargas durante muchos ciclos de carga y por ende d de descarga.



Imagen 13. Batería solar

Fuente: ineldec.com

2.6.4 Disyuntor termomagnético

Hace el trabajo de interrumpir un determinado circuito eléctrica cuando la corriente eléctrica supere el determinado valor por las fábricas.



Imagen 14. Disyuntor termomagnético

Fuente: tramontina.com

2.6.5 Cable pv

Es de un solo conductor lo cual captan es utilizado comúnmente para entrelazar paneles de un sistema con paneles solares que generen electricidad.

2.6.6 Convertidor

Este proceso de basa en que la energía solar se convierte en electricidad este sistema fotovoltaico accede a transformar la luz proveniente del sol a electricidad, manifestándose la transformación de la energía lumínica en la célula fotovoltaica. Este proceso va cuando a la energía lumínica incurre en la célula fotoeléctrica establecidos así el arranque de electrones en los átomos empiezan a circular dentro del material

2.6.7 Efecto fotoeléctrico

Se refiere a los electrones son emitidos de un material estos pueden ser (solidos gases metálico no metálicos) después de la absorción de radiación electromagnética como los rayos ultravioletas, por ende, los electrones emitidos pueden ser llamado como fotoelectrones.

2.6.8 Energía solar fotoeléctrica

Es de origen renovable y genera en gran cantidad electricidad, esta es obtenida de la radiación solar por medio de un aparato semiconductor llamada célula fotovoltaica.

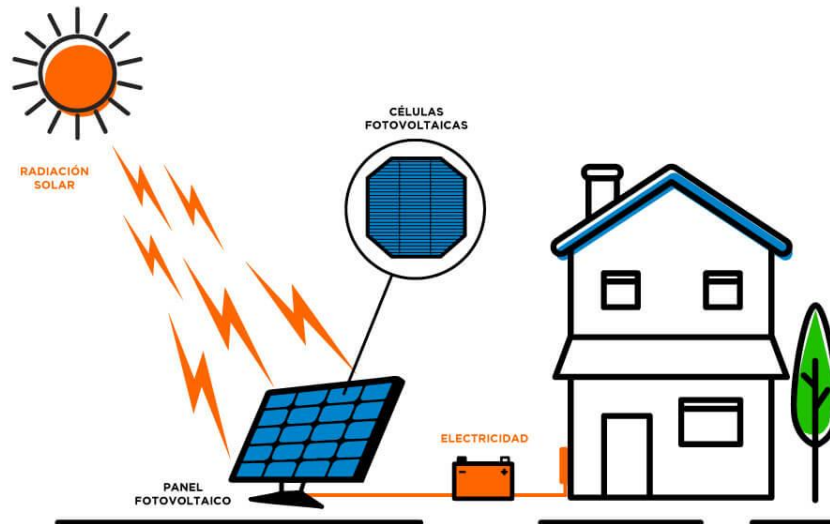


Imagen 16. Energía solar fotovoltaica

Fuente: energiasolar.lat

2.6.9 Fotocélula

Conocida también como celda esta a la vez ayuda a convertir la energía iluminada en carga eléctrica mediante un curioso efecto fotoeléctrica generando energía solar fotovoltaica, cuando los entrones libre son capturados el resultado bien a ser una corriente eléctrica por ende se utiliza como electricidad.



Imagen 17. Fotocélula

Fuente: Electroimporta

2.6.10 Inversor

Se trata de la transformación de corriente continua en corriente alterna, esta de manera segura.

2.6.11 Módulos fotovoltaicos

Se basan en que las células transforman la luz del sol en energía eléctrica por medio de algunas propiedades de los materiales. El silicio amorfo lo cual son capas finas se encargan de esto.

2.6.12 Tiempo de vida útil de un panel solar

A máximo o medio rendimiento la vida útil se sitúa alrededor de los 25 años desde ahí empezará la disminución de la potencia entregada dándose un valor de pérdida considerable de la célula solar que está estimado en 0.5%.



Imagen 18. Panel solar

Fuente: Fiasa.com

3 CAPITULO III: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOELÉCTRICO DE MASA 2

3.1 Distribución de la instalación solar fotoeléctrica

Para el diseño de esta instalación fotoeléctrica que se emplea en zonas alejadas de ciudades grandes, mejor conocida como instalación de tipo aislada. Para estas instalaciones se usan los siguientes materiales: panel fotovoltaico, regulador, inversor de corriente directa a corriente alterna, acumulador y un panel de distribución. Quedando de la siguiente forma

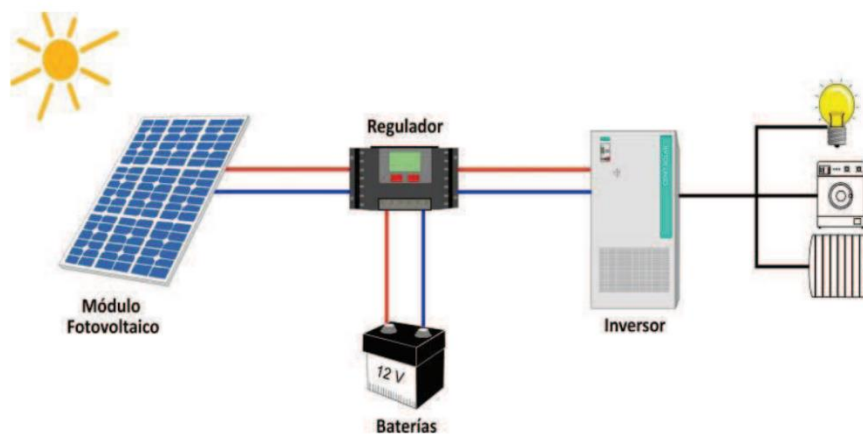


Imagen 21. Topología del sistema fotoeléctrico

Fuente: Participantes del proyecto

3.2 Particularidades de las cargas eléctricas

En este trabajo se consideró que el proceso para colocar los paneles fotovoltaicos tiene como fin alimentar algunas cargas las cuales mostramos a continuación:

- Frecuencia: 60 Hz
- Voltaje: 120 V
- Potencia: 425 W
- Monofásica

Estas cargas están distribuidas en un circuito que alimentará equipos tales como:

- Cinco (5) bombillas tipo led de 20 watts
- Un TV de 85 watts
- Un ventilador de 60 watts
- Dos tomacorrientes (carga máxima de 90 watts)

3.3 Deducción de la potencia de instalación

Para este proyecto, la potencia calculada es de 425 watts, valor que pertenece al total que se diseñó para el equipo y para toda la disposición eléctrica usando paneles solares, lo que se puede interpretar como el valor más alto en la demanda máxima, este valor puede darse en cualquier momento que se esté ejecutando el trabajo.

-Potencia de cada circuito

-Circuito 1 (Iluminación)

$$5 \times 20w = 100w$$

-Circuito 2 (Tomacorrientes generales)

$$2 \times 90w = 180w$$

-Circuito 3 (Televisor)

$$1 \times 85w = 85w$$

-Circuito 4 (Ventilador)

$$1 \times 60w = 60w$$

-Potencia total instalada

$$Pt = \text{Circuito 1} + \text{Circuito 2} + \text{Circuito 3} + \text{Circuito 4}$$

$$Pt = (100 + 180 + 85 + 60)w$$

$$Pt = 425w$$

Dispositivos	Potencia alojada	Tiempo (en horas)	Consumo (en Kwh/dia)	Consumo por mes
Bombillas led	100	5	0.5	15
Tomacorrientes	180	3	0.54	16.2
Televisor	85	3	0.25	7.5
Ventilador	60	2	0.12	3.6
Total	425		1.41	42.3

Tabla 1. - Potencias instaladas
Fuente: Participantes del proyecto

3.4 Gasto eléctrico del proyecto

Se refiere a la energía necesaria por un punto específico de suministro para cualquier momento determinado.

Para este trabajo, respecto a la potencia de todos los equipos que se han instalado para el consumo eléctrico se solicita es el siguiente:

3.4.1 Gasto diario del proyecto

- Circuito 1 = 100w
-Horas: 5
-Total: 500 w/h
- Circuito 2 (Tomacorrientes) = 180w
-Horas: 3
-Total: 540w
- Circuito 3 (Televisor) = 85w
-Horas: 3
-Total: 255
- Circuito 4 (Ventilador) = 60w
-Horas: 2
-Total: 120w

-Gasto en su totalidad generado para el proyecto

CT= Circuito 1 + Circuito 2 + Circuito 3 + Circuito 4

CT= (500+540+255+120) w = 1415 w

3.4.2 Calidad ambiental en la comunidad

Para el diseño de este proyecto, se tiene que tener en cuenta que es el idóneo para la Comunidad Masa 2, y en base a eso los dispositivos que han sido escogidos deben ser los ideales para poder ser instalados en áreas tropicales y que logren sus objetivos de acuerdo a estos requisitos ambientales:

• Ubicación:

Latitud Sur 2.38

Longitud Oeste 79.86

- Temperatura máxima: 28°C
Temperatura mínima: 22°C
- Altura sobre el nivel del mar: 6 m
- Radiación solar: 1 kWh/m²

3.5 Propiedades y diseño de los dispositivos para el sistema fotovoltaico

3.5.1 Inclinación

Consumo Estacional	Angulo de inclinación
Consumo constante	Angulo de inclinación
Consumo en Invierno	Angulo de inclinación (Alrededor de más de 15 grados)
Consumo en Verano	Angulo de inclinación (Alrededor de menos de 15 grados)

Tabla 2. Ángulos de inclinación

Fuente: Participantes del proyecto

Para la inclinación insuperable para el módulo fotovoltaico se considera las siguientes coordenadas:

-Latitud: -2,39 ° S

-Longitud: -79,86 ° W

3.5.2 Recolección de datos

Se procedió a recolectar datos meteorológicos que ayuden a brindar los datos necesarios para poder diseñar este sistema fotovoltaico. Estos datos se pueden obtener de diferentes fuentes como universidades, ministerios gubernamentales, estaciones meteorológicas e Internet.

Para poder diseñar, se necesitó de los datos meteorológicos dados por el programa PV SOL

Tiempo	Radiación sobre la horizontal kWh/m ²	Radiación difusa sobre la horizontal kWh/m ²	Temperatura exterior °C	Superficie fotovoltaica 1: Altura del sol rad
Año	599,27	457,87	25,528	-0,026188
Ene	50	37,048	26,599	1,3221
Feb	50	36,74	26,446	0,9779
Mar	49,988	39,529	26,984	0,20107
Abr	49,946	36,292	26,672	-0,79433
Mayo	49,887	36,653	26,395	-1,2393
Jun	50	36,17	24,785	-1,4062
Jul	50	39,119	24,477	-1,339
Ago	50	40,678	24,16	-1,0177
Sep	49,999	37,088	24,148	-0,29293
Oct	49,998	40,808	24,487	0,71124
Nov	50	40,248	24,677	1,2192
Dic	49,454	37,498	26,532	1,4031

Tabla 3. Datos Meteorológicos mediante PVSOL

Fuente: Participantes del proyecto

3.5.3 Valoración de las cargas totales eléctricas

VALORACION DE DIMENSIONAMIENTO TOTAL DE CARGAS ELECTRICAS							
CARGAS	CANTIDAD	VOLTAJE	CORRIENTE	WATTS	HORA/DIA	DIA/SEMANA	WATTS-HORAS
LUMINARIAS	5	120	0.667	100	5	6	425
TELEVISOR	1	120	0.667	85	3	5	109.65
VENTILADOR	1	120	0.666	60	2	2	54
TOMACORRIENTES	2	120	0.667	180	3	5	232.2
Potencia total conectada: 425							
Carga promedio diaria: 820.85							

Tabla 4. Valoración de las cargas eléctricas

Fuente: Participantes del proyecto

3.5.4 Cantidad de voltaje para el banco de baterías

TABLA DE VOLTAJE DE ACUERDO A LA POTENCIA DEL SISTEMA	
POTENCIA	VOLTAJE
<1000 W	12V DC
1000W ≤ P ≤ 2500 W	24V DC
2500W ≤ P ≤ 5000 W	48V DC
P > 5000 W	120V DC

