



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO FUERA DE LA RED  
PARA ELECTRIFICAR UNA RESIDENCIA EN LA COMUNA MASA 1**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTORES:** BRUNO SOLÓN VIVAR MACÍAS

CARLOS JIMMY LUNA MUÑOZ

**TUTOR:** ING. JULIO MANUEL SILVA BECHERAN, MSC.

Guayaquil – Ecuador

2023

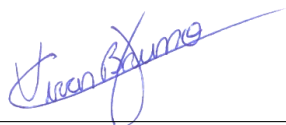
## CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Bruno Solón Vivar Macías con documento de identificación 0804302313 y Carlos Jimmy Luna Muñoz con documento de identificación 0925301384, manifestamos que:

Somos los autores y responsables 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, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Bruno Solón Vivar Macías

0804302313



Carlos Jimmy Luna Muñoz

0925301384

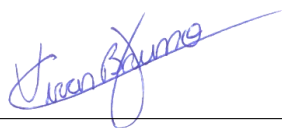
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.**

Nosotros, Bruno Solón Vivar Macías con documento de identificación 0804302313 y Carlos Jimmy Luna Muñoz con documento de identificación 0925301384, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Trabajo de titulación: “Implementación de un sistema fotovoltaico fuera de la red para electrificar una residencia en la comuna masa 1”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Bruno Solón Vivar Macías

0804302313



Carlos Jimmy Luna Muñoz

0925301384

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Julio Manuel Silva Becheran con documento de identificación 0959623422, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “Implementación de un sistema fotovoltaico fuera de la red para electrificar una residencia en la comuna masa 1” realizado por Bruno Solón Vivar Macías con documento de identificación 0804302313 y Carlos Jimmy Luna Muñoz con documento de identificación 0925301384, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de PROYECTO TÉCNICO que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Julio Manuel Silva Becheran, MSc.

0959623422

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a Dios, a mis padres (Solón y Karen) que fueron el motor principal para culminar esta maratón, a mis hermanos (Aitana y Jesús), a mi novia (Andrea) y a mis familiares.

Bruno Solón Vivar Macías

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco nuevamente a Dios y mis padres por la bendición y esfuerzo que hicimos en conjunto para culminar esta parte de mi vida; y también a mis profesores que me transmitieron sus conocimientos en estos años de estudio.

Bruno Solón Vivar Macías

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a Dios, a mi padre Jimmy Luna, por el apoyo por el amor y por las palabras y por la ayuda que gracias hoy ya pude decir soy Ingeniero, a mi madre Alexandra Muñoz, que fue un motor para yo poder acabar mi carrera, a mis hermanos (Oliver y Carla) que me apoyaban en todo, y por último a mi novia (Yamila) que me daba apoyo y me ayudaba a seguir siempre adelante.

Carlos Jimmy Luna Muñoz

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios ya que sin el nada de esto estuviera pasando, a mis compañeros a mis amigos a los docentes y a la universidad por el aprendizaje adquirido en estos años de estudios y por último agradezco nuevamente a mi padre ya que sin el nada de esto estuviera pasando.

Carlos Jimmy Luna Muñoz

## RESUMEN

Se realizó un estudio técnico para electrificar una residencia mediante la implementación de un sistema fotovoltaico, suplantando la manera convencional que tenían los comuneros para generar electricidad, esta misma era producida por generadores eléctricos a base de combustibles.

Se diseñó y se implementó un sistema fotovoltaico que está compuesto de un panel solar MD094 - JINKO SOLAR JKM280PP-60, 405Wp (Vatios pico), para el cual se utilizó el programa de simulación PVsyst con la finalidad de que el diseño e implementación del sistema sea eficiente.

Con los resultados adquiridos en este proyecto se obtuvo una mejoría de eficiencia energética, reduciendo costos considerando que hoy en Ecuador existe una constante variación en los precios de los combustibles tal como el diésel que su precio oscila en un aproximado ( $\pm$ ) de \$1.75 por gal (galón), a su vez también se redujo las emisiones de sustancias tóxicas y el alto nivel sonoro provocado por los generadores.

Este tipo de proyectos marcan precedentes para poder replicar en zonas donde el suministro de energía no es entregado.

Palabras claves:

Sistema Fotovoltaico, Generadores eléctricos, Combustibles.

## ABSTRACT

A technical study was conducted to electrify a residence through the implementation of a photovoltaic system, supplanting the conventional way that the community members had to generate electricity, which was produced by fuel-based electric generators.

A photovoltaic system was designed and implemented, which is composed of a solar panel MD094 - JINKO SOLAR JKM280PP-60, 405Wp (Watts peak), for which the simulation program PVsyst was used in order to make the design and implementation of the system efficient.

With the results obtained in this project, an improvement in energy efficiency was obtained, reducing costs considering that today in Ecuador there is a constant variation in the prices of fuels such as diesel, whose price oscillates in an approximate ( $\pm$ ) of \$1.75 per gl (gallon), and also reducing the emissions of toxic substances and the high noise level caused by the generators.

This type of project sets precedents to be replicated in areas where the energy supply is not delivered.

Keywords:

Photovoltaic System, Electric Generators, Fuels.



## ÍNDICE

<b>CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vii</b>
Palabras claves: .....	vii
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
Keywords: .....	viii
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>ix</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>1</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>4. DELIMITACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>5. BENEFICIARIOS .....</b>	<b>2</b>
<b>5.1 Beneficiarios primarios: .....</b>	<b>2</b>
<b>5.2 Beneficiarios secundarios: .....</b>	<b>3</b>
<b>6. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>6.1 Objetivo general.....</b>	<b>3</b>
<b>6.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
<b>7. ESTADO DEL ARTE: .....</b>	<b>7</b>
<b>7.1 Celda solar.....</b>	<b>7</b>
<b>7.2 Panel por utilizar: .....</b>	<b>7</b>
<b>7.3 Efecto Fotovoltaico .....</b>	<b>8</b>
<b>7.4 Radiación solar .....</b>	<b>8</b>
<b>7.5 Tipos de radiación solar .....</b>	<b>8</b>
<b>7.6 Radiación solar directa.....</b>	<b>9</b>
<b>7.7 Radiación solar difusa .....</b>	<b>9</b>
<b>7.8 Radiación solar tipo albedo.....</b>	<b>10</b>
<b>8. LA FUNCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES:.....</b>	<b>10</b>
<b>8.1 Energía solar .....</b>	<b>10</b>
<b>8.2 Tipos de utilización:.....</b>	<b>10</b>

8.3	Esquema de instalación .....	11
8.4	Panel de distribución .....	11
8.5	Controlador de carga .....	12
8.6	Batería .....	13
8.7	Inversor .....	14
<b>CAPÍTULO III</b> .....		14
9.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	14
9.1	Iluminación y tomacorrientes .....	16
9.2	Tabla de consumo .....	17
9.3	Circuitos .....	17
9.4	Interruptores y tomacorrientes.....	17
9.5	Metodología para las instalaciones de la residencia según el sumario de datos. ....	18
9.6	Los cálculos de la demanda: .....	19
9.7	Diseño del cableado mediante tuberías de PVC .....	20
9.8	Diseños de bases el sistema Fotovoltaico .....	24
9.9	Diseños de bases para el controlador, inversor y baterías .....	25
9.10	Diseños de bases para el sistema fotovoltaico .....	27
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		28
10.	<b>Simulación en el software PVsyst V7.2.8</b> .....	28
10.1	Pérdidas en el sistema fotovoltaico.....	30
10.2	Cálculo para el sistema fotovoltaico .....	33
10.2.1	Cálculo del panel solar.....	34
10.2.2	Cálculo del inversor .....	35
10.2.3	Cálculo de la batería .....	36
10.3	Cronograma de actividades .....	37
10.4	Presupuesto .....	39
<b>CONCLUSIONES</b> .....		40
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		41
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		42
<b>ANEXOS</b> .....		44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>Figura 1.- Localización de la Comuna Masa 1</b> .....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	4
<b>Figura 2.- Panel solar</b> .....	7
<b>Figura 3.- Tipos de radiación solar</b> .....	8
<b>Figura 4.- Tipos de radiación solar</b> .....	9
<b>Figura 5.- Tipos de radiación solar</b> .....	9
<b>Figura 6.- Tipos de radiación solar</b> .....	10
<b>Figura 7.- Tipos de radiación solar</b> .....	111
<b>Figura 8.- Esquema de instalación</b> .....	11
<b>Figura 9.- Controlador de carga</b> .....	12
<b>Figura 10.- Controlador de carga</b> .....	12
<b>Figura 11.- Batería</b> .....	13
<b>Figura 12.- Inversor</b> .....	14
<b>CAPÍTULO III</b> .....	14
<b>Figura 13.- Residencia comuna masa 1</b> .....	15
<b>Figura 14.- Diseño en AutoCad</b> .....	16
<b>Figura 15.- Factores de demanda</b> .....	16
<b>Figura 16.- Dimensiones de la vivienda</b> .....	18
<b>Figura 17.- Planilla de circuitos</b> .....	18
<b>Figura 18.- Demanda del proyecto</b> .....	19
<b>Figura 19.- Diseño del cableado mediante tuberías.</b> .....	20
<b>Figura 20.- Toma de medidas para las tuberías</b> .....	21
<b>Figura 21.- Corte de tuberías a las medidas correspondientes</b> .....	21
<b>Figura 22.- Corte de tuberías a las medidas correspondientes</b> .....	22
<b>Figura 23.- Instalación de tuberías</b> .....	22
<b>Figura 24.- Instalación de tuberías</b> .....	23
<b>Figura 25.- Punto de interruptor doble para luminarias</b> .....	23
<b>Figura 26.- Base donde fue instalado el panel</b> .....	24
<b>Figura 27.- Diseño de la base y del panel a instalar</b> .....	25
<b>Figura 28.- Base para el controlador, inversor y baterías</b> .....	25
<b>Figura 29.- Montaje de los elementos mencionados anteriormente</b> .....	26
<b>Figura 30.- Sistema fotovoltaico en sus respectivas bases</b> .....	27
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	28
<b>Figura 31.- Resumen del sistema</b> .....	28
<b>Figura 32.- Balances y resultados principales.</b> .....	29
<b>Figura 33.- Meteo y energía incidente</b> .....	30

<b>Figura 34.- Pérdidas en el sistema FV.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 35.- Diagrama de entrada/salida .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 36.- Insolación difusa promedio .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 37.- Insolación directa promedio.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 38.- Insolación global promedio .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 39.- Cronograma de actividades en el programa PROJECT.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 40.- Cronograma de actividades en el programa PROJECT.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 41.- Tabla de Excel del presupuesto de los materiales del proyecto. ....</b>	<b>39</b>

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia de nuestro país existen precedentes donde la carencia de recursos o servicios básicos en lugares remotos afectan de manera directa al pueblo dándoles una condición de vida inhumana, tal cual es la del caso de los habitantes de la comuna Masa 1 ubicada en Punta Miel.

Por esto se pudo llegar a un acuerdo entre los servidores y los beneficiarios de implementar un sistema de energía renovable, eficiente y sobre todo autónomo, dejando atrás la manera convencional de generar electricidad a sus viviendas mediante el uso de generadores a base de combustión. La empresa encargada de suministrar energía eléctrica a los habitantes no la puede ofrecer por diversos aspectos, entre esos se encuentra el difícil acceso a la comuna, la situación geográfica en la que se localiza la comuna y además se encuentra alejado de la red pública.

### **2. PROBLEMÁTICA**

En la comunidad Masa1, el servicio eléctrico no es suministrado por la empresa a cargo por lo que conllevan al uso de generadores eléctricos y con ello producir electricidad; sin embargo, existen novedades para dejar de utilizar estas máquinas, como el alza en los precios de los combustibles, transporte y almacenamiento de los mismos, mantenimiento de generadores, contaminación ambiental y el ruido excesivo.

Esto crea la necesidad de implementar un sistema fotovoltaico como alternativa para la generación de electricidad reduciendo inconvenientes antes mencionados.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

Para llevar a cabo la realización de este proyecto se hizo un estudio técnico para implementar un sistema fotovoltaico en las residencias de la comuna Masa 1, con la finalidad de suministrar energía eléctrica.

De esta forma no depender únicamente del uso de generadores eléctricos y optar por el uso de energías renovables; con este proyecto evitamos aspectos de contaminación como pueden ser: derrames de combustibles, emisiones de gases al aire libre que afectan en problemas de salud aumentando el riesgo de infecciones respiratorias, cancelación de ruidos, compra y almacenamiento del combustible.

Se concluye que este proyecto también conlleva carácter social y medioambiental, ya que los comuneros mejoraron su estilo y calidad de vida sin afectar al medio ambiente.

