



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA
RESIDENCIA DE BAJOS RECURSOS UBICADA EN LA COMUNIDAD MASA
1 DEL GOLFO DE GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: KLEBER ALEXANDER CHICO RAMÍREZ

TUTOR: ING. GARY OMAR AMPUÑO AVILÉS. MSC

Guayaquil – Ecuador

2023

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Kleber Alexander Chico Ramírez con documento de identificación 0704972587, manifiesto que:

Soy 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, 22 de febrero del 2023

Atentamente,



Kleber Alexander Chico Ramírez

0704972587

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

Yo, Kleber Alexander Chico Ramírez con documento de identificación 0704972587, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del Trabajo de titulación: “Diseño E Implementación De Un Sistema Fotovoltaico En Una Residencia De Bajos Recursos Ubicada En La Comunidad Masa 1 Del Golfo De Guayaquil”, 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, 22 de febrero del 2023

Atentamente,



Kleber Alexander Chico Ramírez

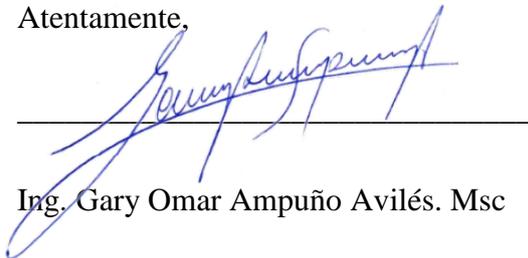
0704972587

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Gary Omar Ampuño Avilés. Msc con documento de identificación 0922639752, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA RESIDENCIA DE BAJOS RECURSOS UBICADA EN LA COMUNIDAD MASA 1 DEL GOLFO DE GUAYAQUIL” realizado por Kleber Alexander Chico Ramírez con documento de identificación 0704972587, 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, 22 de febrero del año 2023

Atentamente,



Ing. Gary Omar Ampuño Avilés. Msc

0922639752

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores que me han ayudado a lograr cumplir mis metas.

Kleber Alexander Chico Ramírez

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por estar conmigo y ayudarme a llegar hasta este punto, a mi familia por darme el apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y a mis maestros que me ayudaron gracias a sus enseñanzas a formarme como profesional y lograr mis metas.

Kleber Alexander Chico Ramírez

RESUMEN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA RESIDENCIA DE BAJOS RECURSOS UBICADA EN LA COMUNIDAD MASA 1 DEL GOLFO DE GUAYAQUIL”

En el sector de la comunidad de Masa 1 aprovechando por ubicación geográfica los rayos del sol que pegan perpendicular e influyendo directamente con la radiación solar recibida esto nos da como una fuente de energía con ayuda de un sistema fotovoltaico que aprovecharía de esta fuente de luz solar para bastecer el consumo básico de las viviendas.

Determinando la demanda total necesaria a través de un estudio realizado a cada vivienda tomando en cuenta cada aparato usado que consuma energía en la vivienda para posteriormente proceder con el diseño del sistema fotovoltaico que abastezca la demanda necesaria.

Se construyo un sistema fotovoltaico compuesto por dos paneles de 400 W, un regulador, un controlador, un inversor de 1 KVA y una batería de gel de 12v. El sistema fue sometido a pruebas de radiación solar natural en una jornada de un mes calculado y comparando con los datos obtenidos de las pruebas de simulación en el programa PVsyst.

Con los resultados obtenidos de la comparativa vemos que el sistema fotovoltaico es óptimo y abastece las necesidades de la vivienda dando el resultado esperado energizando la vivienda con energía solar.

Palabras claves:

Sistema Fotovoltaico, Radiación solar, Luz Solar

ABSTRACT

“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN A LOW-INCOME RESIDENCE LOCATED IN THE MASA 1 COMMUNITY OF THE GULF OF GUAYAQUIL”

In the sector of the community of Masa 1, taking advantage of the geographical location of the sun's rays that hit perpendicular and directly influencing the solar radiation received, this gives us as a source of energy with the help of a photovoltaic system that would take advantage of this source of sunlight to supply the basic consumption of homes.

Determining the total necessary demand through a study carried out on each home, taking into account each device used that consumes energy in the home to subsequently proceed with the design of the photovoltaic system that supplies the necessary demand.

A photovoltaic system consisting of two 400 W panels, a regulator, a controller, a 1 KVA inverter and a 12v gel battery is built. The system was subjected to natural solar radiation tests in a day of one month calculated and compared with the data obtained from the simulation tests in the PVsyst program.