Tabla 5. Cálculo del banco de baterías

Fuente: Participantes del proyecto

VALORACION DEL BANCO DE BATERIAS DEL SISTEMA				
CARGA PROMEDIO	EFICIENCIA DEL INVERSOR	VOLTAJE TOTAL DEL SISTEMA	PROMEDIO DIARIO	
820.85	0.8	24	42.75	
PROMEDIO DIARIO	DIAS DE AUTONOMIA	LIMITE DE DESCARGA	CAPACIDAD DE LA BATERIA	BATERIAS EN PARALELO
42.75	2	0.7	100	1.221
VOLTAJE DEL SISTEMA	VOLTAJE DE LA BATERIA	BATERIAS EN SERIE	BATERIAS EN PARALELO	TOTAL DE BATERIAS
24	12	2	1.221	2.44

Tabla 6. Guía de dimensionamiento de banco de baterías

Fuente: Participantes del proyecto



RT12180(12V18Ah)

Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Nominal Capacity	18Ah@20hour-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 5.2 Kg (Tolerance ±3.0%)
Internal Resistance	Approx. 14 mΩ
Terminal	F3(M5)/F13(M5)
Max. Discharge Current	180A (5 sec)
Short Circuit Current	750A
Design Life	6~8 years (Float charging)
Recommended Maximum Charging Current	5.4 A
Reference Capacity	C3 14.0AH C5 15.8AH C10 16.9AH C20 18.1AH
Standby Use Voltage	13.7 V~13.9 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



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



MH28539



G4M20206-0910-E-16

Imagen 22. Detalles Técnicos de la batería

Fuente: Participantes del proyecto

3.5.5 Cantidad de paneles solares en conjunto

Este cálculo considera el peor mes del año para un mejor y más exacto análisis, ya que ayuda tener una idea de todo el sistema fotovoltaico en las condiciones más deplorables posibles, teniendo el mes con menos horas solares pico

GUIA DE DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO				
AH/DIA	EFICIENCIA DE LA BATERIA	HORAS SOL PICO	CORRIENTE PICO	
42.75	0.9	3.9	12.18	
CORRIENTE PICO	CORRIENTE PIC	MODULOS EN PARALELO	CORRIENTE DE CC	
12.18	9.65	1.26	10.48	
VOLTAJE DEL SISTEMA	VOLTAJE NOMINAL	MODULO EN SERIE	MODULO EN PARALELO	TOTAL DE MODULOS
24	42	0.57	1.26	1

Tabla 7. Guía de dimensionamiento del arreglo

Fuente: Participantes del proyecto

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

Imagen 23. Detalles técnicos del módulo

Fuente: Renova Energía

3.5.6 Cantidad de corriente en el controlador de carga

Es el resultado obtenido se puede mantener en el banco de baterías cargado, usando la corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico para lograr calcularlo.

VALORACIÓN DE LA CORRIENTE DEL CONTROLADOR				
CORRIENTE DE CC	MODULOS EN PARALELO	FACTOR DE SEGURIDAD	CORRIENTE DE CC	CORRIENTE DEL ARREGLO
10.48	1.26	1.25	16.506	20

Tabla 8. Valoración de la corriente del controlador

Fuente: Participantes del proyecto

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/Sobretemperatura				
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.					

Imagen 24. Detalles técnicos del controlador de carga

Fuente: Renova Energía

3.5.7 Cantidad de capacidad del inversor

GUIA DE DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR		
POTENCIA TOTAL CONECTADA	VOLTAJE DEL SISTEMA	CAPACIDAD SUGERIDA
425	24	850

Tabla 9. Guía de dimensionamiento del inversor

Fuente: Participantes del proyecto

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.victtronenergy.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%				

Imagen 25. Detalles técnicos del inversor

Fuente: Renova Energía

3.5.8 Validez del sistema fotoeléctrico

Se toma en consideración muchos factores para determinar la eficacia del sistema:

$$Pr = (n_{inv} * n_{temp} * n_{reg} * n_{bat} * n_{ac} * n_{dc} * n_{ss} * n_{oi} * n_{mm}) * [1 - \left(\frac{P_{desc} * D_{aut}}{MPD}\right)]$$

nINV = Eficiencia en el Inversor

ηTemp = Eficiencia por temperatura

nREG = Eficiencia en el Controlador

nBAT = Eficiencia en el Acumulador

nAC = Eficiencia en los Conductores AC

nDC = Eficaciencia en los Conductores DC

nSS = Eficaciencia por Polvo y Sombra

nOI = Eficiencia en la Orientación e Inclinación

nMM = Eficiencia en el interconectado

PDESC = Pérdida por Descarga del Acumulador

DAUT = Días de Autonomía

MPD = Máxima Profundidad de Descarga

3.5.9 Desgastes ocasionado por la inclinación y orientación

Estas pérdidas se calculan de la siguiente manera:

$$Poi = 1.2 * 10^{-4} * ((\beta - \beta_{optima})^2); \beta \leq 15^\circ$$

$$Poi = 1.2 * 10^{-4} * ((15 - 2)^2); \beta \leq 15^\circ$$

$$Poi = 2.028\%$$

3.5.10 Situaciones estándares en el panel fotoeléctrico

Son las condiciones estándares en el uso y pruebas de laboratorio a las cuales fueron sometidos.

$$\text{Irradiancia} = 1000 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Temperatura: } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Masa de aire: } 1.5$$

3.5.11 Temperatura dada en el mes de Julio para la celda

$$Tc = Ta + \frac{Tonc - 20}{800 \frac{W}{m^2}} * G_{stc}$$

$$Tc = 23.67 \text{ }^\circ\text{C} + \frac{(46 - 20)^\circ\text{C}}{\frac{800W}{m^2}} * 1000 \frac{W}{m^2}$$

$$Tc = 56.17^\circ\text{C}$$

Significados:

TC: Temperatura en la celda

Ta: Temperatura ambiente

Tonc: Temperatura de Operación

3.5.12 Condiciones Críticas de Funcionamiento

Esto lo calculamos con la temperatura de la celda en el mes con mayor temperatura, quedando:

$$Tc = Ta + \frac{Tonc - 20}{800 \frac{W}{m^2}} * G_{stc}$$

$$Tc = 26.33 + \frac{(46 - 20)^\circ\text{C}}{800 \frac{W}{m^2}} * 1000 \frac{W}{m^2}$$

$$Tc = 58.33^\circ\text{C}$$

Significados:

TC: Temperatura en la celda

Ta: Temperatura ambiente

Tonc: Temperatura de Operación

Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Power Tolerance	0~+3%
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/°C
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C

Imagen 26. Temperatura de la célula fotovoltaica

Fuente: Renova Energía

3.5.13 Eficacia en la temperatura hacia los paneles fotovoltaicos

Para este cálculo se toma en cuenta la siguiente formula:

$$n_{temp} = 100 + (Tc - Tstc) * Coef_{temp}$$

$$n_{temp} = 100 + (58.33 - 25)^{\circ}C * (-0.36)$$

$$n_{temp} = 88.33\%$$

Significado:

η_{Temp} = Eficacia de la temperatura

Tstc = Temperatura Estándar

CoefTemp = Coeficiente de Temperatura

Tc = Temperatura de la Célula

3.5.14 Cantidad total en base a la eficiencia del sistema

Una vez hallados todos los datos que se necesitaban para la formula, se procede a reemplazar y calcular.

$$Pr = (n_{inv} * n_{temp} * n_{reg} * n_{bat} * n_{ac} * n_{dc} * n_{ss} * n_{oi} * n_{mm}) * [1 - \left(\frac{P_{desc} * D_{aut}}{MPD}\right)]$$

$$Pr = (0.88 * 0.833 * 0.98 * 0.9 * 0.99 * 0.99 * 0.96 * 0.97 * 0.98) * [1 - \left(\frac{0.005 * 2}{0.7}\right)]$$

$$Pr = 60\%$$

3.5.15 Cantidad de cable para todo el sistema

3.5.15.1 Cableado para el controlador mediante los paneles

Utilizando la siguiente formula, se obtiene el valor del calibre de conductor requerido

Corriente total

= Corriente de circuito abierto del panel

** Cantidad de paneles en paralelo*

*Corriente total = 10.48 * 1*

Corriente total = 10.48A

*Corriente requerida por NEC = Corriente total * 1.25 * 1.25*

*Corriente requerida por NEC = 10.48A * 1.25 * 1.25*

Corriente requerida por NEC = 16.347A

Conductor THW #8 AWG

3.5.15.2 Cableado desde el controlador hacia las baterías del sistema

Para este cálculo se utiliza la siguiente formula:

Corriente total

= Corriente de circuito abierto del panel

** Cantidad de paneles en paralelo*

*Corriente total = 10.48 * 1*

Corriente total = 10.48A

*Corriente requerida por NEC = Corriente total * 1.25 * 1.25*

*Corriente requerida por NEC = 10.48A * 1.25 * 1.25*

Corriente requerida por NEC = 16.347A

Conductor THW #8 AWG

3.5.15.3 Cableado desde la baterías hacia el inversor de carga

Para este cálculo se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Corriente total del Inversor} = \frac{\frac{\text{Potencia nominal del inversor}}{\text{Eficiencia del inversor}}}{\text{Menor voltaje de operación del sistema}}$$

$$\text{Corriente total del Inversor} = \frac{\frac{250W}{0.9}}{24V}$$

$$\text{Corriente total del inversor} = 11.57A$$

$$\text{Corriente requerida por NEC} = 11.57A * 1.25$$

$$\text{Corriente requerida por NEC} = 14.47A$$

Corriente THW #6 AWG

3.6 Cálculo y propiedad de toda la instalación

3.6.1 Cables y tuberías

El cableado utilizado para este proyecto solar son conductores de cobre de 12, 10, 8 y 6 AWG, estos mismos números fueron usados para las conexiones eléctricas en la casa, tienen una temperatura de 60°C, siguiendo los lineamientos del NEC.



Imagen 27. Cables

Fuente: Electrolég

Mientras que para las tuberías se utilizaron tuberías PVC de media pulgada, flexibles, tanto para la conexión fotovoltaica como para las instalaciones eléctricas.

DIÁMETRO NOMINAL	PULGADAS	MM	CODIGO	TUBERÍA PVC
MMX-199/1 CNCP-2005	1 1/2"	40	TSN-040	
MMX-199/1 CNCP-2005	2"	50	TSN-050	
MMX-199/1 CNCP-2005	3"	75	TSN-075	
MMX-199/1 CNCP-2005	4"	110	TSN-110	
MMX-199/1 CNCP-2005	6"	160	TSN-160	
MMX-199/1 CNCP-2005	8"	200	TSN-200	

Imagen 28. Tuberías

Fuente: Plastigama

3.6.2 Tablero de distribución

- Breaker de 20 amperios, usado para la protección de los tomacorrientes
- Breaker de 15 amperios, usado para la protección del circuito de alumbrado
- Breaker de 45 amperios, usado para proteger a todo el sistema.