#### **4. DELIMITACIÓN**

La comunidad “Masa 1” se encuentra ubicada en J4JV+X7, Punta Miel, al sur de Guayaquil; esta comuna se encuentra a 45 minutos partiendo en lancha desde la “Universidad Politécnica Salesiana” o 21km (kilómetros) en carreteras restringidas o privadas, hasta llegar a su destino como lo es la Comuna Masa 1 que se encuentra alejada del casco urbano de la metrópoli.



*Figura 1.- Localización de la Comuna Masa 1*

Autor: Google Maps

#### **5. BENEFICIARIOS**

##### **5.1 Beneficiarios primarios:**

Los habitantes que viven en la comuna son los absolutos beneficiarios, dejando atrás la manera de obtener energía eléctrica mediante generadores a base de combustibles que es un procedimiento altamente contaminante, a pasar a un sistema de energía autónoma, limpia e ilimitada que abastecerá a los comuneros de manera eficiente garantizando una mejor calidad de vida.

Siendo estas personas los beneficiarios específicos de este proyecto:

Nombres	Edad
Augusto Acosta	62
Isabel Zúñiga	52
Enrique Acosta	27
Cristhian Acosta	18
Steven Acosta	15
Moisés Acosta	13
Angélica Acosta	28

## 5.2 Beneficiarios secundarios:

Los estudiantes de la UPS siendo benefactores del proyecto nos ayudara a impulsar los conocimientos que en los periodos estudiantiles fueron adquiridos hoy en día los ponemos en práctica, también teniendo en cuenta que los futuros estudiantes podrán utilizar la implementación como objeto de estudio y práctica (mantenimiento) a lo largo de la carrera.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

- Implementar un sistema fotovoltaico para una residencia en la comuna Masa 1.

### 6.2 Objetivos específicos

- Estudiar la zona utilizando el software PvSyst que permitirá conocer la irradiación solar que recibirá en su ubicación a partir de su base meteorológica.
- Realizar el estudio de la carga eléctrica para determinar el sistema fotovoltaico
- Implementar el sistema fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la carga estudiada.

## CAPÍTULO II

En los trabajos de autores como J. Chicaiza y O. Quisaguano propusieron el Análisis de factibilidad al implementar un sistema de energía renovable en el Edificio "El Rey" realizamos a fondo el análisis técnico del consumo de energía, mostrando la importancia en reducción de costos en la planilla eléctrica tomando, basándonos exclusivamente en el análisis del estudio de la demanda para los servicios de iluminación básica.[1]

Esto se logró haciendo un cambio de tecnologías en el sistema de iluminación, es decir se cambió lámparas fluorescentes, lámparas de bajo consumo, focos incandescentes; por la tecnología led y como sería aún más la reducción si se instala el sistema fotovoltaico que supla la carga de iluminación de todo el edificio.[1]

Ahorro Luminarias Existentes

Energía de 43730 Wh-día(vatios-hora-día); Planilla mensual \$57.27

Ahorro Tecnología led

16720 Wh-día(vatios-hora-día); Planilla mensual \$21.73

Reducción de 27010 Wh-día(vatios-hora-día); Reducción mensual \$35.54

Ahorro al utilizar paneles solares fotovoltaicos

Los autores obtuvieron como resultados un ahorro de \$18.72 por cada kWh(kilovatios hora) por lo tanto la instalación resulta un 31.32% más eficiente, los resultados son beneficioso ya que son más factibles que los generados en la empresa de Quito.[1]

Mientras tanto en trabajos de autores como A. Peña, D. Gutiérrez y F. Caldas realizaron el sistema fotovoltaico solar que se diseñó basado en la implementación de la generación eléctrica de 1kw en la potencia activa, como resultados que generan iluminación total de la parte posterior de la universidad en los bloques que se ubican los laboratorios de practica de Ingeniería civil en campus Villavicencio en la cooperativa llamada Colombia .[2]

La regulación del sistema fotovoltaico de energía abastece para la potencia eléctrica de 25 lámparas, las cuales están automatizadas para funcionar 4 horas al día, que se encienden de 6:00 pm y se apagan a las 10:00 pm, cumpliendo con lo propuesto.[2]

De acuerdo con trabajos de autores como D. Lasluisa y C. Tobar que plasmo la creación de energía eléctrica mediante un suministro generado por un sistema fotovoltaico la prueba se efectuó en una vivienda alejada a localizada en el sector de Andraca de la parroquia



Juan Montalvo del cantón Latacunga, donde por su ubicación está alejada del sistema de red de distribución eléctrica.[3]

Para llegar a la implementación se basaron en la recolección de datos obtenidos del portal de la NASA, donde se obtuvo 4.22 kW/mes(kilovatios-mes); todo esto para dimensionar de manera correcta los principales elementos estos integran el sistema fotovoltaico. La vivienda tiene una carga de 225 W(vatios) esta es producida por artefactos constando en una vivienda.[3]

En los trabajos de autores como W. Borbor [4] y K. Mendoza y L. Carrión [5], explican las medidas de un sistema de iluminación androcéntrico a través de un sistema fotovoltaico para la comunidad Masa 2. Los autores llevaron a cabo la implementación de postes donde se incorporaron luminarias con apoyo de un sistema de energía renovable.

En la tesis de nuestro compañero W. Borbor el resultado de la tesis fue que gracias que somos impactados de forma perpendicular por los rayos del sol, dado por la ubicación geográfica del Ecuador esta halla la mejor eficiencia al momento de la instalación del panel fotovoltaico en cambio en los resultados de K. Mendoza y L. Carrión, tuvieron que usar un programa llamado DiaLUX que fue utilizado para cambiar las condiciones de tiempo que sea nocturno o diurno ya que son eso se pudo hacer el mejoramiento de equipos en la comuna masa 2.

En los trabajos de autores como G. Guerrero y K. Catagua [6], creado el sistema de anillo público de alumbrado en Masa 2 utilizando energía renovable para las comunidades ubicadas en las comunas del muelle. También el sistema es apto para controlar energía solar y establecer su productividad energética y reacción de rangos generados por la situación climática.

En esta tesis podemos ver que el problema que ellos tuvieron fue, hacían uso de generadores eléctricos que era un gasto para cada morador de la comuna los cuales eran la gasolina y aceite para el generador y con eso tenían energía eléctrica solo 6 horas el día las cuales eran de 16:00 hasta las 22:00 viendo esta problemática los autores dieron una solución a este problema fue, los paneles solares instalados, dimensionamientos de cada uno de los postes de las luminarias y la batería y los reguladores de carga para que con estos se llevó a incorporar alumbrado público tipo anillo.

Los autores E. Villegas y L. Alcívar [7] diseñaron un sistema de alimentación para equipar a una escuela de forma fotovoltaica dicha escuela llamada “Simón Bolívar de la

Comunidad Masa 2” y proveer de electricidad para el correcto funcionamiento de los salones de clases. Además, esta implementación es apta para abastecer a 8 horas para los maestros y estudiantes y puedan aprender informática básica.

Además, la tesis contó con programas como PVsyst que sirve para calcular y determinar la energía integrada para la rentabilidad del sistema fotovoltaico además se usó un programa llamado POWER NASA o PVGIS para calcular la radiación, gracias a esos programas y las pruebas se estableció que la ubicación de los paneles solares está en la inclinación óptima para la captación de la radiación generada por los rayos solares para así mantener un correcto abastecimiento de energía eléctrica.

Gracias a la contribución de los autores anteriores, la sorpresa de nuestro tema es que nosotros, vamos a realizar el diseño como la implementación del sistema fotovoltaico para así en las viviendas para disminuir el manejo de generadores a diésel y para obtener una mejor iluminación nocturna y en horas diurnas.

Este proyecto se llevó a cabo para la ayuda de la sociedad y los habitantes, se tiene que tener en cuenta algunas normativas y medidas para el buen uso del medio ambiente para la utilización de las energías renovables.

Donde por ejemplo la empresa japonesa TAKAOKA fue la encargada de diseñar e instalar el “Proyecto fotovoltaico y almacenamiento de energía Baltra” en las islas Galápagos, de la mano del gobierno ecuatoriano que facilitó el terreno.

Este proyecto se basa en la planta fotovoltaica de 67Kw (kilovatios) esta genera un aproximado de 111 MWh (megavatios-hora) de electricidad por año, energía generada por los rayos del sol, limpia, abundante y renovable; esta fue la quinta central de generación renovable que se construye en las Galápagos.

Con esta planta se evita:

- Emisión de 73 toneladas de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) cada año.
- Utilización de 78000 galones de Diésel cada año.
- Contaminación por vertidos en el aire, suelo y agua.
- Emisión de ruido.

Siendo este proyecto uno de los más importantes de Energía Renovables que existe en nuestro país, es ahí donde partimos como ejemplo para culminar nuestro trabajo.

## 7. ESTADO DEL ARTE:

### 7.1 Celda solar

Las celdas solares o también conocidas como celdas fotovoltaicas son los que comúnmente generan energía eléctrica creada por la radiación electromagnética. Ya generado el proceso de la radiación a energía el elemento conductor hace contacto con el material, al generarse este contacto la energía eléctrica es convertida a corriente continua para ahora ya ser usada, y está ya transformada por medio de las baterías de control de cargas es almacenada. Sin dejar de mano las celdas fotovoltaicas también por medio de la radiación difusa y directa capta energía, mientras que por medio de las celdas solares estas tienen una función típica de generar calefacción, calentar agua que en fin es generar energía eléctrica por el provecho obtenido de la energía luminosa que es dada por el sol. [5]

### 7.2 Panel por utilizar:

El panel de mejor rendimiento es el de 405Wp(vatios pico) pero Monocristalina esto generados por sus 72 células que están dentro de sus placas, estas están formadas de silicio tipo perc Monocristalino .Este posee dimensiones exactas al panel 330W(vatios) y brinda 405W(vatios) en su potencia, más allá de brindar una ganancia del 20% solo en su potencia absoluta también las células PERC al darse la captación de energía tiene una gran diferencia de sensibilidad a las células ordinarias que las deja muy por encima de las células comunes como la policristalinas y mucho más sobre las monocristalinas. [6]



*Figura 2.- Panel solar*

Autor: Google

### 7.3 Efecto Fotovoltaico

Este Efecto es producido por las celdas solares ya que sus materiales conductores como el silicio u otro semiconductor, este se da al momento de atraer los fotones del sol. Al ser absorbido el fotón expulsa los electrones que están dentro de las celdas y estos son liberados, la corriente eléctrica que es generada se da por la conexión de las celdas. [7]

### 7.4 Radiación solar

La energía que es emitida por los rayos solares esta es llegada desde la superficie del planeta tierra de esta manera se crean los fenómenos meteorológicos y estos van cambiando por las distintas variaciones que se dan a lo largo de los 365 días que conlleva un año.

Este es un proceso físico el cual tiene como resultado las ondas electromagnéticas que son las que trasmite energía, a 300.00 km/s(kilómetros sobre segundos)sin la intervención de la materia en su línea recta. [8]

### 7.5 Tipos de radiación solar

La radiación solar tiene 3 maneras de clasificar llega de la luz hacia la superficie del planeta tierra, su clasificación es de 3 tipos diferentes de radiación solar que son:

- Radiación solar directa.
- Radiación solar difusa.
- Radiación solar difusa o también puede ser llamada como radiación albedo. [9]

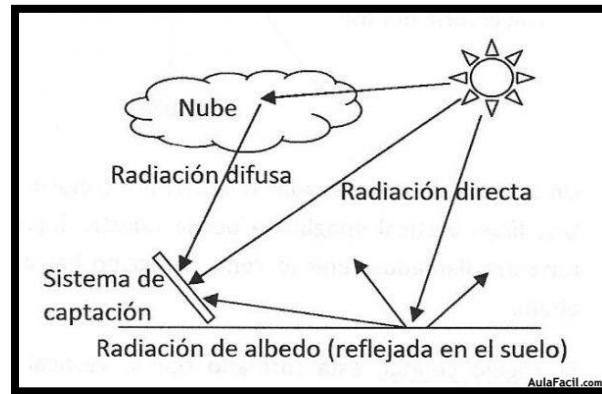


*Figura 3.- Tipos de radiación solar*

Autor: Google

### 7.6 Radiación solar directa

La radiación solar directa en primera mano es la caída de caída solar, esta radiación es diferentes a las otras ya que esta radiación tiene un punto establecido, es decir que tiene un sentido de línea recta hacia el sol y por eso se puede concentrarse en su utilización y su mejor uso al ser instalado. [10]



**Figura 4.- Tipos de radiación solar**

Autor: Google

### 7.7 Radiación solar difusa

Para saber o calcular cuál es la radiación solar difusa se tiene que ejecutar cuando las radiaciones pueden afectar o estar afectando al equipo, las moléculas que hay en el aire, también las partículas que puede haber en el polvo y por diversos motivos que pueden ser el suelo o la atmosfera.