With the results obtained from the comparison we see that the photovoltaic system is excellent and supplies the needs of the house, giving the expected result by energizing the house with solar energy.

Keywords:

Photovoltaic system, Solar radiation, Sunlight

ÍNDICE

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	2
1.2. DELIMITACIÓN	2
1.3. PROBLEMÁTICA	3
1.4. BENEFICIARIOS	3
1.5. OBJETIVOS	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.1.1. ANTECEDENTES REFERENCIALES	5

2.1.2.	ANTECEDENTES HISTORICOS	5
2.2.	GENERALIDADES	6
2.2.1.	ENERGÍA SOLAR	6
2.2.2.	RADIACIÓN SOLAR	6
2.2.3.	GENERADOR FOTOVOLTAICO	7
2.3.	SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO	8
2.3.1.	CÉLULA SOLAR	9
2.3.2.	MODULO FOTOVOLTAICO	9
2.3.3.	REGULADOR DE CARGA	10
2.3.4.	INVERSOR	12
2.3.5.	BATERÍA	13
CAPITULO III		15
3.	METODOLOGÍA	15
3.1.	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA QUE SE SIGUIÓ	15
3.2.	DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO	15
3.2.1.	PROGRAMA PV SYST	16
3.2.2.	SIMULACIÓN	16
3.3.	DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO EN AUTOCAD	27
3.3.1.	DISEÑO DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO EN AUTOCAD	28
3.3.2.	DISEÑO DEL DIAGRAMA UNIFILAR	29
3.3.3.	DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE VIVIENDA EN AUTOCAD	30
3.3.4.	CALCULO DE CABLE Y BREAKER A USAR EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA	31
3.3.4.1.	CALCULO DE CALIBRE DE CABLE	32
3.3.4.2.	CÁLCULO DE BREAKER	33

3.3.5. DISEÑO DE TUBERÍAS ELÉCTRICAS DE VIVIENDA EN AUTOCAD.....	33
3.4. DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE MÓDULOS SOLARES, BATERÍAS, INVERSOR, Y REGULADOR DE CARGA.....	36
3.5. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE BASE PARA BATERÍAS, INVERSOR Y REGULADOR DE CARGA.	37
CAPITULO IV	40
4. RESULTADOS	40
4.1. RESUMEN DE RESULTADOS FINALES DE SIMULACIÓN EN PVSYST.	40
4.2. NECESIDADES DETALLADAS DEL USUARIO	41
4.3. CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	41
4.4. RESULTADOS PRINCIPALES	42
4.5. PRODUCCIONES NORMALIZADAS (KILOVATIO PICO).....	43
4.6. RELACIÓN DE RENDIMIENTO	44
4.7. BALANCE GENERAL Y RESULTADOS CLAVE.....	45
4.8. REPRESENTACIÓN DE PERDIDAS	45
4.9. GRÁFICOS PREDEFINIDOS	46
CAPÍTULO 5.....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES.....	48
ANEXOS	49
Fotografías de la implementación de la instalación residencial.	49
Fotografías de implementación base de paneles solares y sus componentes.	56
Fotografías del viaje realizado a Masa 1.	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sondeo de instalación Paneles Solare.....	32
Tabla 2: Consumo energético	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Ubicación Geográfica de la comunidad Masa 1	2
Ilustración 2: Persona beneficiada	4
Ilustración 3:Sistema de conexión a red	7
Ilustración 4:Esquema de un generador fotovoltaico aislado	8
Ilustración 5:Celda solar	9
Ilustración 6:Panel solar policristalino	10
Ilustración 7:Regulador de carga	11
Ilustración 8: Funciones de los reguladores de cargas.....	11
Ilustración 9.Diferencia entre reguladores de cargas.....	12
Ilustración 10:Diferentes tipos de inversores	12
Ilustración 11:Diagrama de celda de batería	13
Ilustración 12:Diferentes tipos de Baterías.....	14
Ilustración 13:Portal del Software PVSYST	16
Ilustración 14:Inicio de programa.....	17
Ilustración 15:Nombre y datos referente al proyecto a realizarse.	17
Ilustración 16:Mapa interactivo programa PVsyst.	18
Ilustración 17:Meteo mensual de la ubicación.	18
Ilustración 18: Panel para modificar los parámetros principales, opcional, simulación.	19
Ilustración 19:Panel de variante Orientación.....	20
Ilustración 20:Panel de consumos domésticos diarios para el año.	21
Ilustración 21:Panel de distribución de hora de los aparatos eléctricos.	22
Ilustración 22:Panel del sistema independiente.....	23