3.7 Planos de la vivienda

3.7.1 Plano Arquitectónico de la Familia Moreira Aguirre

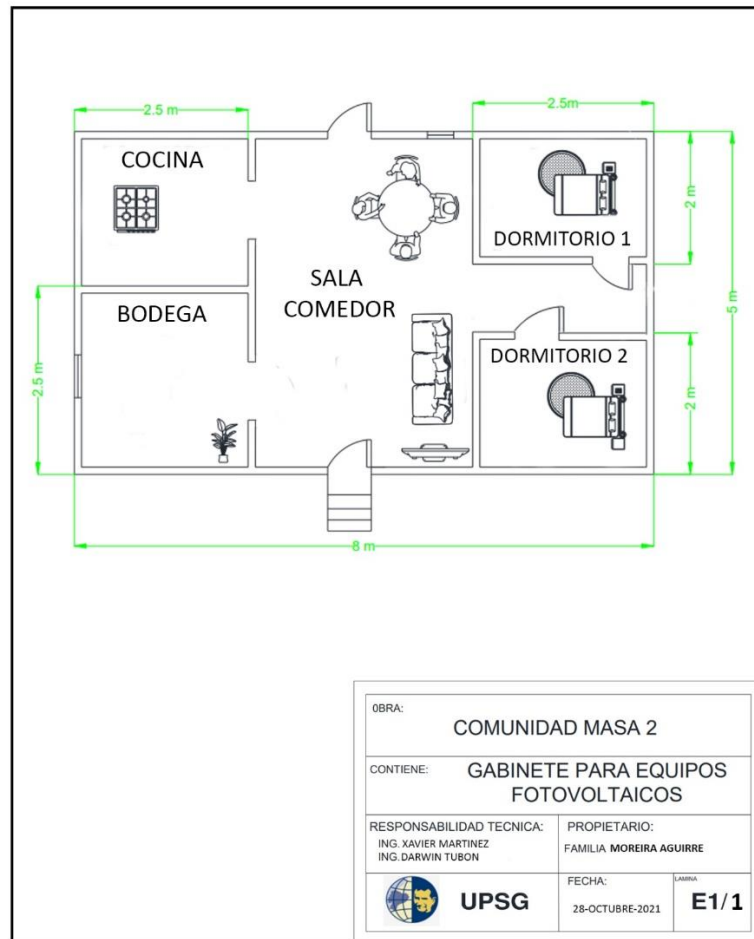


Imagen 29. Plano Arquitectónico de Vivienda Familia Moreira Aguirre

Fuente: Participantes del proyecto

3.7.2 Plano eléctrico para los circuitos de iluminación y tomacorrientes

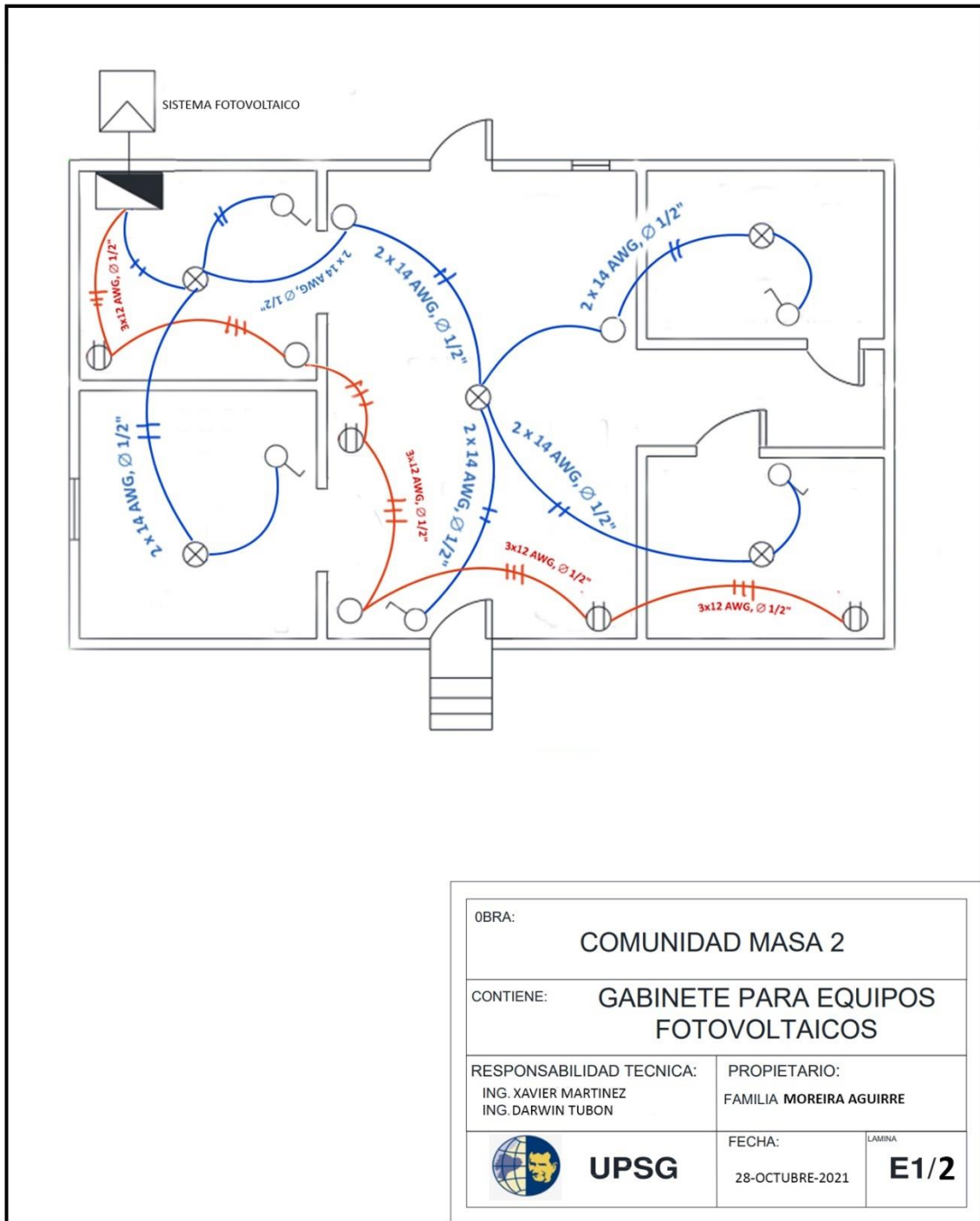


Imagen 30. Plano Eléctrico de Iluminación y Tomacorrientes

Fuente: Participantes del proyecto

3.8 Planos de instalación fotovoltaica

La información brindada tanto en esquemas como planos, es lo que permite en procesos de compra, instalación y operación sirva como una ayuda por lo que se han previsto en el diseño de equipos según la carga establecida para esta casa. Esta información esta descrita a continuación.

3.8.1 Símbolos usados para este proyecto

Estos fueron los símbolos utilizados para representar los dispositivos usados para el sistema fotovoltaico hecho en masa 2.

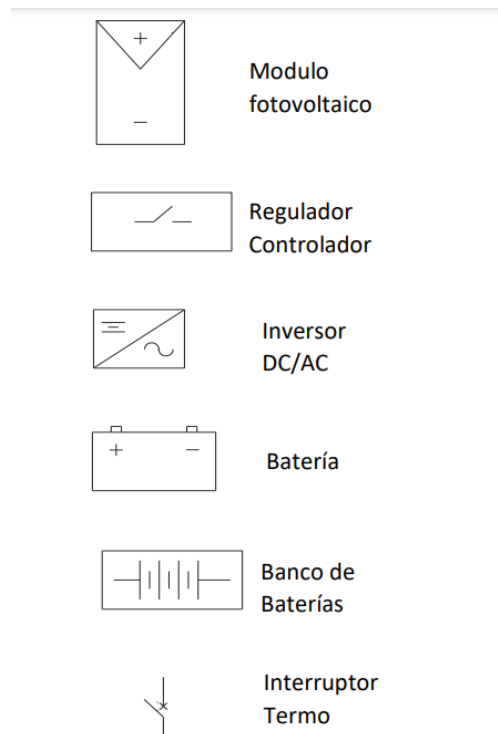


Imagen 31. Simbología

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.2 Diagrama unifilar

La Imagen30, exhibe una topología común de una conexión fotoeléctrica aislada, conformada por módulos fotovoltaicos de 425W para generación eléctrica a un voltaje de 24VDC, entregada a un regulador MPPT, el cual suministra la suficiente energía para 4 baterías conectadas en paralelo en 24VDC, siguiendo con un inversor de voltaje de corriente directa a corriente alterna, ingresando 24VDC para tener a su salida 120VAC, esta energía es la que alimentará los circuitos eléctricos del hogar.

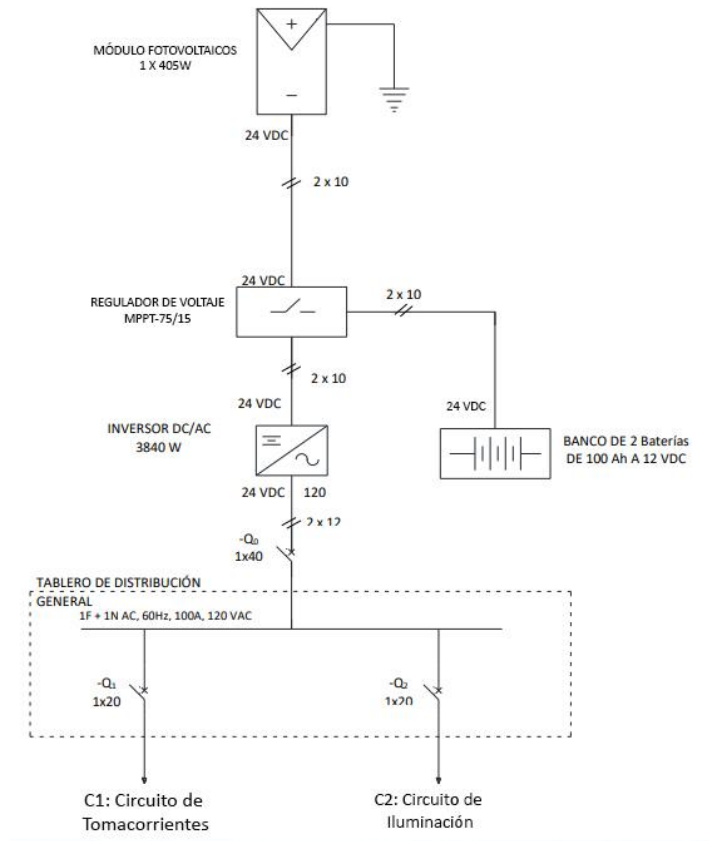


Imagen 32. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.3 Conexión de los módulos fotoeléctricos

Estos esquemas brindan de forma precisa el ensamblaje de los módulos con paneles solares, que están conectados en serie anticipadamente a los cálculos que se lograr en su diseño, este circuito está formado por 2 módulos de 425W a 24VDC.

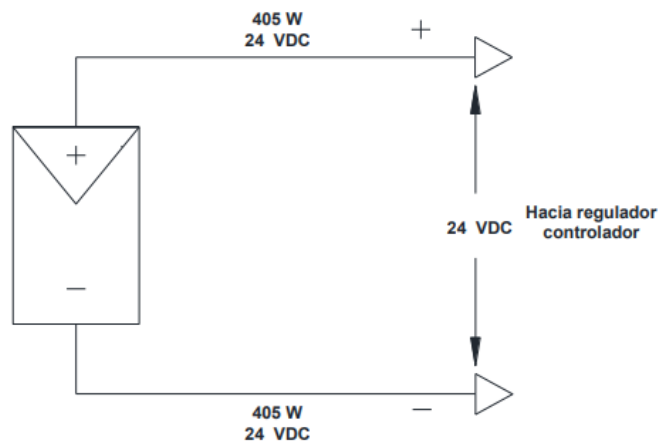


Imagen 33. Conexión de los módulos fotoeléctricos

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.4 Circuito de conexión de baterías

Este circuito da una idea de cómo serán conectadas las baterías según los cálculos dados en la sección 3.5.5.

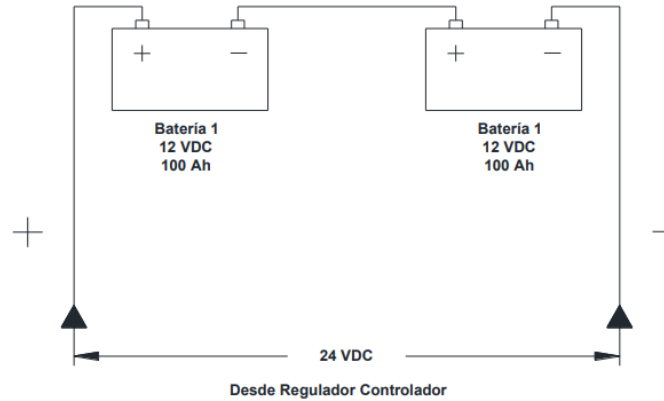


Imagen 34. Circuito de conexión de baterías

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.5 Circuito del regulador – controlador de carga.