**Figura 5.- Tipos de radiación solar**

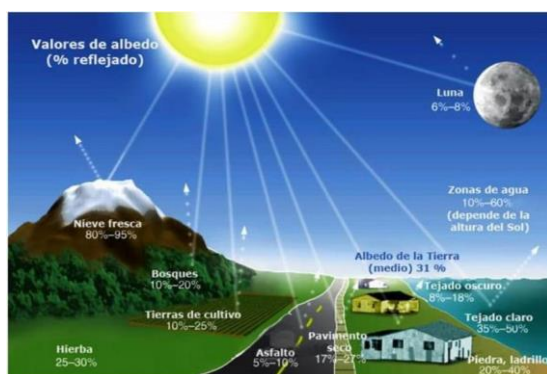
Autor: Google

También la radiación solar difusa causa más problemas al momento de instalar los paneles solares fotovoltaicos, ya que disminuyen la suficiencia que puede llegar a generar el equipo, por lo tanto, la radiación que emite el sol en este caso las nubes reciben energía y la cual es emitida. [11]

### 7.8 Radiación solar tipo albedo

La radiación albedo es una radiación que tiene la capacidad de reflexión de la radiación evidenciado por la superficie de la tierra, es decir una vez que llega a su destino se aprecia su entorno o en cualquier superficie.

Esta se diferencia a las otras en que es la suma de todas las radiaciones que vimos, las cuales son la discreta, la difusa y la suma total de todas, ya que esta tiene la radiación total y global de las demás radiaciones. [12]



*Figura 6.- Tipos de radiación solar*

Autor: Google

## 8. LA FUNCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES:

### 8.1 Energía solar

Es una energía limpia, gracias a este tipo de obtención de energía eléctrica, no daña al medio ambiente ya que es una organización ecológica y no son como las energías no renovables que provocan desventajas al medio ambiente. La manera de obtención de energía eléctrica son resultados inminentes provocados por la radiación solar que son convertidos a energía eléctrica.

### 8.2 Tipos de utilización:

- ✓ La primera es la transformación de energía eléctrica por medio de los colectores
- ✓ La segunda se da por reflexión de radiación solar transformamos energía

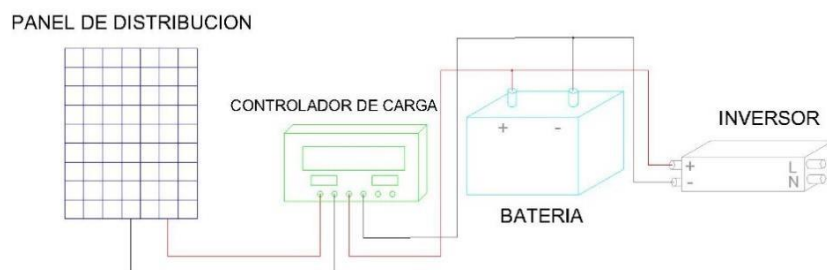
electromecánica a eléctrica, esta cambia totalmente de nombre de energía eléctrica a energía fotovoltaica generada por los módulos fotovoltaico o conocidos como paneles fotovoltaicos. [13]



**Figura 7.- Tipos de radiación solar**

Autor: Google

### 8.3 Esquema de instalación



**Figura 8.- Esquema de instalación**

Aquí se puede ver el esquema de conexiones las cuales llevan un panel de distribución un controlador una batería y por último un inversor.

### 8.4 Panel de distribución

Un panel de distribución esta instruido por una cantidad de células, esta célula se encuentra acopladas eléctricamente sobre una estructura de soporte, aparte el panel suministra una salida de tensión continua ya que tiene unas tensiones concretas como las cuales son 6, 12, y 24 voltios y sabiendo eso se puede limitar la tensión con la que va a trabajar el sistema.

Aparte el panel viene conectado y encapsulado el panel ya que eso hace que preserve más el tiempo de uso del sistema, ya que gracias a que esta encapsulado lo proteja de la humedad, de los rayos UV (ultravioleta) y de la abrasión. [14]



*Figura 9.- Controlador de carga*

Autor: Google

### 8.5 Controlador de carga

Un controlador de carga tiene la función de almacenar la carga y proteger a los acumuladores ante la sobrecarga, también tiene la función de asegurar el valor de tensión a lo que se trabaja en la instalación.

Y para este proyecto se empleó este tipo de controlador de carga: RP600 – Victron Energy Smart Solar MPPT 75/15. [15]



*Figura 10.- Controlador de carga*

Autor: Google



## Características de controlador de carga

- Corriente nominal: 10<sup>a</sup>.(amperios)
- Voltaje de batería: 12/24V.(voltios)
- Potencia fotovoltaica: 12V(voltios)/ 145W(vatios).
- Humedad: 95%.
- Auto consumo: 12V(voltios)/ 25 mA(miliamperios).
- Desconexión de carga automática: Inferior a 15 A(amperios).
- Pico máximo de eficiencia: 98%.
- Temperatura de funcionamiento: 60°C (grados Celsius).

## 8.6 Batería

La batería es la encargada de almacenar la energía durante los periodos sin luz solar, o en momento donde no se utilice mucha energía, y así la batería por las noches ya funciona de la mejor manera. Y en el proyecto se usó este tipo de batería: Ritar Power DC12-100. [16]



*Figura 11.- Batería*

Autor: Google

## Características de la batería

- Son resistentes a golpes.
- Son de larga duración ya que no se requiere mantenimiento.
- Las baterías tienen una larga duración de vida.
- Son baterías de rápida carga.

### 8.7 Inversor

Este inversor sirve para obtener una corriente alterna y se la transforma a una corriente continua, ya que es un dispositivo que va conectado al panel, es fácil obtener las corrientes y al convertir la corriente alterna a corriente continua ya se puede hacer la utilización de la energía dentro de la vivienda. [17]



*Figura 12.- Inversor*

#### Características del inversor

- Humedad: Máximo 95%.
- Sección de cable: 10mm<sup>2</sup>(milímetros cuadrados) / AWG8.
- Potencia: 250VA(voltio amperios).
- Protección: a – f.
- Pico de potencia: 400W(vatios).

## CAPÍTULO III

### 9. MARCO METODOLÓGICO

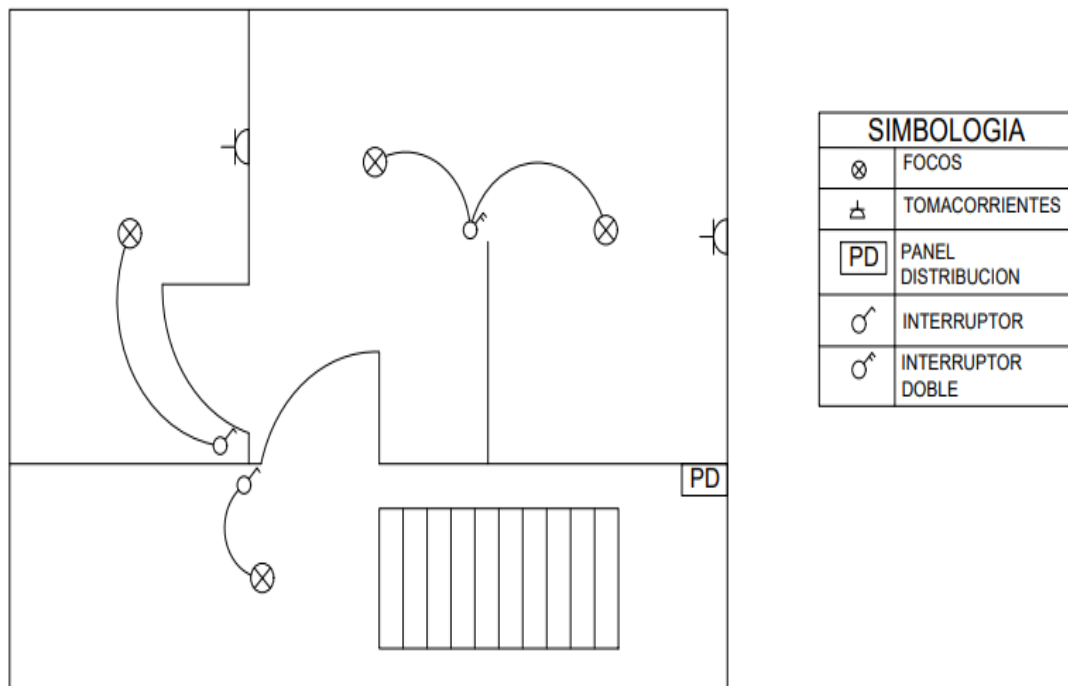
Se ha llegado a una comunidad costera de Guayaquil y se ha empleado un sumario de datos específicos de una residencia tales como: (Dimensiones de la casa, cantidad de ciudadanos que residen, el consumo eléctrico estimado ya sea por aparatos electrónicos y lo que comprende al sistema de alumbrado), todo esto se recopila con la finalidad de obtener el dimensionamiento apropiado para implementar el sistema fotovoltaico que sea eficiente respecto a los cálculos de consumo.



***Figura 13.- Residencia comuna masa 1***

Fuente: Autores

La residencia tiene una medida de 8metros de largo y 3metros de ancho contemplando un área de  $24m^2$  (metros cuadrados) en base a la normativa del NEC (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION) INSTALACIONES ELÉCTRICAS, se considera como tipo de vivienda pequeña aquellas que tienen un área de construcción  $<80m^2$  (metros cuadrados) considerando un mínimo de circuitos, para: Iluminación (1) y para tomacorrientes (1).



**Figura 14.- Diseño en AutoCad**

Fuente: Autores

### 9.1 Iluminación y tomacorrientes

Los circuitos de alumbrado y circuitos de tomacorrientes de uso general se deben estimar con los siguientes factores de demanda dependiendo el modelo de residencia tal cual se indican en la Figura 9.[18]

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña - mediana	0,70	0,50
Mediana grande - Grande	0,55	0,40
Especial	0,53	0,30

**Figura 15.- Factores de demanda**

A tratarse como una residencia pequeña, se constató en el alcance del proyecto brindar el servicio eléctrico a cargas básicas, por eso asumimos el no uso de cargas especiales como (ducha eléctrica, horno eléctrico, cocina eléctrica, aires acondicionados, etc.).

### 9.2 Tabla de consumo

Aparatos de consumo	Cantidad	Potencia (W)	Uso hora/día	Energía (Wh/día)
Focos Led	4	9	5	<b>180</b>
Cargadores móviles	2	110	5	<b>1100</b>

**Total:** 1.28kWh/día (kilovatios hora-día)

### 9.3 Circuitos

La casa debe de constar con un circuito de tomacorriente y un circuito de alumbrado, con las siguientes particularidades:

- a) Se deben medir el conductor de la alimentación del circuito que soportara la carga mínima a 1.25 % de la carga máxima.
- b) Los distintos circuitos tienen que poseer un neutro y su protección de puesta a tierra.
- c) Una protección individual por cada circuito. [18]

### 9.4 Interruptores y tomacorrientes

Para la colocación y montaje de los distintos componentes eléctricos se debe estimar:

1. El nivel de montaje de conmutadores, pulsadores e interruptores sobre el nivel de suelo tiene que ser de 120cm (centímetros) hacia donde la puerta abre y estos operativamente se desactivan por el portador de fase.

Está prohibido instalar interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas, a menos que estén avalados para estos tipos de usos. El interruptor al ser montado en un lugar como el exterior de la casa o que no sea totalmente seco, debe establecer en una estancia adecuada para estos lugares.

2. En general el uso de los tomacorrientes va a 40cm (centímetros) desde el nivel del suelo, en sus distintas ubicaciones como cocinas, baños que suelen ser colocados sobre mesones a 10cm (centímetros).
3. Se debe diferenciar los tomacorrientes de uso general para su instalación con su respectiva puesta a tierra. [18]

### 9.5 Metodología para las instalaciones de la residencia según el sumario de datos.

Dimensiones de la vivienda							
Sitio de vivienda	Largo	Ancho	Area	Alumbrado	Perimetro	TC-Generales	TC que se pondran
Cocina	2.00	3.00	6.00	90.00	10.00	2.00	1.00
Dormitorio	2.50	3.00	7.50	112.50	11.00	2.00	1.00
Sala	2.00	3.00	6.00	90.00	10.00	2.00	0.00
Pasillo	1.50	6.00	9.00	135.00	15.00	2.00	0.00
Total	8.00	15.00	28.50	427.50	46.00	8.00	2.00
Niveles de consumo							
<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>					
<b>10</b>	15	20					

*Figura 16.- Dimensiones de la vivienda*

La siguiente tabla (figura 12) nos detalla para saber cuántos tomas o puntos de iluminación se necesita para cada área y/o sector dentro de la vivienda.

PLANILLA DE CIRCUITOS												
PANEL	PLANTA	No. CIRC	CONDUC. (AWG)	Φ (pulg)	FASES	VOLTIOS	PUNTOS	NCIA INSTALAI		DISYUNTOR		SERVICIO
								X punto	TOTAL	POLOS	AMP	
TDG 120/240 V.	PLANTA BAJA	B-1	14	3/4plgs	B	120	1.00	9	9	1	15	Cocina
		B-2	14	3/4plgs	B	120	1.00	9	9	1	15	Dormitorio
		B-3	14	3/4plgs	B	120	1.00	9	9	1	15	Sala
		B-6	14	3/4plgs	B	120	1.00	9	9	1	15	Pasillo
		TC-B1	12	1/2plgs	B	120	1.00	27	27	1	15	Cocina
		TC-B2	12	1/2plgs	B	120	1.00	27	27	1	15	Dormitorio
PLANTA BAJA		90										
TOTAL		90 W										

*Figura 17.- Planilla de circuitos*

CALCULO DE LA DEMANDA DEL PROYECTO							
OBRA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO FUERA DE LA RED PARA ELECTRIFICAR UNA RESIDENCIA EN LA COMUNA MASA 1							
FECHA: 27/2/2023							
TABLERO :							
PLANTA :							
PANEL	No. Fases	DEM AND A INST	FD	DEM AND A PAR	BALANCE DE FASES		
					A	B	C
PB	2	90	0.70	63.00	31.50		
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>90.00</b>		<b>63.00</b>			
TOTAL DEMANDA INSTALADA		90.00	VATOS				
TOTAL DEMANDA PARCIAL		63.00	VATIOS				
FACTOR DE COINCIDENCIA		0.80					
DEMANDA MAXIMA ESTIMADA		50.40	VATIOS				
<b>CALCULO DEL DISYUNTOR</b>							
TENSION		240.00	VOLTIOS				
FACTOR DE POTENCIA		0.90					
CORRIENTE NOMINAL EN B.T. (In)		0.19	AMP.				
DISYUNTOR EN B.T. (1,25*In)		0.24	AMP. 1P- 15 AMP				

*Figura 18.- Demanda del proyecto*

### 9.6 Los cálculos de la demanda:

**Demanda instalada = A la sumatoria total de la potencia instalada (1)**

*Ecuación 1.- Demanda instalada*

**Demanda parcial = Demanda instalada \* FD (2)**

*Ecuación 2.- Demanda Parcial*

**Balance de fases =  $\frac{\text{Demanda parcial}}{2}$  (3)**

*Ecuación 3.- Balance de Fases*

**Dmd max = (Total de la demada parcial) \* (Factor de coincidencia)(4)**

*Ecuación 4.- Demanda Máxima*

**Corrinete nominal =  $\frac{\text{Demanda maxima}}{(\text{Tension}) * (\text{Factor de potencia})}$  (5)**

*Ecuación 5.- Corriente Nominal*

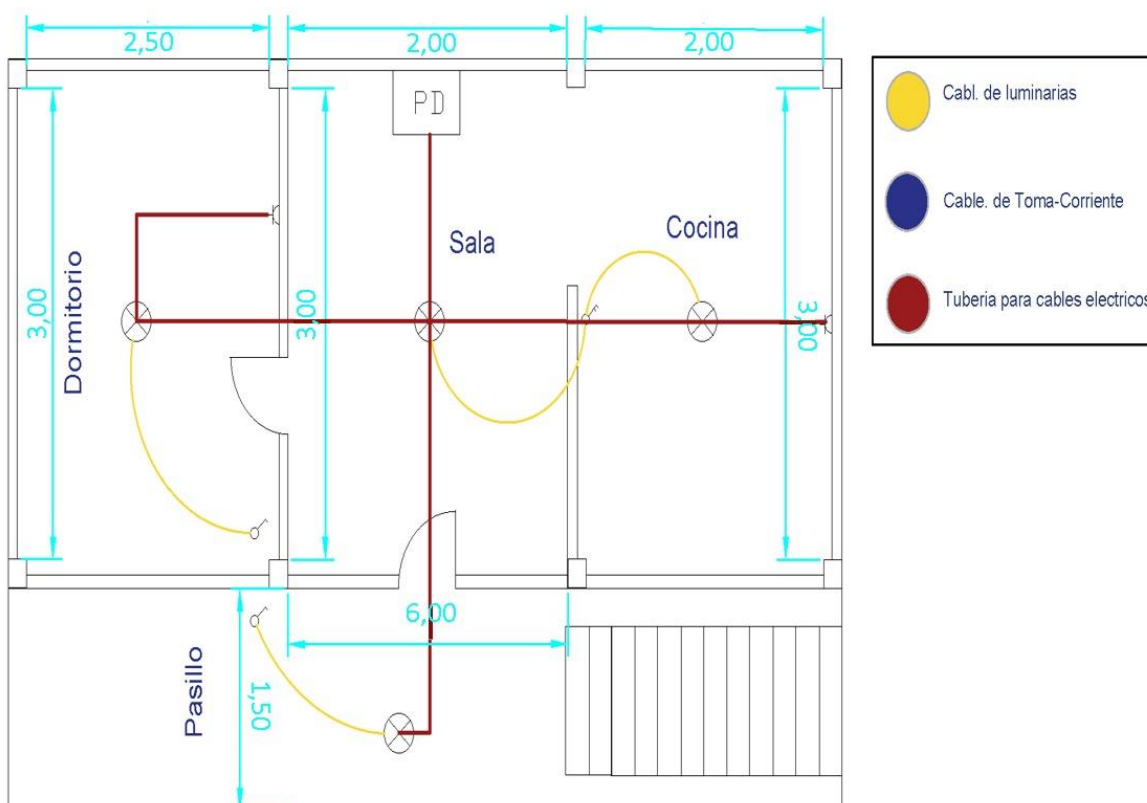
**Disyuntor en B. T = (1.25)(Corriente Nominal) (6)**

*Ecuación 6.- Calculo del Disyuntor*

Teniendo en cuenta la tabla de consumo (Figura 11) define que la demanda máxima total del hogar es de 1.28kWh/día(kilovatios hora-día), por lo cual mediante las normativas y los cálculos de la demanda (Figura 14) se puso un disyuntor 1P 15AMP.

### 9.7 Diseño del cableado mediante tuberías de PVC

A partir del diseño (Figura 9) se prosigue a realizar un boceto similar incluyendo la manera de como se instala mediante tuberías el cableado eléctrico de la residencia para facilitar trabajos posteriores que se requieran.



**Figura 19.- Diseño del cableado mediante tuberías.**

Fuente: Autores





*Figura 20.- Toma de medidas para las tuberías*



*Figura 21.- Corte de tuberías a las medidas correspondientes*



*Figura 22.- Corte de tuberías a las medidas correspondientes*



*Figura 23.- Instalación de tuberías*



*Figura 24.- Instalación de tuberías*



*Figura 25.- Punto de interruptor doble para luminarias*

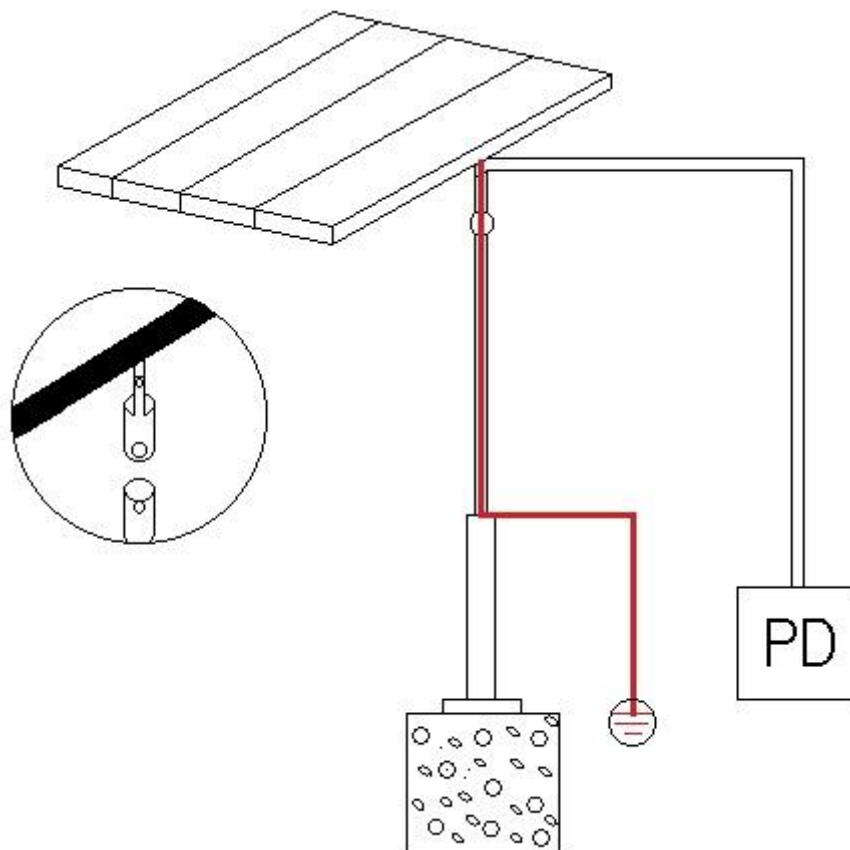
### 9.8 Diseños de bases el sistema Fotovoltaico



*Figura 26.- Base donde fue instalado el panel*

El diseño realizado de la (figura 22) se hizo a base de los datos que proporcionamos al maestro encargado de la obra civil, sabiendo que nuestro panel está compuesto por las siguientes características mecánicas:

Longitud	2008mm(milímetros)
Ancho	1002mm(milímetros)
Altura	40mm(milímetros)
Peso	22.5 kg(kilogramos)

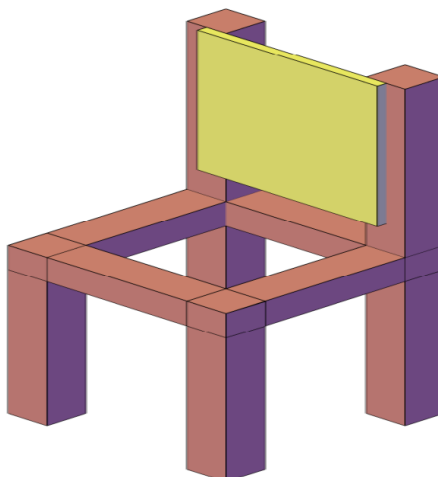


*Figura 27.- Diseño de la base y del panel a instalar*

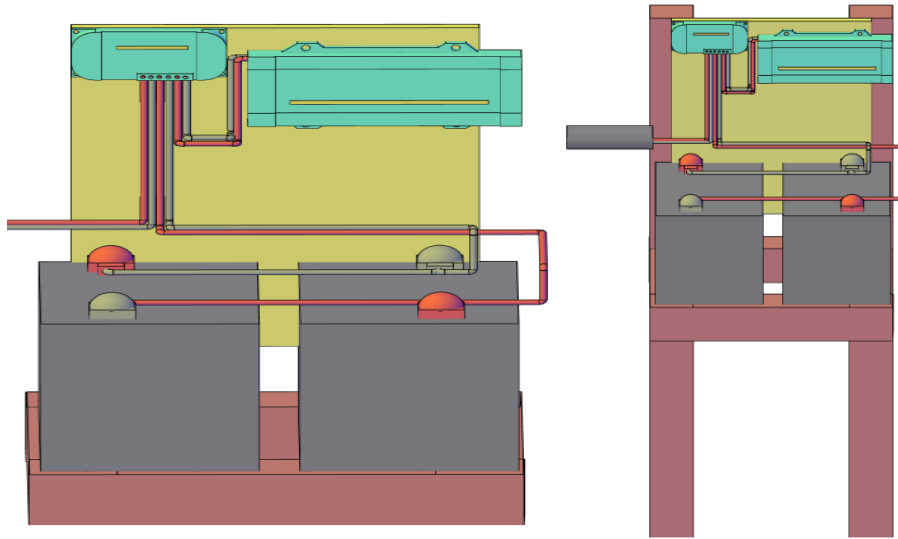
### **9.9 Diseños de bases para el controlador, inversor y baterías**

Se diseñó para los elementos mencionados anteriormente una base tipo silla, donde facilito la conexión de las partes que componen un sistema fotovoltaico; dándole estabilidad y seguridad a los componentes.

El diseño a continuación es similar al que se instaló en el proyecto.