El siguiente diagrama muestra dos cosas: el voltaje y salida del regulador cuyo valor es de 24VDC, aparte también están especificadas las conexiones que incumben realizarse en el inicio y fin de este dispositivo que atiende el sistema de paneles solares.

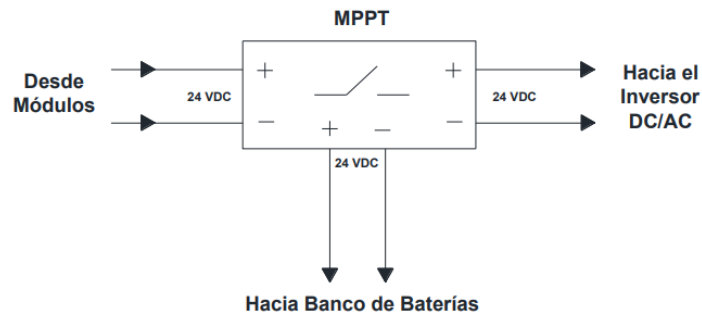


Imagen 35. Circuito del regulador-contrador de carga

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.6 Circuito de conexión para el inversor

De acuerdo a este circuito se puede observar las conexiones tanto al inicio como al fin, voltajes de entrada de corriente directa a alterna del inversor.

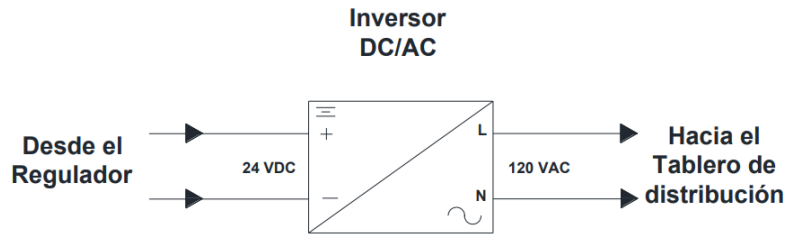


Imagen 36. Circuito de conexión para el inversor

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.7 Circuito base del poste del panel fotoeléctrico

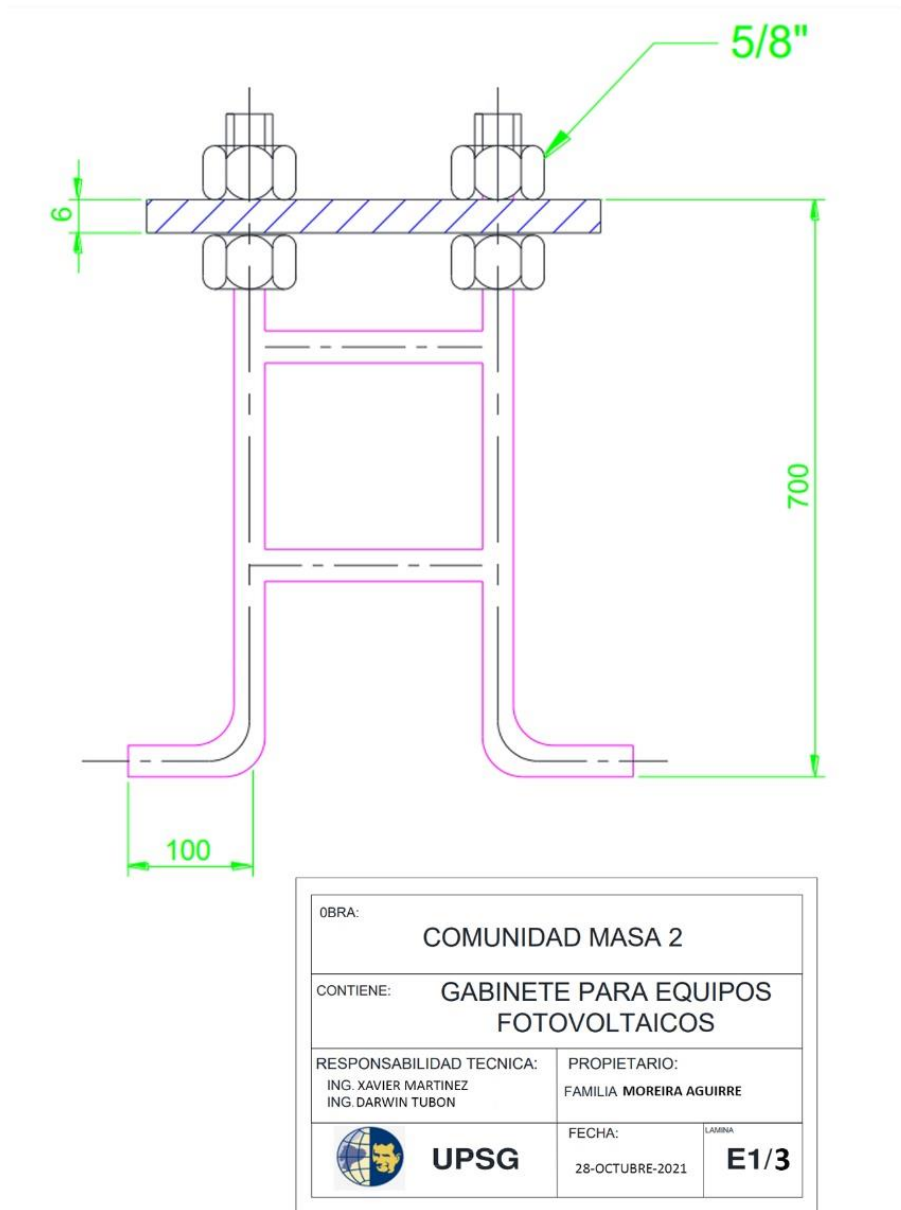
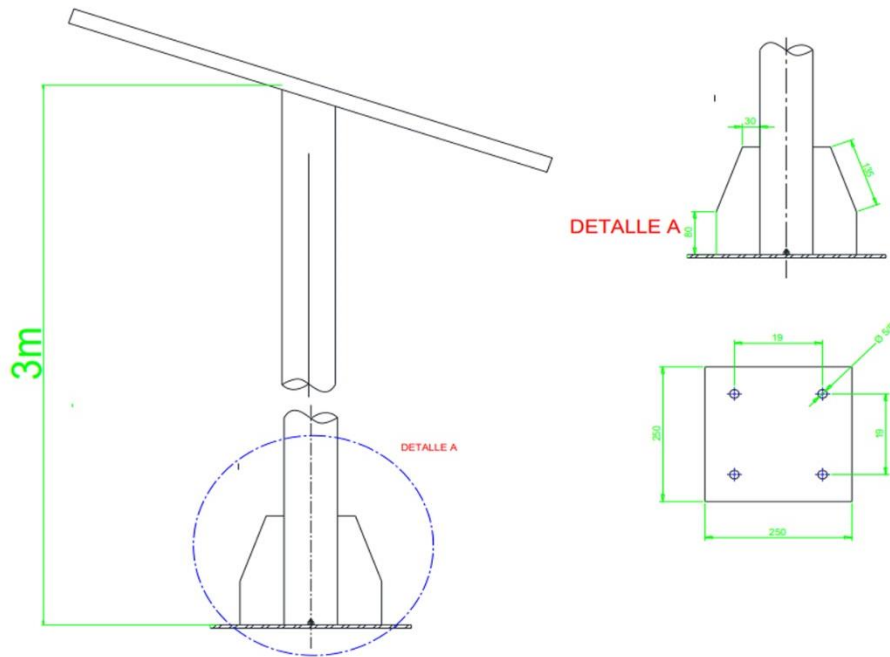


Imagen 37. Estructura Base de Poste Fotovoltaico

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.8 Soporte del panel fotoeléctrico

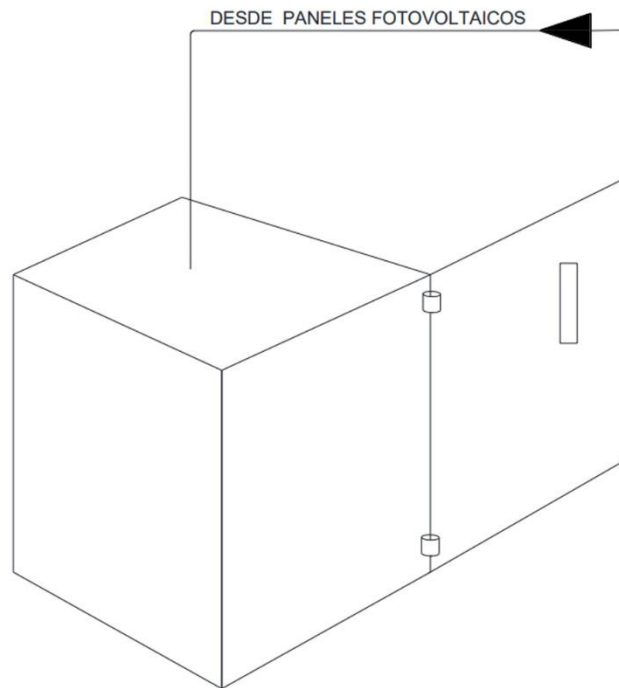


OBRA:		COMUNIDAD MASA 2	
CONTIENE:		GABINETE PARA EQUIPOS FOTOVOLTAICOS	
RESPONSABILIDAD TECNICA:		PROPIETARIO:	
ING. XAVIER MARTINEZ ING. DARWIN TUBON		FAMILIA MOREIRA AGUIRRE	
 UPSG	FECHA:	LAMINA	
	28-OCTUBRE-2021	E1/4	

Imagen 38. Poste Soporte Panel Fotovoltaico

Fuente: Participantes del proyecto

3.8.9 Gabinete para Equipos Fotovoltaicos



OBRA:		COMUNIDAD MASA 2	
CONTIENE:		GABINETE PARA EQUIPOS FOTOVOLTAICOS	
RESPONSABILIDAD TECNICA: ING. XAVIER MARTINEZ ING. DARWIN TUBON	PROPIETARIO: FAMILIA MOREIRA AGUIRRE		
 UPSG	FECHA: 28-OCTUBRE-2021	LAMINA E1/5	

Imagen 39. Gabinete de los equipos utilizados

Fuente: Participantes del proyecto

4 SIMULACIÓN MEDIANTE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

4.1 Simulación en el PROGRAMA PVSYST 7.2

Este programa es una gran herramienta para poder hacer de forma eficiente y precisa el diseño de un sistema fotoeléctrico. Es un software que admite investigar, dimensionar y estudiar completamente los datos para el modelado de sistemas fotovoltaicos. Al contar con base de datos meteorológicos, el programa admite saber la magnitud de la instalación de acuerdo a la radiación solar captada por su ubicación, permitiendo diseñarla en 3 dimensiones más el movimiento del sol durante el día.

Otra de sus ventajas es que aparte la conexión de la red y también la conexión del aislamiento, engloba 2 formas de ensamblaje específico como el bombeo y la corriente continua. Contiene una gran variedad de herramientas muy rentables que ayudan para recrear el sistema que hicimos.

Como uno de los requisitos este programa solo necesita de un punto en específico para calcular la radiación total que se necesita, estos procesos se pueden enviar por otros softwares en línea como por ejemplo PVGIS.

Para este trabajo de titulación, el uso de este software ha sido de gran ayuda para diseñar y gestionar el proyecto como también simularlo, obteniendo resultados muy precisos.