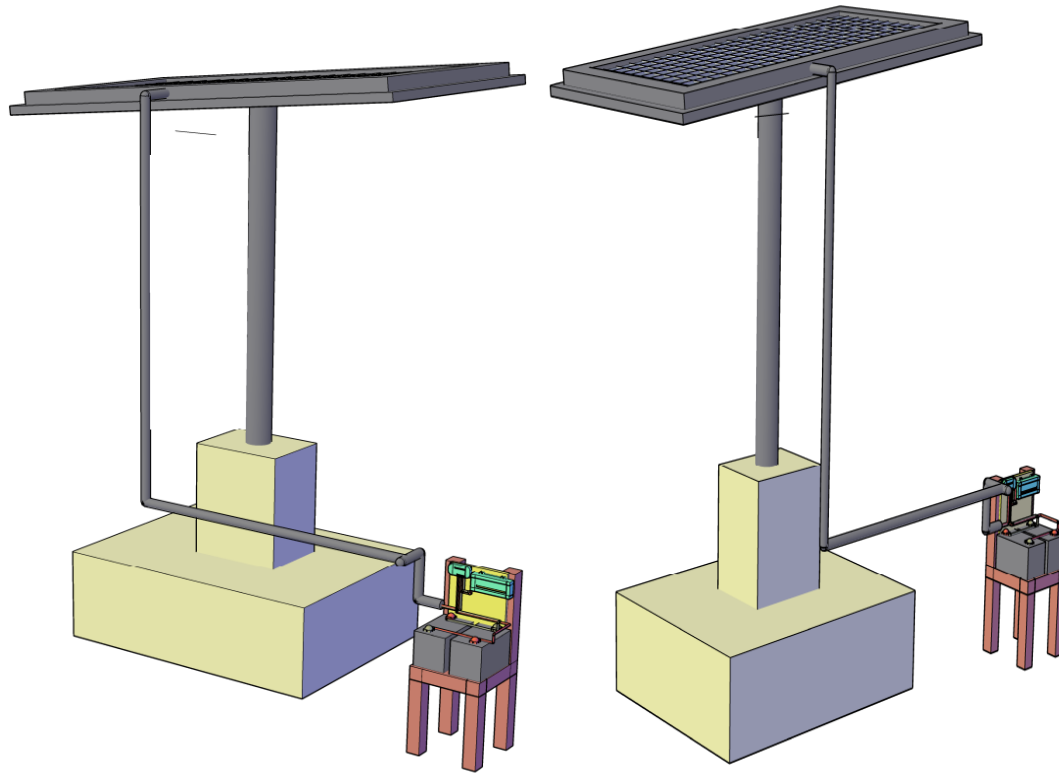
*Figura 28.- Base para el controlador, inversor y baterías*



*Figura 29.- Montaje de los elementos mencionados anteriormente*

### 9.10 Diseños de bases para el sistema fotovoltaico

A continuación, se muestra como quedo mediante un diseño de simulación la instalación del sistema fotovoltaico con todos sus componentes con sus bases respectivas.



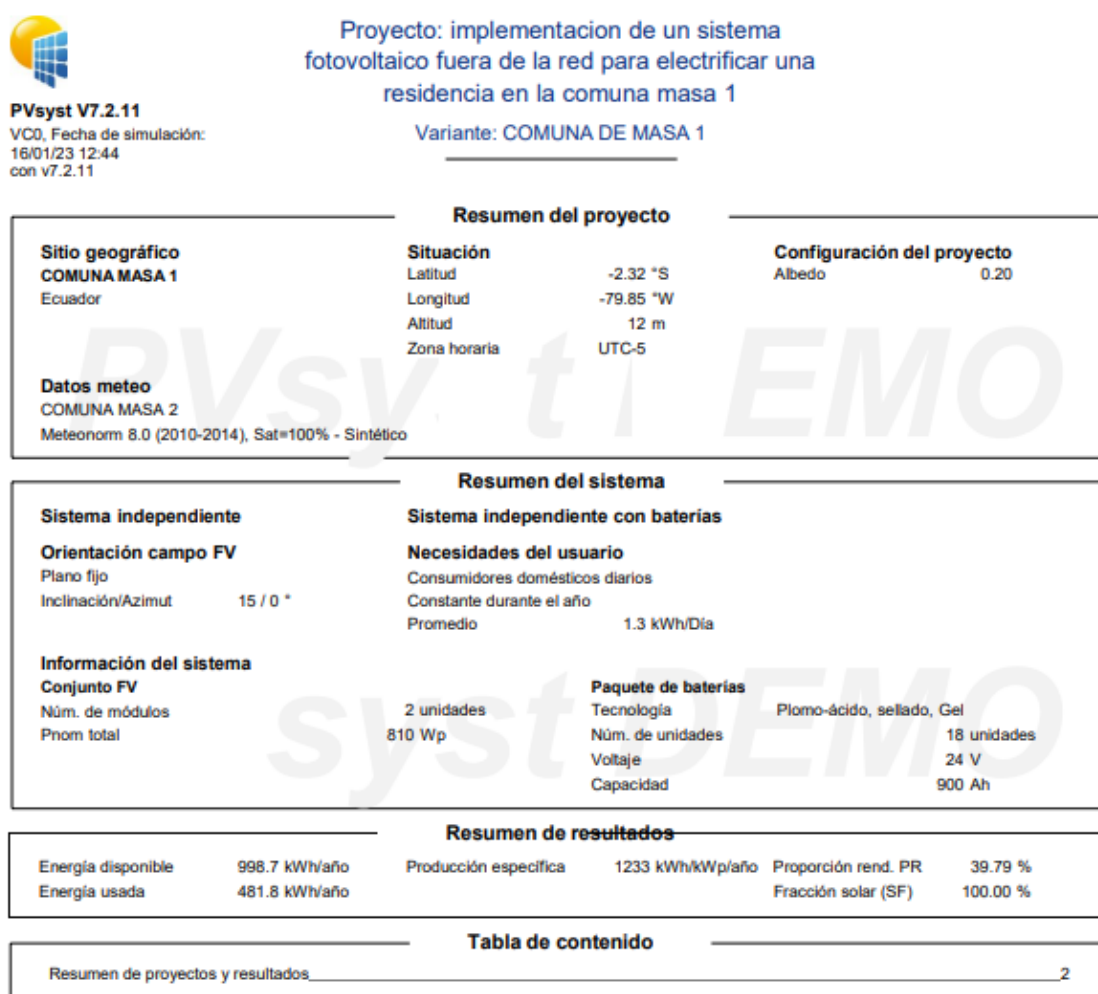
*Figura 30.- Sistema fotovoltaico en sus respectivas bases*

## CAPÍTULO IV

### 10. Simulación en el software PVsyst V7.2.8

Obteniendo como resumen del proyecto la (figura 8), nos detalla de manera específica cual es el promedio de consumo diario de la residencia dando un valor aproximado de 1.3kWh/día (kilovatios hora-día) y teniendo una potencia de 998.7kWh/año (kilovatios hora-año) de energía disponible mientras que solo vamos a utilizar un 48.25% de esa energía que nos da un valor de 481.8kWh/año (kilovatios hora-año).

Ratificando estos valores asumimos que es un proyecto viable y que se prestó todas condiciones para ser auto sostenible.



*Figura 31.- Resumen del sistema*

Realizamos simulaciones en las cuales se generó una información básica del proceso las cuales se llevaron a cabo de manera anuales como de mes a mes de nuestro sistema individual fotovoltaico para la residencia de este proyecto, la cual arroja que Kwh/mes-Año(kilovatios hora-mes/año). Los datos más relevantes el GlobHor (Irradiación global



horizontal) que nos da 1505.0 kWh/Año (kilovatios hora-año), los valores dados son los que están ponderado para la exigencia del hogar dada por la demanda de esta misma. El GlobEff (Efectivo global), las células fotovoltaicas mediante la irradiación alcanzan su nivel de eficiencia en la superficie. El E\_Avail (Energía que es suministrada al hogar del usuario), E\_unsed (Supresión de energía para trabajar con exceso de carga en batería), E\_miss (Falta de energía), E\_User (Energía dada por propietario de vivienda las cuales están como reserva), E\_Load (La cantidad de energía usada por carga del hogar), SolFrac (Fracción solar).



**COMUNA DE MASA 1**  
**Balances y resultados principales**

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	proporción
Enero	133.7	117.8	80.8	15.95	0.000	40.92	40.92	1.000
Febrero	121.9	111.3	76.3	26.67	0.000	36.96	36.96	1.000
Marzo	147.6	140.7	96.4	39.30	0.000	40.92	40.92	1.000
Abril	149.3	150.1	102.3	48.32	0.000	39.60	39.60	1.000
Mayo	143.1	150.4	102.9	48.47	0.000	40.92	40.92	1.000
Junio	116.5	123.5	84.7	32.21	0.000	39.60	39.60	1.000
Julio	121.3	125.6	87.1	28.30	0.000	40.92	40.92	1.000
Agosto	123.1	124.1	86.0	30.48	0.000	40.92	40.92	1.000
Septiembre	125.3	121.5	83.5	32.00	0.000	39.60	39.60	1.000
Octubre	97.4	90.4	61.6	9.74	0.000	40.92	40.92	1.000
Noviembre	93.4	84.3	57.2	7.34	0.000	39.60	39.60	1.000
Diciembre	132.3	115.9	79.8	21.94	0.000	40.92	40.92	1.000
<b>Año</b>	<b>1505.0</b>	<b>1455.5</b>	<b>998.7</b>	<b>340.72</b>	<b>0.000</b>	<b>481.80</b>	<b>481.80</b>	<b>1.000</b>

**Figura 32.- Balances y resultados principales.**

La siguiente tabla (figura 34) nos muestra un promedio de la temperatura ambiente que se da a lo largo del año desde enero-diciembre, también la potencia de irradiación que recibe por m<sup>2</sup> (metros cuadrados) el panel por cada tipo de radiación solar.



PVsyst V7.2.11

**COMUNA DE MASA 1**  
**Meteo y energía incidente**

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	WindVel	GlobInc	DifSInc	Alb_Inc	DifS_GI
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	m/s	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	proporción
Enero	133.7	85.85	26.61	1.3	121.9	61.22	0.455	0.000
Febrero	121.9	74.15	26.45	1.0	114.6	50.05	0.415	0.000
Marzo	147.6	90.95	26.99	1.1	144.3	56.32	0.502	0.000
Abril	149.3	77.85	26.68	1.2	153.3	47.59	0.509	0.000
Mayo	143.1	72.30	26.41	1.5	153.5	45.73	0.487	0.000
Junio	116.5	61.00	24.81	2.1	126.3	42.08	0.397	0.000
Julio	121.3	77.77	24.45	2.4	128.5	52.53	0.413	0.000
Agosto	123.1	79.78	24.12	2.8	127.2	53.13	0.419	0.000
Septiembre	125.3	73.43	24.14	2.9	124.5	48.16	0.427	0.000
Octubre	97.4	71.92	24.50	2.8	93.4	53.75	0.332	0.000
Noviembre	93.4	69.40	24.68	2.7	87.2	52.52	0.318	0.000
Diciembre	132.3	87.57	26.53	2.2	120.0	59.76	0.451	0.000
Año	1505.0	921.97	25.53	2.0	1494.8	622.84	5.124	0.000

*Figura 33.- Meteo y energía incidente.*

### 10.1 Pérdidas en el sistema fotovoltaico.



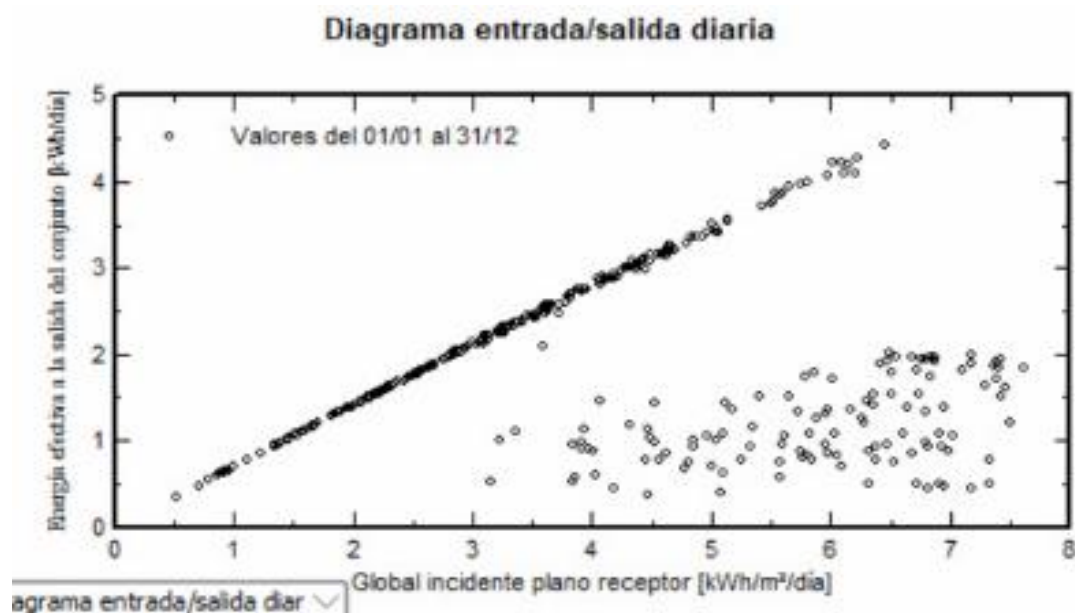
PVsyst V7.2.11

**COMUNA DE MASA 1**  
**Pérdidas en el sistema FV**

	ModQual	MisLoss	OhmLoss	EArrMPP	EArUfix	EUnused	EArray
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Enero	-0.655	1.847	2.293	83.8	83.8	15.95	67.85
Febrero	-0.616	1.737	2.236	78.7	78.7	26.67	52.06
Marzo	-0.774	2.183	2.904	98.9	98.9	39.30	59.58
Abril	-0.820	2.312	3.212	104.6	104.6	48.32	56.25
Mayo	-0.824	2.325	3.186	105.2	105.2	48.47	56.75
Junio	-0.684	1.929	2.556	87.4	87.4	32.21	55.14
Julio	-0.702	1.980	2.528	89.8	89.8	28.30	61.46
Agosto	-0.693	1.956	2.490	88.7	88.7	30.48	58.21
Septiembre	-0.673	1.900	2.507	86.0	86.0	32.00	54.05
Octubre	-0.507	1.431	1.690	65.0	65.0	9.74	55.27
Noviembre	-0.472	1.333	1.566	60.6	60.6	7.34	53.23
Diciembre	-0.646	1.821	2.239	82.7	82.7	21.94	60.73
Año	-8.065	22.753	29.404	1031.3	1031.3	340.72	690.58

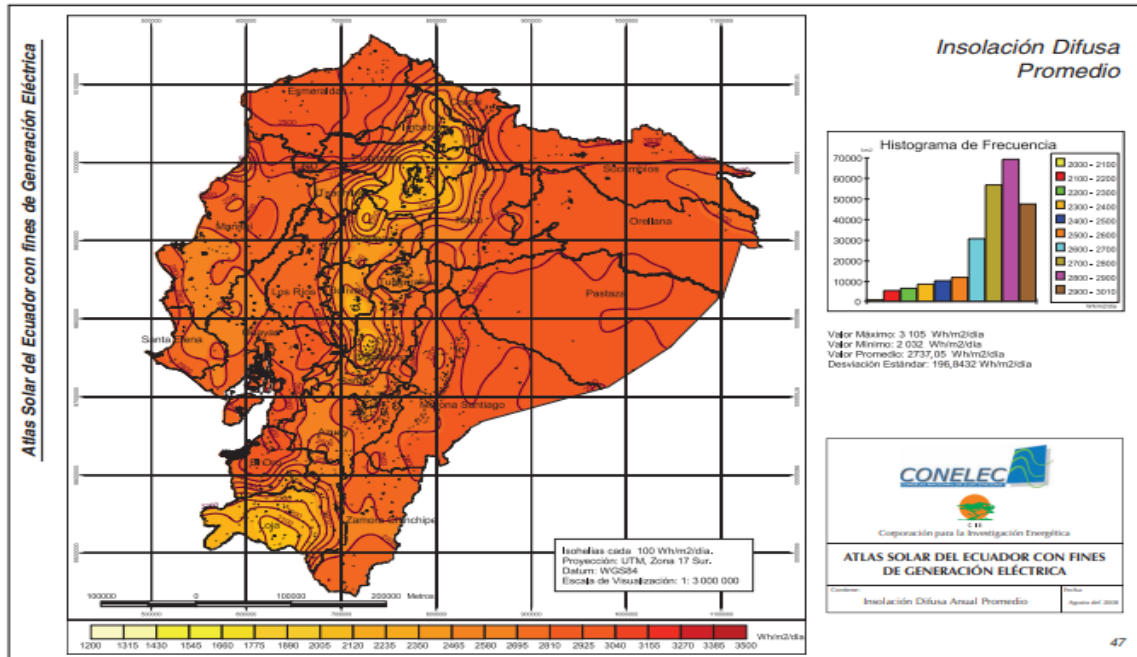
*Figura 34.- Pérdidas en el sistema FV*

A continuación, la gráfica (figura 36) nos muestra la entrada y salida de energía solar diaria en kWh/día (kilovatios hora-día) por todo el año.



***Figura 35.- Diagrama de entrada/salida***

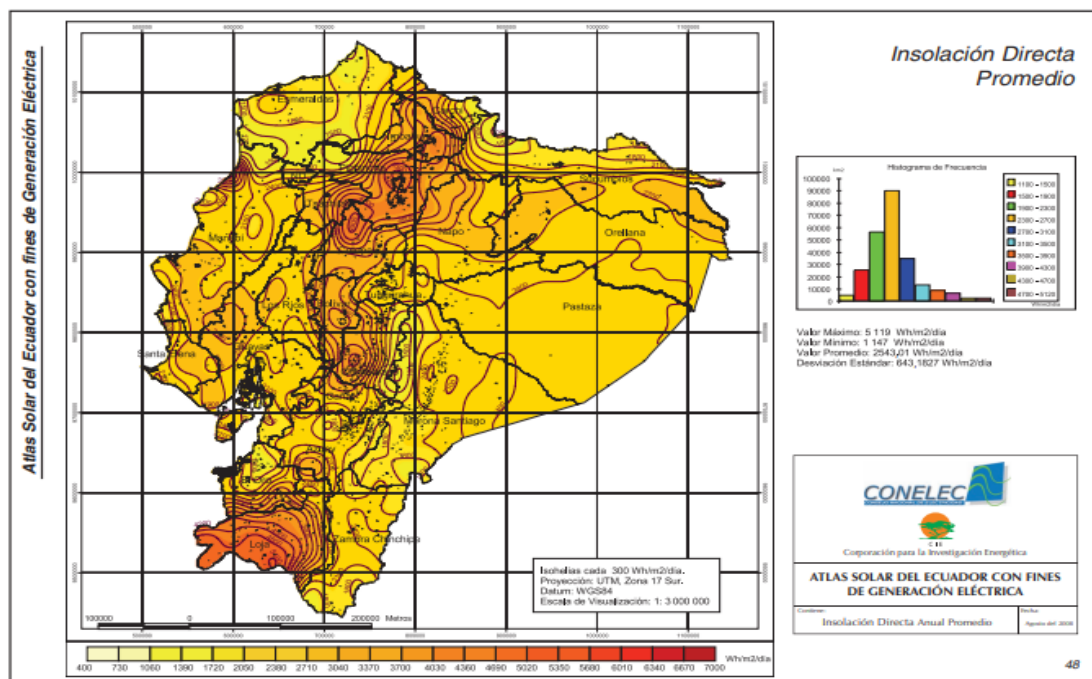
Podemos decir que nuestro país Ecuador por la ubicación perteneciente posee un gran reserva de energía dada por los rayos solares para ser explotado, teniendo un promedio anual de irradiación en una superficie horizontal mayor a  $4\text{kWh/m}^2\text{-día}$  (kilovatios hora/metro cuadrado-día) en todo el territorio ecuatoriano y en algunos lugares sobrepasa los  $5\text{kWh/m}^2\text{-día}$  (kilovatios hora/metro cuadrado-día), posesionándonos en los primeros lugares gracia a sus altos valores a nivel mundial. [19]



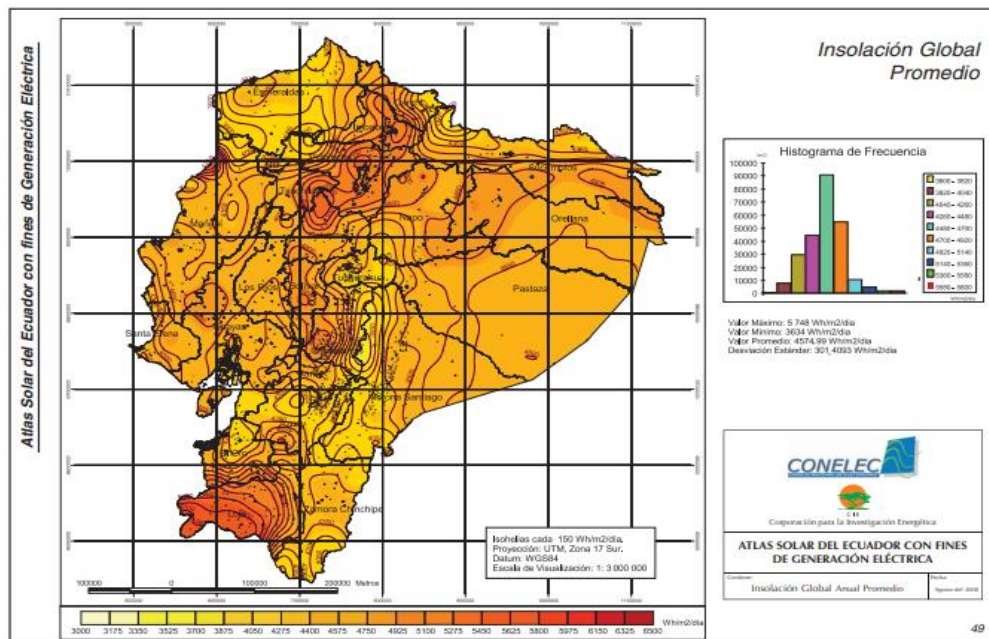
**Figura 36.- Insolación difusa promedio**

Autor: Atlas solar del Ecuador

Autor: Atlas solar del Ecuador



**Figura 37.- Insolación directa promedio**



**Figura 38.- Insolación global promedio**

Autor: Atlas solar del Ecuador

### 10.2 Cálculo para el sistema fotovoltaico

El consumidor doméstico diario (Hora/Día) Wh(vatios hora) en el área de luces, utilizaremos la cantidad de 4 unidades con una potencia de 9W(vatios) que serán usados 5 h/d(hora/día) que multiplicando la cantidad la potencia y el uso por día, da un resultado de 180 Wh/día(vatios-hora/día); y el mismo mecanismo podemos saber cuánta energía es consumida al día en el área de los tomacorrientes, que nos da un resultado de 1100 Wh/día(vatios-hora/día) y sumando los aparatos de consumo tenemos un total de 1.28 KWh/día(kilovatios-hora/día), que viene siendo la energía consumida por día del domicilio.

#### Tabla de consumo

Aparatos de consumo	Cantidad	Potencia (W)	Uso hora/día	Energía (Wh/día)
Focos Led	4	9	5	<b>180</b>
Cargadores móviles	2	110	5	<b>1100</b>

**Total: 1.28kWh/día**

Gracias a esta tabla de consumo podremos saber con exactitud cuántos elementos del sistema fotovoltaico necesita el domicilio. Para ello haremos los siguientes cálculos.

La ubicación del proyecto que es en (la Comuna de Masa I), tiene una primordial reserva de sol, gracias a la radiación que se da día a día en su horizontal superficie sobrepasa los 4.5 KWh/m<sup>2</sup>(kilovatios-hora/metro cuadrado) por los estudios que hemos hecho; El valor de 4.5 KWh/m<sup>2</sup>(kilovatios-hora/metro cuadrado) es sacado gracias a la tecnología y por medio de aplicaciones que estamos utilizando.

Para comenzar a hacer los cálculos para el sistema fotovoltaico que necesita el domicilio debemos sacar el consumo diario de energía.

- $L$  → Medio de energía diario consumo
- $L_{cc}$  → Consumo de energía diario en corriente continua
- $L_{ca}$  → Consumo de energía diario en corriente alterna
- $N_{bat}$  → Rendimiento de la batería
- $N_{inv}$  → Rendimiento del inversor
  - $L = \frac{L_{cc}}{N_{bat}} + \frac{L_{ca}}{N_{bat} * N_{inv}}$  (6)
  - $L = \frac{0}{0.90} + \frac{2220 W}{0.90 * 0.90}$
  - $L = 1580.246914 W/h$

### 10.2.1 Cálculo del panel solar

Para saber con exactitud cuántos paneles necesita el domicilio demos saber la energía y su trabajo máximo, luego su potencia a niveles pico, potencia nominal y por último podemos saber con exactitud el número de paneles que necesita el domicilio.

- $K$  → constante de 1,2
- $E_{cm}$  → Energía de consumo máximo
- $C$  → Consumo
  - $E_{cm} = 1.2 * \text{Energía diaria total}$  (1)
  - $E_{cm} = 1.2 * 1280 Wh/Dia$
  - $E_{cm} = 1580.246914 Wh/Dia$
- $E$  → Energía
- $t$  → Hora total pico
- $P_r$  → Eficiencia del sistema
- $P_n$  → Potencia nominal
  - $E = P_n * t * P_r$  (2)
  - $t = 4.750$

- $P_n = \frac{1580.2469Wh}{4.750*0.2113}$
- $P_n = 1574.4607W$
- $P_p \rightarrow$  Potencia pico
- $k \rightarrow$  Constante (1.2)
  - $P_p = 1.2 * P_n \quad (3)$
  - $P_p = 1.2 * 1574.4607W$
  - $P_p = 1889.352 Wp$
- $P_p \rightarrow$  Potencia pico
- $L \rightarrow$  Medio de energía diario consumo
- $t \rightarrow$  Horas del sol pico
- $P_r \rightarrow$  Eficiencia del sistema
- $N \rightarrow$  Numero de paneles
  - $N = \frac{L}{P_p * t * P_r} \quad (4)$
  - $N = \frac{1580.246914}{1889.352 * 4.750 * 0.2113}$
  - $N = 0.8333337412 \approx 1$

Podemos concluir que para el proyecto el domicilio ubicado en Masa 1 debe ser un panel solar con las siguientes características MD094 - JINKO SOLAR JKM280PP-60, 405 Wp (vatios pico) 24Vdc (voltios-corriente continua) nominal ya que no se limita ni se excede al recibir la energía de la radiación solar.