4.2 Simulación del programa

PVSOL, es un programa que simula sistemas fotovoltaicos, este programa se utilizó en nuestro proyecto porque brinda una simulación eficaz, eficiente y precisa del sistema fotovoltaico que necesitamos instalar en la vida real. Por otro lado, admite el uso de la última información, es decir la más reciente para diseño del sistema fotovoltaico, consiguiendo una precisión muy alta de acuerdo a la ubicación geográfica que se le dio, por otro lado, permite entrelazarse con una base de datos, porque registra cada dato que dio el usuario, actualizándose con las versiones generadas por el programa. Este programa se relaciona con el plano de planta, mapa satelital o cualquier programa gracias a su modelo 3D. Este programa permite gestionar de forma eficiente los datos y entender el funcionamiento desde la parte principal, proponiendo muchos ejemplos para poder aplicar en el proyecto de forma completa. Por último, para este trabajo este simulador sirvió de mucha ayuda para el diseño, análisis fotovoltaico del sistema, consiguiendo resultados veraces y de manera precisa con los que los resultados terminan siendo eficientes con respecto a los materiales que se usaron.

4.3 Implementación del proyecto

4.3.1 Instalación Eléctrica del proyecto

Como podrán observar, se muestra como era el entorno que envolvía a la vivienda que se utilizó para este proyecto en el inicio de la comunidad Masa 2, en los cuales se evidenciaba los siguientes problemas:

- Sistema eléctrico defectuoso
- Poca seguridad para circuitos eléctricos

Debido a estas falencias se procedió a la instalación eléctrica en esta casa, posteriormente, vamos a estar mostrando imágenes desde el comienzo hasta el fin del proyecto.

1) Instalación del panel de distribución.

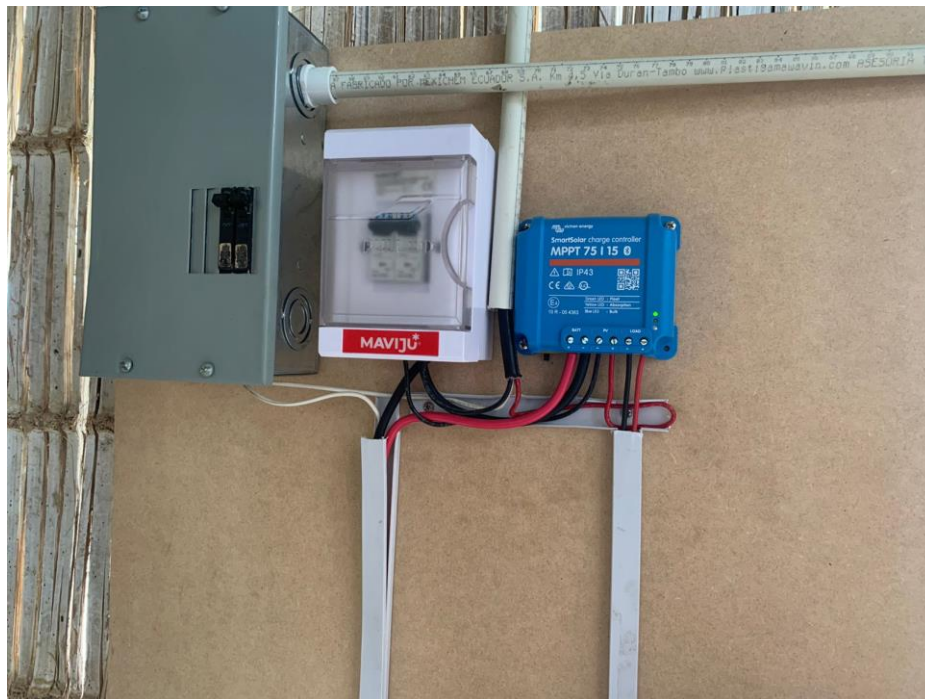


Imagen 40. Orden del panel de distribución

Fuente: Participantes del proyecto

2) Instalación de los tubos PVC



Imagen 41. Instalación de los tubos PVC

Fuente: Participantes del proyecto

3) Circuitos de tomacorrientes e iluminación



Imagen 41. Circuitos de tomacorrientes e iluminación

Fuente: Participantes del proyecto



Imagen 42. Cableado de los circuitos de iluminación y tomacorrientes

Fuente: Participantes del proyecto

4) Conexión de interruptores, boquillas y tomacorrientes



Imagen 43. Conexión de boquillas
Fuente: Participantes del proyecto



Imagen 44. Conexión de interruptores
Fuente: Participantes del proyecto

4.3.2 Montaje del sistema fotoeléctrico

Se irá exponiendo como fue el proceso desde su inicio hasta su culminación.

- 1) Colocación de una base de concreto de 3" con una longitud de 3 metros



Imagen 45. Base de concreto

Fuente: Participantes del proyecto

- 2) Instalación de la base del panel solar, conformada por una estructura metálica con medidas de 2 metros por 1 metro



Imagen 46. Distribución del panel en la base metálica

Fuente: Participantes del proyecto

- 3) Base metálica que sirvió para colocar varios dispositivos como los acumuladores, inversores y reguladores



Imagen 47. Base metálica usada para la colocación de equipos

Fuente: Participantes del proyecto

4) Conexión serie de las baterías



Imagen 48. Conexión serie de las baterías

Fuente: Participantes del proyecto

- 5) Instalación final de los componentes que se usaron para este sistema, quedando por dentro la base metálica.



Imagen 49. – Colocación de elementos fotovoltaicos

Fuente: Participantes del proyecto

6) Instalación fotovoltaica





Imagen 50. Imagen final del proyecto.

Fuente: Participantes del proyecto.

CONCLUSIONES

-Los cálculos que arrojaron el diseño del sistema fotoeléctrico fueron muy precisos y eficientes dando como resultado la utilización de una potencia alrededor de 425w, con un panel solar en paralelo, el cual abastecerá los circuitos de iluminación y tomacorrientes, detallados en los planos mostrados en este mismo trabajo.

-Mediante el simulador que se utilizó en este proyecto los cálculos técnicos como los simulados fueron correctos manteniendo un margen de error menor al 0.5%, este programa es de gran ayuda si a futuro se piensa dimensionar más proyectos dentro de Masa 2.

-Este sistema cubre las falencias con respecto al servicio eléctrico, sin embargo, su implementación resulta muy costosa para los habitantes de la zona, la inversión que nosotros dimos en este proyecto bordea los \$1400, por lo que resulta complicado ampliar la capacidad de uso por parte de los mismos habitantes.

RECOMENDACIONES

-Exigir una planificación de mantenimiento para este sistema, porque de no hacerlo los equipos pueden dañarse o no cumplir con sus funciones al 100%.

-Se debe hacer estudios para futuros proyectos, estos estudios ayudarían engrandecer la capacidad de operación de estos sistemas en la comunidad.

-Se debe conservar una inclinación óptima para que los paneles solares funcionen de manera eficaz.

PRESUPUESTO

Equipos	Código y Modelo	Q	Precio Unitario	Precio Unitario incluido IVA	SUBTOTAL	TOTAL (IVA)
Paneles PV IVA 0%	Panel Solar MD079 Gi Power GP-150P-36, 12Vdc nominal 150wp	3	\$141,75	\$141,75	\$425,25	\$425,25
	Otros Bienes					
	RD054 Regulador Victron Energy BlueSolar PWM-LCD&USB 12/24V-30A SCC010030050	1	\$ 82,68	\$92,60	\$82,68	\$92,60
Otros Bienes						
	BT065					
	Ritar Power DC12-150 12Vdc 150Ah@20horas (AGM), 12V, 150Ah	1	\$ 392,77	\$439,90	\$392,77	\$439,90
Baterias						
	IN072					
	Victron Energy Phoenix Inverter 12/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R PIN122510500, 12V,	1	\$ 181,91	\$203,74	\$181,91	\$203,74
Inversores						
	Otros Bienes					
	Transporte Quito - Guayaquil, ,	1	\$ 15,00	\$16,80	\$ 15,00	\$16,80
Otros Servicios	Herramientas y materiales	1	\$ 150,00		\$ 150,00	\$ 150,00
Otros Servicios	Transporte traslado	2	\$ 20,00		\$ 40,00	\$ 40,00
				Total		\$ 1368,29

ANEXOS

Anexo 1

Mapa Conceptual de capacitación para los miembros de la familia beneficiada con el Proyecto fotovoltaico en el sector Masa 2.



Imagen 51. Cuadro de capacitación
Fuente: Participantes del proyecto

Anexo 2

Project summary				
Geographical Site	Situation		Project settings	
MASA 2	Latitude	-2.38 °S	Albedo	0.20
Ecuador	Longitude	-79.86 °W		
	Altitude	6 m		
	Time zone	UTC-5		
Meteo data				
MASA 2				
Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético				

System summary				
Stand alone system	Stand alone system with batteries			
PV Field Orientation	User's needs			
Fixed plane	Daily household consumers			
Tilt/Azimuth	15 / 0 °	Constant over the year		
		Average		1.4 kWh/Day
System information		Battery pack		
PV Array		Technology	Lead-acid, vented, plates	
Nb. of modules	1 Unit	Nb. of units	2 units	
Pnom total	405 Wp	Voltage	24 V	
		Capacity	100 Ah	

Results summary					
Available Energy	500.4 kWh/year	Specific production	1235 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	66.98 %
Used Energy	409.5 kWh/year			Solar Fraction SF	81.06 %

General parameters			
Stand alone system	Stand alone system with batteries		
PV Field Orientation	Sheds configuration		
Orientation	No 3D scene defined		
Fixed plane		Models used	Perez
Tilt/Azimuth	15 / 0 °	Transposition	Perez, Meteonorm separate
		Diffuse	
		Circumsolar	
User's needs			
Daily household consumers			
Constant over the year			
Average	1.1 kWh/Day		

PV Array Characteristics			
PV module	Battery		
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JKM405M-72H-V	Model	Open 12V / 100 Ah
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, vented, plates
Unit Nom. Power	405 Wp	Nb. of units	2 in series
Number of PV modules	1 Unit	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	405 Wp	Stored energy	1.9 kWh
Modules	1 String x 1 in series	Battery Pack Characteristics	
At operating cond. (50°C)		Voltage	24 V
Pmpp	370 Wp	Nominal Capacity	100 Ah (C10)
U mpp	37 V	Temperature	External ambient temperature
I mpp	9.9 A		
Controller		Battery Management control	
Manufacturer	Generic	Threshold commands as	Battery voltage
Model	SmartSolar MPPT 75/15 24V	Charging	29.3 / 25.1 V
Technology	MPPT converter	Corresp. SOC	0.95 / 0.75
Temp coeff.	-2.7 mV/°C/Elem.	Discharging	23.3 / 24.4 V
Converter		Corresp. SOC	0.18 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	98.0 / 96.0 %		
Total PV power			
Nominal (STC)	0 kWp		
Total	1 modules		
Module area	2.0 m²		
Cell area	1.8 m²		

Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		Series Diode Loss	
Module temperature according to irradiance		Global array res.		Voltage drop	
Uc (const)	20.0 W/m ² K	Loss Fraction	62 mΩ	Loss Fraction	0.7 V
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s		1.5 % at STC	Loss Fraction	1.7 % at STC
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss	
Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %

Array losses

IAM loss factor
Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 1.1 kWh/day

Annual values

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	5	20W/lamp	5.0	100
TV	1	85W/app	3.0	255
Tomacorrientes	2	90W/app	3.0	540
Ventilador	1	60W/app	2.0	120
Consumidores en espera			24.0	24.0
Total daily energy				1039Wh/day

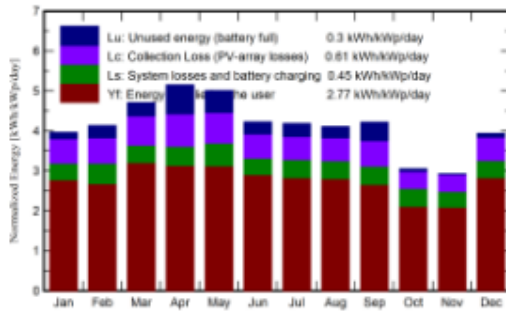
Hourly distribution

Hour	Fraction of daily energy [%]
9	~75
12	~85
18	~320
19	~320
20	~320
21	~240
22	~85

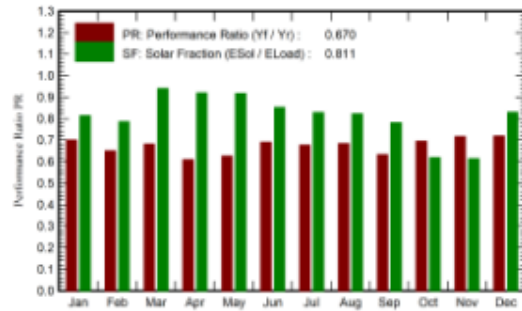
Main results

System Production			
Available Energy	500.4 kWh/year	Specific production	1235 kWh/kWp/year
Used Energy	409.5 kWh/year	Performance Ratio PR	88.98 %
Excess (unused)	43.8 kWh/year	Solar Fraction SF	81.06 %
Loss of Load		Battery aging (State of Wear)	
Time Fraction	24.7 %	Cycles SOW	70.0 to 59.6 %
Missing Energy	95.7 kWh/year	Static SOW	70.0 to 59.4 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	135.7	118.9	40.42	2.000	8.00	34.90	42.90	0.814
February	122.7	112.5	38.17	3.400	8.31	30.45	38.75	0.786
March	148.5	142.3	48.28	4.121	2.61	40.29	42.90	0.939
April	150.7	151.3	51.22	8.771	3.33	38.19	41.52	0.920
May	145.1	152.0	51.64	6.799	3.57	39.33	42.90	0.917
June	117.7	123.8	42.37	3.563	6.15	35.37	41.52	0.852
July	122.4	128.8	43.61	4.027	7.34	35.57	42.90	0.829
August	123.9	124.4	42.75	3.520	7.59	35.31	42.90	0.823
September	126.8	123.5	41.84	5.544	9.11	32.41	41.52	0.781
October	98.5	91.5	31.04	0.685	16.34	26.56	42.90	0.619
November	94.2	84.8	28.65	0.178	16.05	25.47	41.52	0.613
December	134.5	118.1	40.39	1.200	7.29	35.61	42.90	0.830
Year	1520.6	1470.0	500.37	43.808	95.69	409.47	505.16	0.811

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avail	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (E _{Used} / E _{Load})
EUnused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

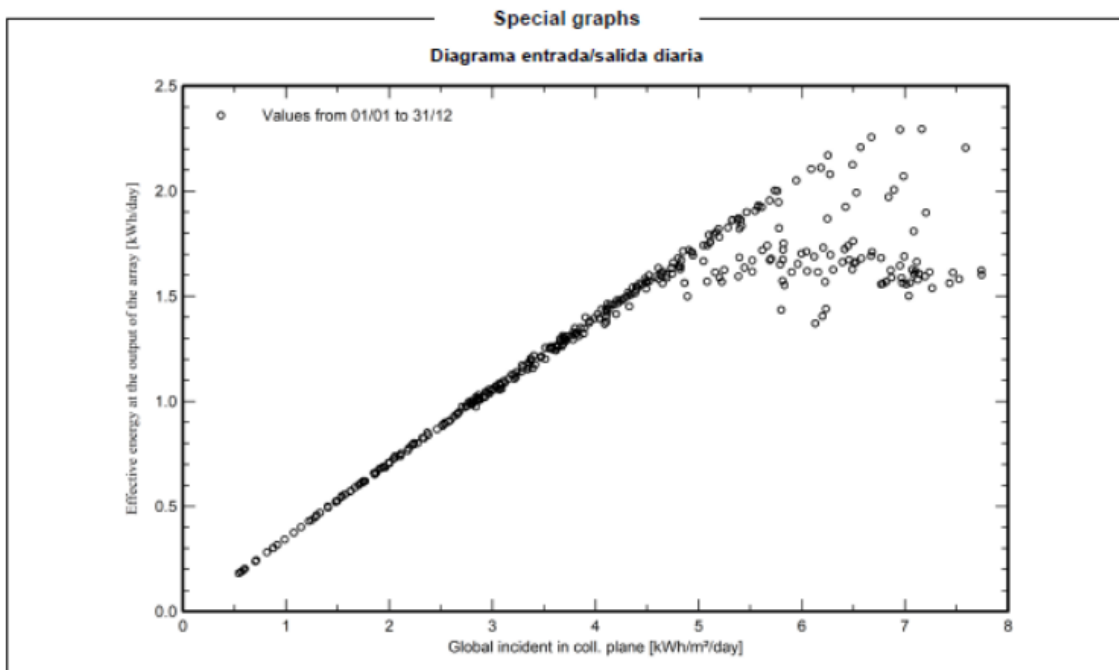
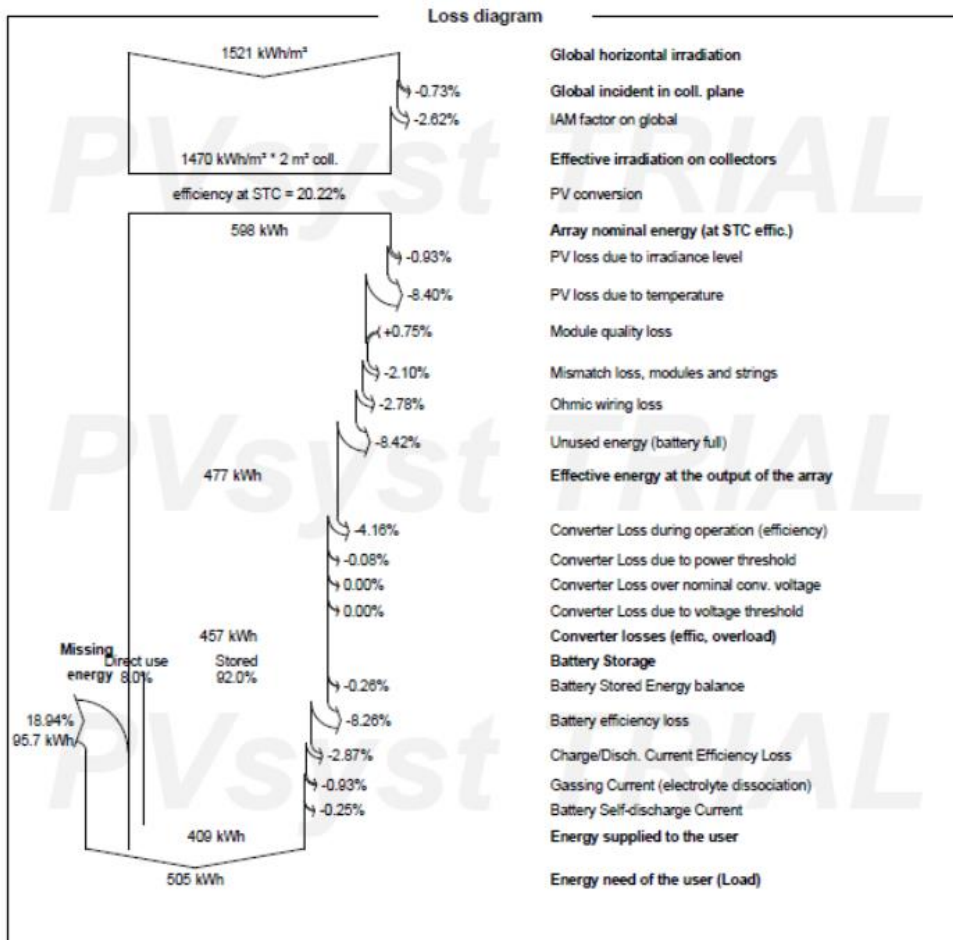


Imagen 52. Resultados mediante el software PVSYST 7.2

Fuente: Participantes del proyecto

Anexo 3

IMÁGENES DE LA SIMULACIÓN

Informe del proyecto

Opciones

- Plantilla del documento
- Presentación del cliente
- Idioma del documento: Español
- Más opciones

Vista previa

- Mostrar
- Mostrar automáticamente
- Imprimir

Exportar

- Exportar
- Exportar
- Abrir archivo tras la exportación

Resultados de simulación

- Valores por hora
- Opciones

Datos del proyecto

- Nombre del proy... COMUNIDAD MASA 2
- Número de oferta 1
- Autor PRUEBA
- Puesta en marcha 15/9/2021

Tipo de instalación, clima y red

- Tipo de instalación Sistema FV autónomo
- Datos climáticos Guayaquil Aer., ECU
- Paso de tiempo p... 1 min
- Red de CA 120 V, 1-fásico, cos φ ...

Consumo

- Consumo total 321 kWh
- Pico de carga 0,2 kW
- Resolución de los... 1 h

Módulos FV

- Superficie foto... Superficie fotovoltaica 1
- Datos del módulo CheetahPerc 30M40SM...
- Fabricante Jinko Solar
- Número de módulos 1
- Potencia genera... 0,41 kWp
- Inclinación 2°
- Orientación 180°
- Situación de mon... Integr. cubierta - sin V...

Inversores

- Potencia total 0,35 kW
- Superficie foto... Superficie fotovoltaica 1
- Inversor 1 TSOL-M400
- Cantidad 1
- Fabricante TSUN
- Conexión MPP 1: 1 x 1
- Factor de dimen... 115,7 %

Indicación

Su sistema FV
Dirección de la instalación

14/9/2022

La tarifa de inyección seleccionada no es válida para el país del registro de datos climáticos.

Resumen de resultados

Resultados

- Resumen
- Simulación
- Editor de diagramas
- Gráfico de flujo de energía
- Resultados por superficie de módulo
- Pronóstico rendim. con consumo
- Pronóstico rendim. por inversor
- Coefficiente de rendimiento de la in
- Irradiación por superficie de módulo
- Energía fotovoltaica durante el per
- Temperatura por superficie de mód
- Energía de generador FV (Red CA)
- Consumidores
- Energía de los inversores de bateri
- SOC
- Balance energético de instalación foto
- Evaluación económica

Evaluación económica

- Costes de combustible \$0,00/Año
- Total de los costes de inversión \$0,00
- Costes específicos \$0,00/kWh

Integración de sistema

- Eficiencia del sistema 55,2 %

Calidad técnica de la instalación fotovoltaica

- Energía de generador FV (Red CA) 366 kWh/Año
- Rendimiento anual espec. 1.434 kWh/kWp
- Coefficiente de rendimiento de la instalación 83,9 %
- Fracción de cobertura solar 100,0 %

Pronóstico rendim. con consumo

Gráfico de barras apiladas que muestra el balance energético mensual en kWh. El eje Y representa la energía en kWh, desde -60 hasta 60. El eje X muestra los meses del año. Las barras están apiladas con los siguientes componentes (de arriba hacia abajo): Energía FV utilizable (amarillo), Consumo con desconexión de carga (gris), Recarga de baterías (verde oscuro), Cobertura del consumo mediante sistema de baterías (verde claro), y Pérdidas del sistema (gris oscuro).