### 10.2.2 Cálculo del inversor

Por medio del siguiente calculo, que inversor necesita el sistema fotovoltaico que tendremos por su consumo total por día.

- $P_p \rightarrow$  Potencia pico
- $P_t \rightarrow$  Potencia total del domicilio
  - $P_p = 1.2(P_t) \quad (5)$
  - $P_p = 1.2(144)$
  - $P_p = 172.8 W; Un inversor de 400Wp$

Por lo cual podemos decir que para el sistema fotovoltaico que necesita es IN075 - Victron Energy Phoenix Inverter 24/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R PIN242510500, aun que se puede notar que una de las características del inversor es de 400Wp(vatios pico)que nos parece bien ya que los demás inversores exceden un límite de 700Wp(vatios pico) en

adelante por lo cual optamos con un inversor con las características ya dichas y no se podrá dañar el sistema cuando este recibiendo toda esa energía para el consumo del domicilio.

### 10.2.3 Cálculo de la batería

Por medio del siguiente cálculo podemos saber cuántas baterías necesita el sistema fotovoltaico y cuantas van en paralelo y en serie.

- $C_{sb}$  → Capacidad del sistema de baterías
- $E_{cm}$  → Energía de consumo máximo del domicilio
- $D_{aut}$  → Días de autonomía
- $V_{sb}$  → Voltaje del sistema de baterías
- $M_{pd}$  → Máximo fondo de descarga

$$\circ C_{sb} = \frac{E_{cm} * D_{aut}}{V_{sb} * M_{pd}} \quad (7)$$

$$\circ C_{sb} = \frac{1280W * 1 \text{ dia}}{24 * 90\% * 1}$$

$$\circ C_{sb} = 59.25925926$$

- $N_s$  → Baterías en serie
- $V_b$  → Voltaje de batería
- $V_{sb}$  → Voltaje de batería en serie

$$\circ N_s = \frac{V_{sb}}{V_b} \quad (8)$$

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

$$\circ N_s = 1$$

- $C_{sb}$  → Capacidad del sistema de baterías
- $N_p$  → Batería en paralelo
- $C_b$  → Capacidad de batería

$$\circ N_p \rightarrow = \frac{C_{sb}}{C_b} \quad (9)$$

$$\circ N_p = \frac{59.25925926 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}}$$

$$\circ N_p = 0.5925925926 \approx 1$$

Por lo cual necesita dos baterías de 12V y su conexión será en paralelo.



### 10.3 Cronograma de actividades

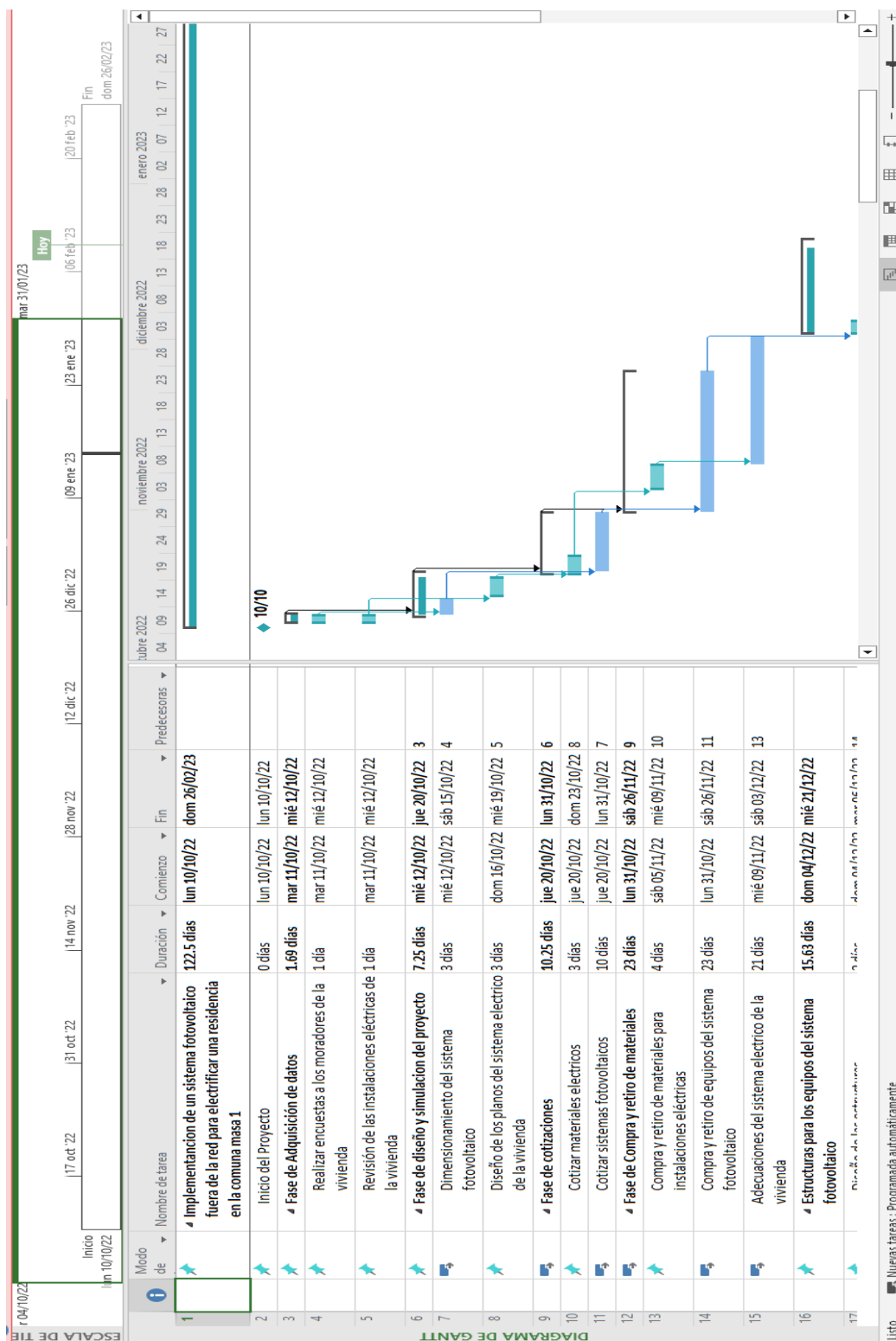
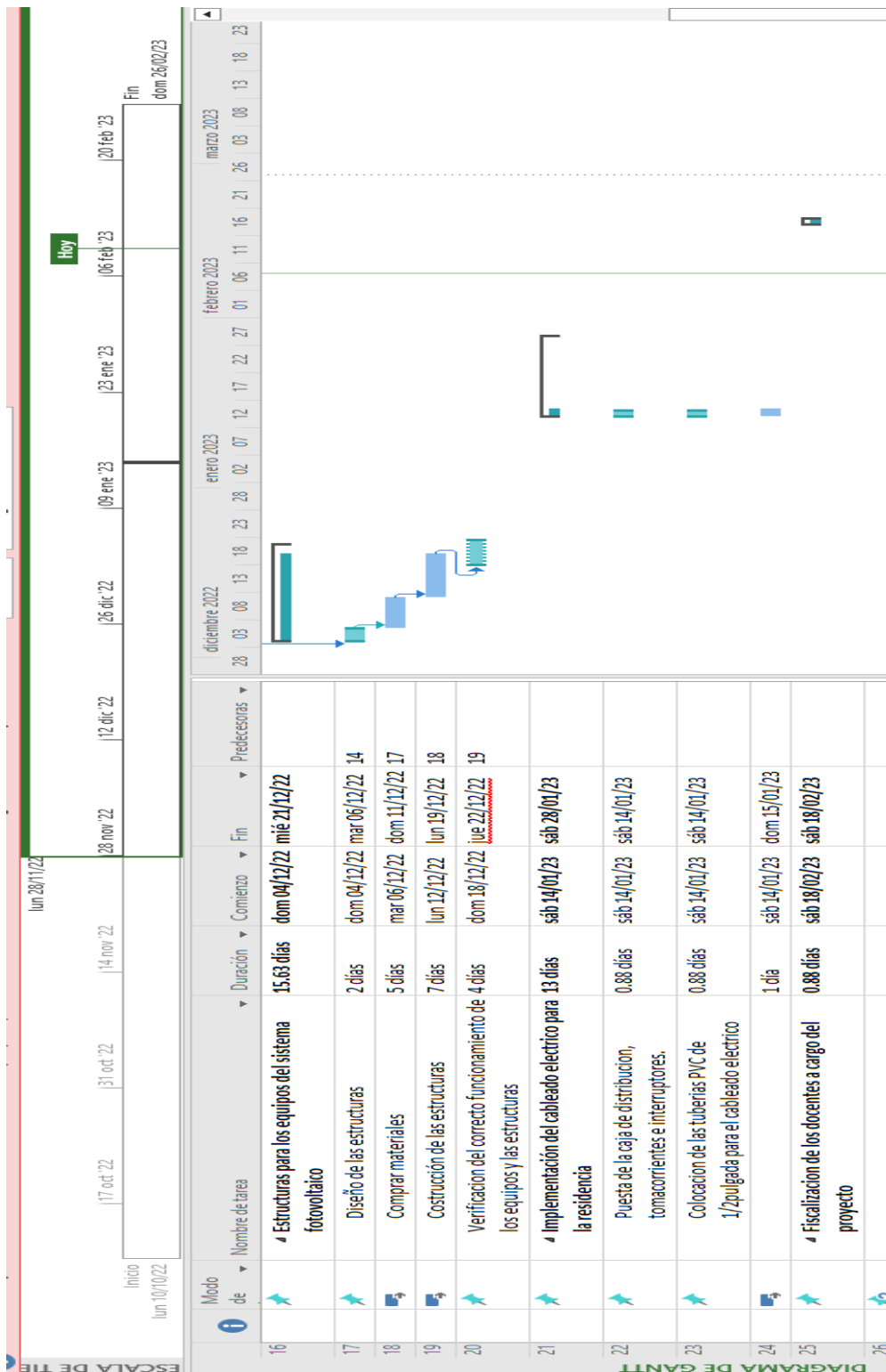


Figura 39.- Cronograma de actividades en el programa PROJECT.

Fuente: Autores



Fuente: Autores

Figura 40.- Cronograma de actividades en el programa PROJECT.

## 10.4 Presupuesto

No.	Presupuesto	Materiales Utilizados
1	\$ 187,64	Panel solar
2	\$ 150,19	Regulador
3	\$ 233,82	Baterias
4	\$ 205,79	Inversor
5	\$ 522,00	Otros Equipos
6	\$ 7,70	Focos LED
7	\$ 0,62	TC-Dormitorio 1
8	\$ 0,62	TC-Dormitorio 2
9	\$ 0,62	TC-Sala
10	\$ 0,62	TC-Cocina
11	\$ 47,00	Cable para los TC-#12
12	\$ 32,50	Cable para los Alumbrado-#14
13	\$ 7,50	Cinta Aislante
14	\$ 4,00	Tubos para TC-1/2 Plug
15	\$ 4,00	Tubos para Alumbrado 3/4 Plug
16	\$ 8,00	Cajas rectangulares
17	\$ 8,00	Cajas Octogonales
18	\$ 22,00	Boquillas para focos
19	\$ 15,50	Interruptores Simples
20	\$ 3,60	Comutador de 3 vias
21	\$ 6,00	Tornillos
22	\$ 2,10	Codo PBC
23	\$ 3,00	Multimetro
24	\$ 0,70	Barilla bañada de cobre
25	\$ 0,70	Grillete
26	\$ 16,00	Caja de brakers de bincha
27	\$ 7,50	Breakers luminacion
28	\$ 7,50	Breakers TC
29	\$ 10,00	Acople para tubo para caja PBC
30	\$ 0,70	Alambre
31	\$ 6,00	Binchas para el tubo PBC
32	\$ 14,00	Poste para el panel solar
33	\$ 14,00	Mueble para los inverores y baterias
34	\$ 3,00	Barillas
35	\$ 3,00	Arena
36	\$ 6,00	Cemento
37	\$ 7,00	Piedra Chispa
38	\$ 5,00	Peirdra grande
<b>Total</b>	<b>772,48</b>	

Figura 41.- Tabla de Excel del presupuesto de los materiales del proyecto.