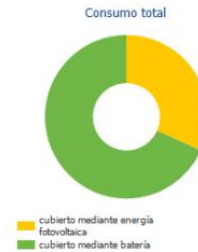
Legenda:

- Energía FV utilizable
- Consumo con desconexión de carga
- Recarga de baterías
- Cobertura del consumo mediante sistema de baterías
- Pérdidas del sistema

Instalación FV	
Potencia generador FV	0,4 kWp
Rendimiento anual espec.	1.039,54 kWh/kWp
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	83,9 %
Máxima energía fotovoltaica posible	461 kWh/Año
Energía FV utilizable	312 kWh/Año
Cobertura del consumo	89 kWh/Año
Carga de baterías	164 kWh/Año

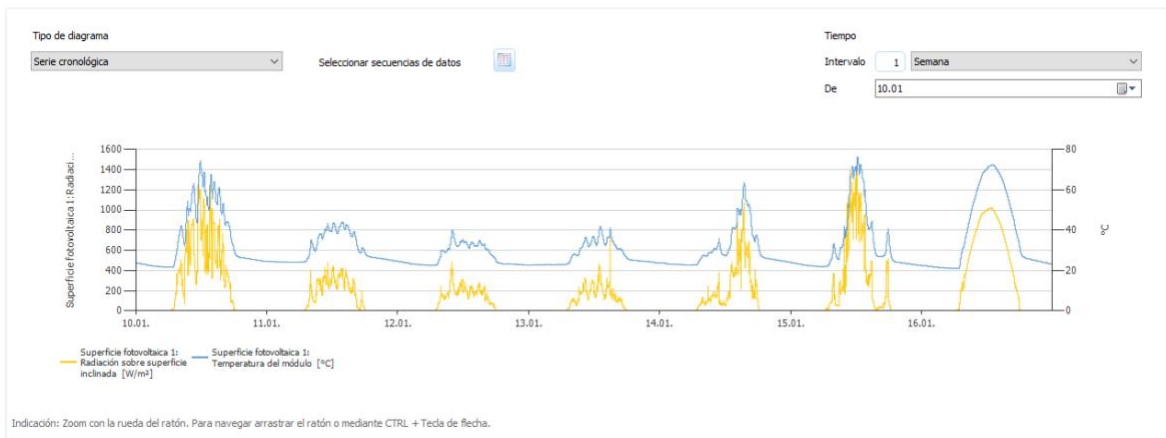


Consumidores	
Consumo	321 kWh/Año
Consumo con desconexión de carga	321 kWh/Año
Consumo Standby (Inversor)	1 kWh/Año
Pérdida de cables	0 kWh/Año
Consumo total	321 kWh/Año
cubierto mediante energía fotovoltaica	102 kWh/Año
cubierto mediante batería	219 kWh/Año
Fracción de cobertura solar	100,0 %



Instalación de batería	
Recarga de baterías	264 kWh/Año
Cobertura del consumo mediante sistema de baterías	219 kWh/Año
Pérdidas debido a la carga/descarga	0 kWh/Año
Pérdidas en batería	0 kWh/Año
Carga de ciclos 1	1,2 %
Vida útil 1	>20 Años

Editor de diagramas



Efectos por superficie de módulos

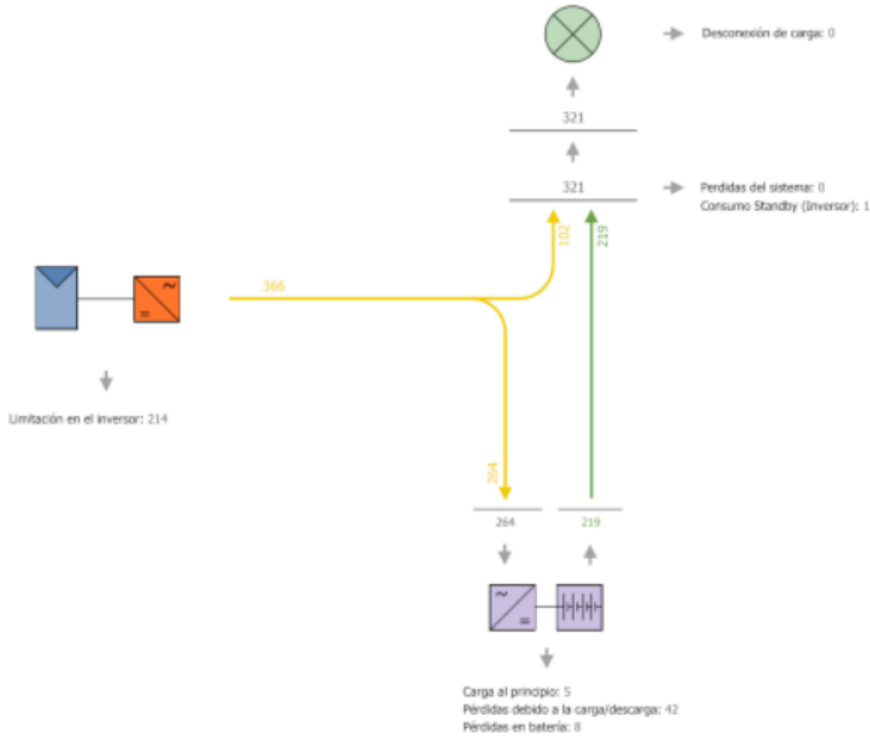
Superficie fotovoltaica 1

Potencia generador FV	0,40 kWp
Superficie generador FV	2,01 m ²
Irradiación global sobre módulo	1575,90 kWh/m ²
Global Radiation at the Module without reflection	1632,29 kWh/m ²
Coefficiente de rendimiento de la instalación (PR)	84,01 %
Energía de generador FV (Red CA)	489,56 kWh/Año
Rendimiento anual espec.	1039 kWh/kWp

Flujo de energía

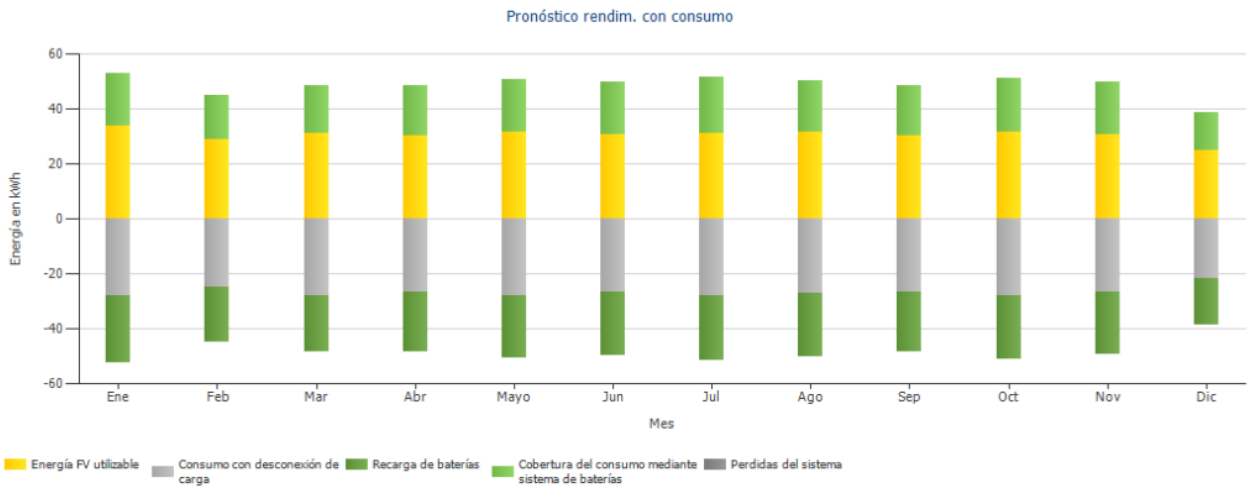
Gráfico de flujo de energía

Proyecto: COMUNIDAD MASA 2

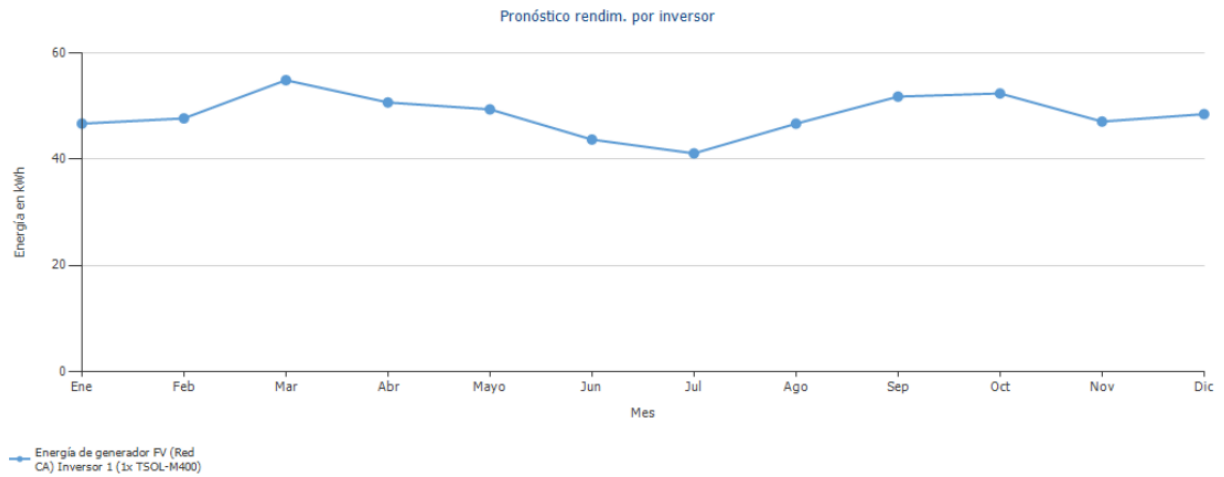


Todos los valores en kWh
Se pueden producir ligeros desvíos en los valores debido al redondeo
realizado en PV*SOL