Fuente: Autores

## CONCLUSIONES

En este proyecto de titulación se concluyó en que es imprescindible la implementación de energías renovables como son los paneles solares, ya que es una buena opción al no contar con el servicio eléctrico convencional, el sistema fotovoltaico puede cubrir la potencia básica requerida para una familia conformada por 7 personas.

Se implementó un sistema fotovoltaico independiente en cada familia de la comuna para que los gastos operativos que conlleva el uso de generadores se reduzcan considerablemente y todos los usuarios de esta comunidad puedan acceder a energía renovable y tener ventajas tanto económicas como ecológicas; la posición de los paneles solares a su forma de estar ubicados en la dirección e inclinación correcta es aprovechado de tal manera que su funcionamiento es eficiente.

Al analizar la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas fotovoltaicos se concluyó que los resultados son favorables para la comunidad al tener sistemas aislados ya que los cálculos y dimensionamientos nos dan resultados positivos, las posibilidades de implementarlo es una idea eficaz para compensar la falta de servicios eléctricos.

Y por último gracias a la instalación de este sistema fotovoltaico, podrán contar con una energía limpia, eficiente y sobre todo es una energía ilimitada que no causara más daño de índole ambiental a su comunidad y ayudara para que realicen las tareas del hogar en horas donde la luz artificial es necesaria.

## RECOMENDACIONES

- ✓ No conectar al sistema fotovoltaico elementos común nivel grande de potencia que no fueron ubicados en el diseño eléctrico que se implementó para así evitar un funcionamiento erróneo y más adelante sufran daños los equipos.
- ✓ La instalación fue dimensionada para no ser cambiada o modificada ya que tiene un principio de funcionamiento establecido y específico para una correcta manipulación.
- ✓ No utilizar focos incandescentes en caso de una avería en las luces led instaladas, reemplazar por una similar.
- ✓ Recordar que el sistema es limitado, por lo tanto, no mantengan los equipos en funcionamiento si no es necesario.
- ✓ Mantener el área de impacto solar siempre libre para que se mantenga la capacidad de producción en nuestra instalación eléctrica.
- ✓ Realizar los mantenimientos preventivos cada cierto tiempo, alargara la vida útil de los equipos instalados.

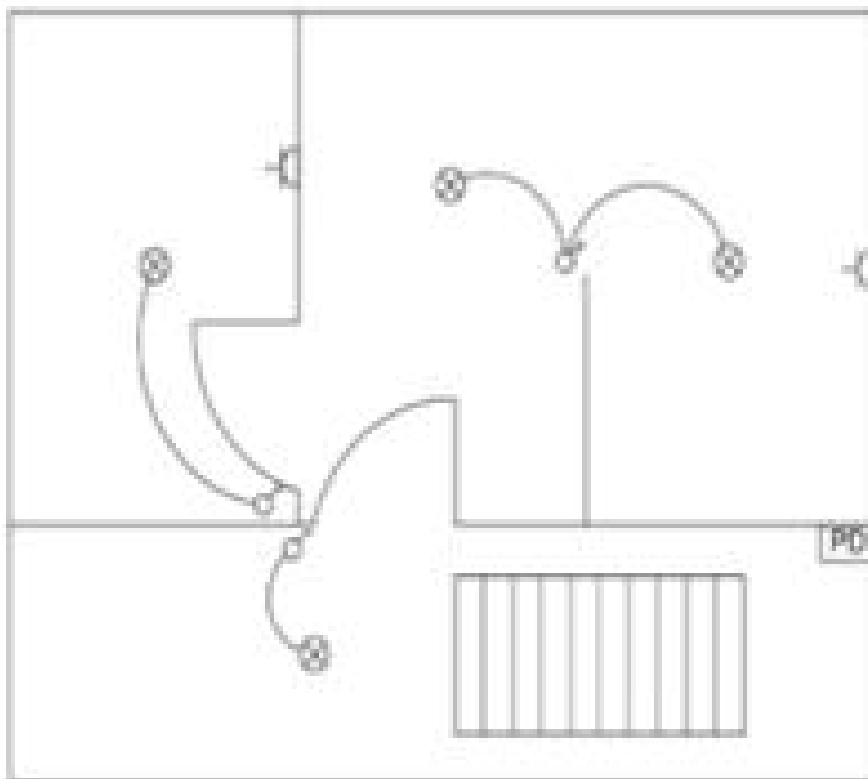
## BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. F. Borbor Merchan, *Sistema Fotovoltaico Para Casas Individuales En La Comunidad Masa 2 – Golfo De Guayaquil*. 2021.
- [2] Mendoza Bravo Katherine Priscila and Carrión Baque Luis Alfonso, *Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 -Golfo de Guayaquil*. 2021.
- [3] G. L. Guerrero Santana and K. D. Catagua Mera, “Sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para la Comuna Masa 2, Golfo de Guayaquil,” *Univ. Politec. Sales.*, vol. 1, pp. 0–106, 2121, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19744>.
- [4] E. Villegas and L. Alcivar, “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para La Escuela De Educación Básica Simón Bolívar En La Comunidad Masa 2, Golfo De Guayaquil,” 2020, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19525>.
- [5] D. Lozano-luna, “Revista del Diseño Innovativo Eficiencia en paneles solares Efficiency in solar panels,” *Marzo*, vol. 2, no. 2, pp. 9–21, 2018, [Online]. Available: [www.ecorfan.org/taiwan](http://www.ecorfan.org/taiwan).
- [6] Solis Moran William Manuel and Perlaza Castillo Jair Anthony, *Diseño Y Análisis Del Funcionamiento De Un Sistema De Energía Renovable Para Usuarios Residenciales De La Comunidad Masa 2*. 2022.
- [7] A. L. Hidalgo, “Diseño de un Sistema de Energía Fotovoltaica para la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK,” 2015.
- [8] G. Vicente Salgado Andrade, W. Ruiz Buchelli, and Universidad de Posgrados, “Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas,” *Rev. EIA, ISSN 1794-1237*, vol. Volumen 17, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10070>.
- [9] W. G. J. LOACHAMIN, “Análisis Y Modelamiento Del Impacto De La Radiación Difusa En La Generación Eléctrica Usando Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos,” pp. 1–134, 2014.

- [10] R. Hernández Gallegos, “Análisis de Factibilidad para la Instalación de un Sistema de Energía Limpia Mediante Celdas Fotovoltaicas para la Alimentación Eléctrica del Edificio 4 en el ITSLV,” *Ciateq*, p. 85, 2017, [Online]. Available: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/97/1/HernandezGallegosRodolfoMMANAV2017.pdf>.
- [11] M. V. Chamorro, O. C. Silvera, G. V. Ochoa, E. V. Ortiz, and A. O. Castro, “Cálculo de las radiaciones total, directa y difusa a través de la transmisibilidad atmosférica en los departamentos del Cesar, La Guajira y Magdalena (Colombia),” *Espacios*, vol. 38, no. 7, 2017.
- [12] G. Arencibia Carballo, “La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica Por Gustavo Arencibia-Carballo,” *Redvet*, vol. 17, no. 6, p. 2, 2016.
- [13] O. Perpiñan Lamigueiro, “E S Fotovoltaica,” p. 194, 2012, [Online]. Available: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>.
- [14] T. Días and G. Carmona, “Componentes de una instalación solar fotovoltaica 1,” p. 22, 2020, [Online]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>.
- [15] C. Paul, “Regulador de panel solar - batería - carga con microcontrolador PIC,” pp. 1–114, 2003, [Online]. Available: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1383/IME\\_076.pdf?se](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1383/IME_076.pdf?se).
- [16] P. Lopez, “Diseño De Una Instalación Solar Fotovoltaica Para El Suministro De Energía Eléctrica De Una Vivienda Aislada,” *Univ. Rovira I Virgili*, no. 2002, p. 140, 2015, [Online]. Available: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/2317pub.pdf>.
- [17] A. Q. Novoa, “Tema 11 - Inversores,” *Introd. a la Electrónica Potencia*, pp. 1–24, 2007, [Online]. Available: [http://www.uv.es/~emaset/iep00/temas/IEP11\\_0607.pdf](http://www.uv.es/~emaset/iep00/temas/IEP11_0607.pdf).
- [18] MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, “Norma Ecuatoriana de la Construcción: Instalaciones Eléctricas,” *Opt.Med S.a.*, p. 25, 2018, [Online]. Available: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>.

## ANEXOS

Plano eléctrico de vivienda.



SIMBOLOGIA	
●	FOCOS
⊕	TOMACORRIENTES
PC	PANEL DISTRIBUCION
⊕	INTERRUPTOR
⊕	INTERRUPTOR DOBLE



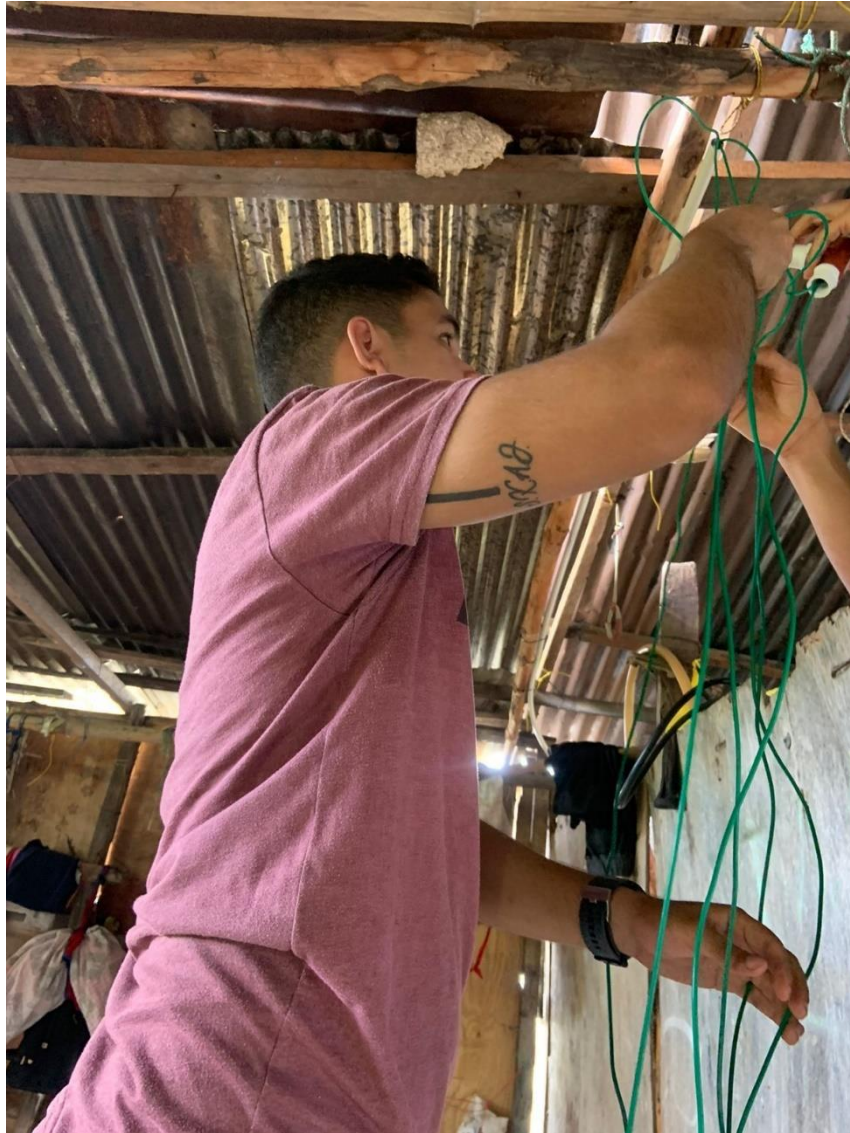
Se realizó las conexiones eléctricas en este caso de las luminarias.



Se procede a medir el tubo para el cableado eléctrico y a cortar a medida para la luminaria.



En esta foto se procedió a pasar el cableado por los tubos de PVC para su próxima instalación en los interruptores.



En esta foto se está procediendo a la instalación de los interruptores para conectar el cableado posteriormente.



En esta foto se procedió ya al paso del cableado.



En esta foto se terminó la instalación de los interruptores.



En esta foto ya se realizó el proceso de instalación de interruptores y pase de cableado por los tubos de PVC.



En esta foto se realizó la instalación de la caja de breaker que tiene 2 acometidas, 1 para tomas y 1 para luminarias.





En esta foto ya se terminó el proceso de instalación y la caja de breaker.



En esta foto se realizó el encofrado para poder instalar la base.



En esta foto esta la estructura de la base y posteriormente el encofrado



En esta foto ya se realizó el proceso de en cementación de la base para la instalación del panel solar.