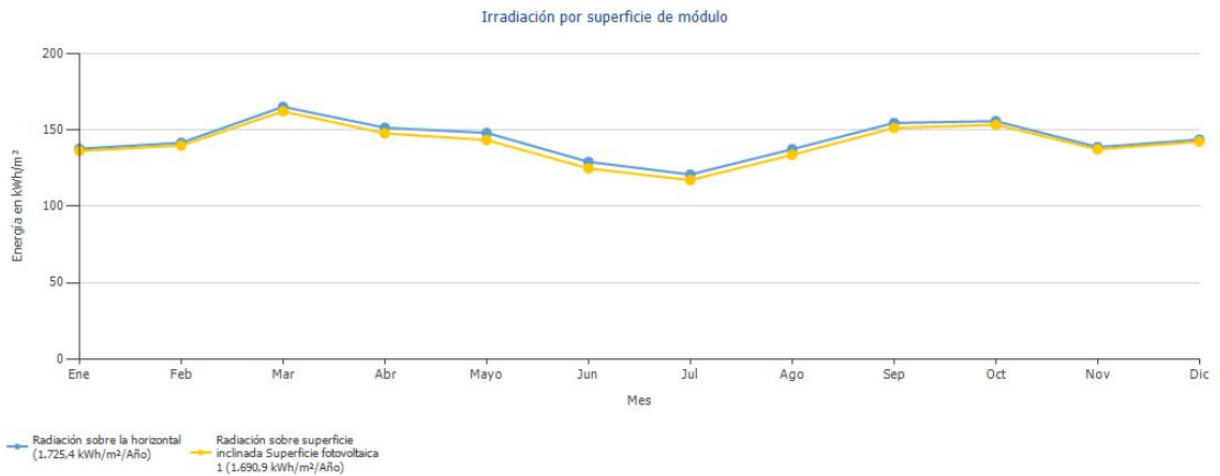
Predicción del rendimiento con consumo



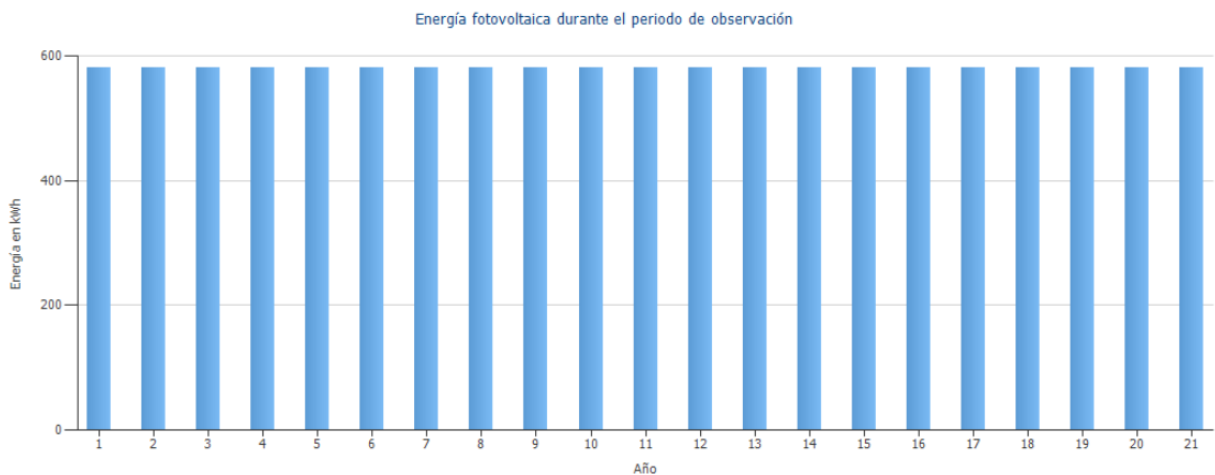
Predicción del rendimiento por inversor



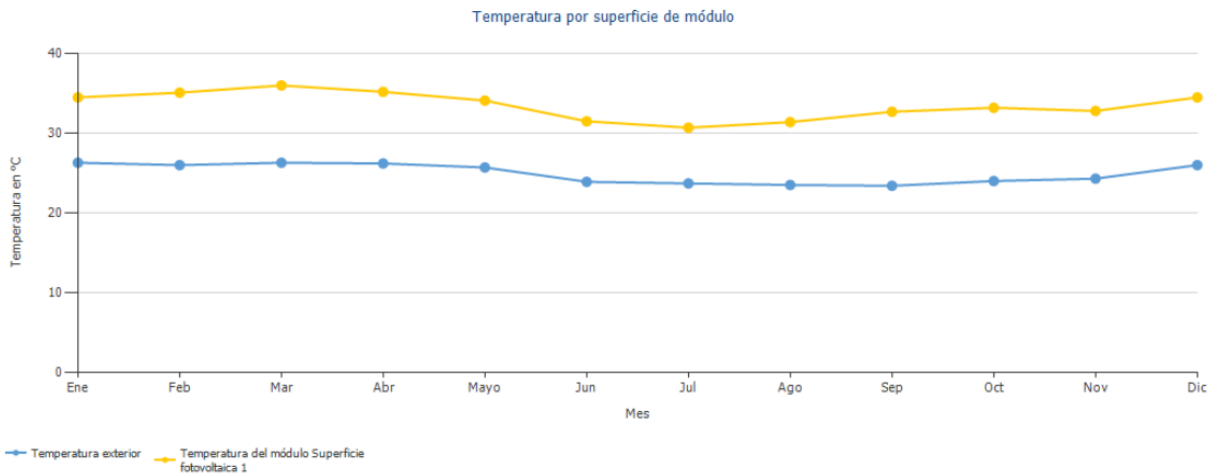
Irradiación de la superficie de modulo



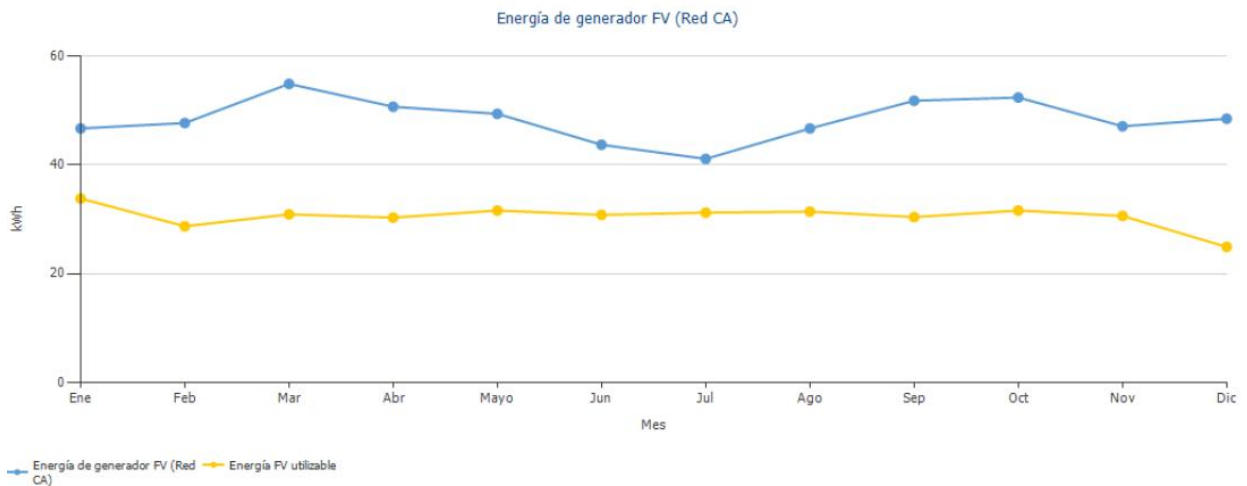
Energía fotovoltaica para el periodo de observación



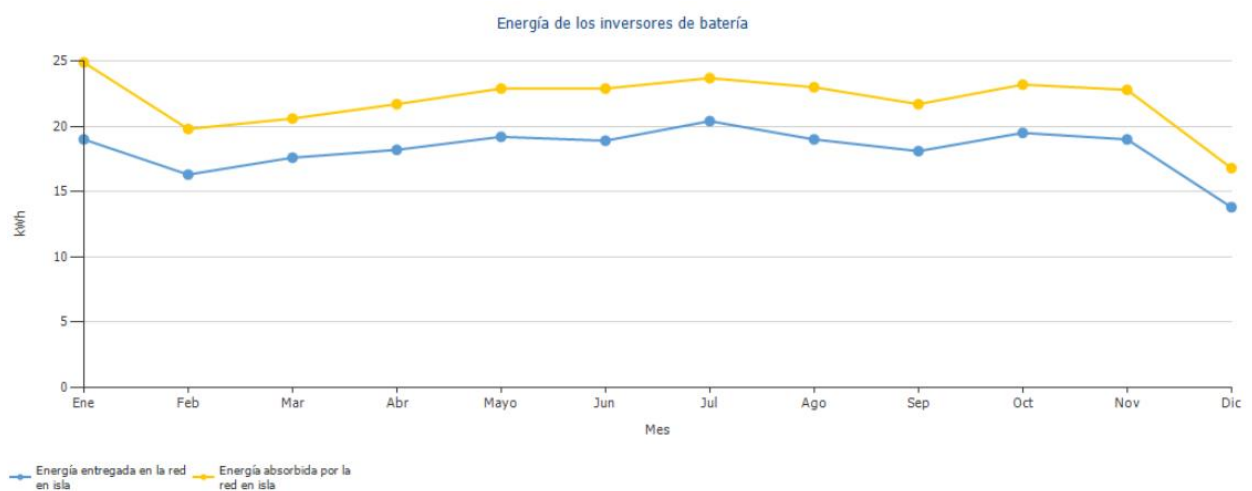
Temperatura del módulo



Energía del generador fotovoltaico



Energía proveniente de la batería



Balance energético de la instalación fotoeléctrica

Radiación global horizontal	1.725,43 kWh/m²	
Desviación del espectro estandar	-17,25 kWh/m ²	-1,00 %
Reflexión del suelo (albedo)	0,10 kWh/m ²	0,01 %
Orientación y inclinación de la superficie de módulos	-2,51 kWh/m ²	-0,15 %
Sombreado	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexión en la superficie del módulo	-14,87 kWh/m ²	-0,87 %
Irradiación global sobre módulo	1.690,90 kWh/m²	
	1.690,90 kWh/m ²	
	x 2,012 m ²	
	= 3.402,11 kWh	
Irradiación global fotovoltaica	3.402,11 kWh	
Ensuciamiento	0,00 kWh	0,00 %
Conversión STC (eficiencia nominal de módulo 20,14 %)	-2.716,79 kWh	-79,86 %
Energía fotovoltaica nominal	685,32 kWh	
Rendimiento con luz débil	-5,08 kWh	-0,74 %
Desviación de la temperatura nominal del módulo	-70,21 kWh	-10,32 %
Diodos	-3,05 kWh	-0,50 %
Inadecuación (datos del fabricante)	0,00 kWh	0,00 %
Inadecuación (Conexión/sombreado)	0,00 kWh	0,00 %
Energía fotovoltaica (CC) sin limitación de corriente por inversor	606,98 kWh	
Potencia de arranque DC no alcanzada	-0,04 kWh	-0,01 %
Regulación por rango de tensión MPP	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por corriente CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CC máx.	0,00 kWh	0,00 %
Regulación por potencia CA máx. / cos phi	-2,59 kWh	-0,43 %
Adaptación MPP	-0,78 kWh	-0,13 %
Energía FV (DC)	603,57 kWh	
Energía en la entrada del inversor	603,57 kWh	
Desviación de la tensión de entrada de la tensión nominal	0,00 kWh	0,00 %
Conversión DC/AC	-22,74 kWh	-3,77 %
Consumo Standby (Inversor)	-0,65 kWh	-0,11 %
Pérdida total de cables	0,00 kWh	0,00 %
Energía fotovoltaica (CA) menos consumo en modo de espera	580,18 kWh	
Energía de generador FV (Red CA)	580,83 kWh	

Datos económicos

Datos del sistema	
Periodo de consideración	20 Años
Número de componentes de instalación	
Número de módulos FV	1
Número de inversores	1
Número de inversores de baterías	1
Número de baterías	2
Análisis de rentabilidad	
Total de los costes de inversión	0 \$
Costes específicos	0 \$/kWh

Imagen 53. Resultados dados por el programa PVSOL

Fuentes: Participantes del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Factorenergia*. (s.f.). Obtenido de <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo/energia-solar/>
- [2] *revistalideres*. (s.f.). Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/luz-solar-enciende-idea.html>
- [3] *climate*. (s.f.). Obtenido de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>
- [4] *ideam*. (s.f.). Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>
- [5] *solar-energia*. (s.f.). Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/aplicaciones>
- [6] *monsolar*. (s.f.). Obtenido de <https://www.monsolar.com/blog/tipos-sistemas-solares-fotovoltaicos/>
- [7] *selectra*. (s.f.). Obtenido de <https://selectra.es/autoconsumo/info/instalacion/aislada>
- [8] *enelgreenpower*. (s.f.). Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/modulo-fotovoltaico>
- [9] *enelgreenpower*. (s.f.). Obtenido de <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/modulo-fotovoltaico>
- [10] *sotysolar*. (s.f.). Obtenido de <https://sotysolar.es/placas-solares/monocristalinas-policristalinas>
- [11] *edu.xunta*. (s.f.). Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/54_grado_de_electrificacin_de_una_vivienda.html
- [12] *repositorio.usfq*. (s.f.). Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3035/1/109432.pdf>
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14677/1/2017_dise%C3%B1o_implementation%C3%B3n_sistema.pdf
- [13] *dspace*. (s.f.). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6553/1/UPS-GT000602.pdf>
- [14] *fc.uni.edu.pe*. (s.f.). Obtenido de http://fc.uni.edu.pe/mhorn/gestion_fv.htm
- [15] *fc.uni.edu.pe*. (s.f.). Obtenido de <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/E&D%202005.pdf>
- [16] *fc.uni.edu.pe*. (s.f.). Obtenido de <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/electrificacion.htm>
- [17] *repositorioinstitucional*. (s.f.). Obtenido de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/800/1/Jorge%20Luis%20Neri%20Trajo%20Jorge%20Mateo%20Hern%C3%A1ndez%20Germ%C3%A1n%20Res%20A9ndiz%20L%C3%B3pez%20Maestr%C3%ADa%20en%20Ciencias%20en%20Energ%C3%ADas%20Renovables.pdf>

[18] *Repository.javeriana.edu.* (s.f.). Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/1085/LadinoPeraltaRafaelEduardo2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[19] *Descargas Alex.* (s.f.). Obtenido de file:///C:/Users/Alex/Downloads/TESIS%20MER.pdf