Ilustración 23:Panel del sistema independiente, almacenamiento.....	24
Ilustración 24:Panel del sistema independiente, seleccionar el módulo FV.....	24
Ilustración 25:Panel del sistema independiente, seleccionar el modo de control y controlador.....	25
Ilustración 26:Capacidad del generador fotovoltaico diseñado en PVSyst.	26
Ilustración 27:Diseño típico de un sistema autónomo PVSYST.....	26
Ilustración 28:Balances y resultados principales PVSYST.....	27
Fig.27 Ilustración 29:Diagrama unifilar fotovoltaico en AUTOCAD.....	28
Ilustración 30:Medidas del módulo fotovoltaico Anji Dasol Solar.....	29
Ilustración 31:Diagrama unifilar en AUTOCAD.....	30
Ilustración 32:Diagrama de instalaciones eléctricas en AUTOCAD.....	31
Ilustración 33:Diagrama de tuberías eléctricas de tomacorrientes AUTOCAD.....	34
Ilustración 34:Diagrama de tuberías eléctricas de iluminación AUTOCAD.....	35
Ilustración 35:Simbología usada para el diseño de las instalaciones.....	35
Ilustración 36:Diseño de la estructura para el soporte de paneles solares.....	36
Ilustración 37:Diseño de base para paneles solares.....	37
Ilustración 38:Estructura base para la ubicación de Baterías, inversor y regulador.....	38
Ilustración 39:Estructura base vista superior.....	38
Ilustración 40:Estructura base vista frontal.....	39
Ilustración 41:Resultados principales del diseño del módulo fotovoltaico.....	40
Ilustración 42:Resumen del sistema.....	40
Ilustración 43:Necesidades detalladas del usuario.....	41
Ilustración 44:Características del generador FV.....	42
Ilustración 45:Resultados principales del diseño del módulo fotovoltaico.....	43
Ilustración 46:Producciones normales.....	44
Ilustración 47:Proporción de rendimiento.....	44
Ilustración 48:Balances y resultados principales.....	45
Ilustración 49:Leyendas.....	45
Ilustración 50:Perdidas del sistema fotovoltaico.....	46
Ilustración 51:Gráficos predefinidos.....	47
Ilustración 52:Instalación de iluminación.....	49
Ilustración 53:Instalación de caja de paso.....	50
Ilustración 54:Instalación de tomacorrientes.....	50

Ilustración 55:Instalación de caja de breaker.....	51
Ilustración 56:Puntos de luz.....	52
Ilustración 57:Puntos de interruptores	53
Ilustración 58:Instalación de tuberías para cableado	54
Ilustración 59:Finalización del proyecto	55
Ilustración 60:Construcción de base para panel solar.....	56
Ilustración 61:Material para construcción de bases de panel solar.....	57
Ilustración 62:Resultado de implementación de base de panel solar	58
Ilustración 63:Construcción de base para inversor, regulador y baterías	59
Ilustración 64:Resultado final de base	60
Ilustración 65:Viaje en bote a Masa 1	61
Ilustración 66:Viaje a Masa 1	62
Ilustración 67:Equipo de Proyecto Masa 1	63
Ilustración 68:Vivienda beneficiada	63
Ilustración 69: Carta de compromiso de proyecto.....	64

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La electricidad es el estilo más usado por el hombre desde mucho tiempo atrás, gracias a esta se puede hacer funcionar lámparas a luz, maquinarias eléctricas, electrodomésticos domésticos que mejoran la calidad de vida del ser humano, las herramientas, computadoras para el estudio, etc. La energía no se puede inventar ni destruir, está en la naturaleza y se puede convertir para sacar un mejor uso.

El ser humano con el tiempo ha logrado evolucionar su comodidad conforme descubría utilidades a la energía, pero lo mejor de todo ha sido su gran desarrollo al transformar las distintas clases de energías primarias en energía eléctrica[1]. La energía eléctrica como una de la manera más variable perfecta para cada exigencia humana. El uso es considerado una necesidad fundamental que difícilmente en una sociedad tecnológica avanzada sea excluida y no hiciese uso de ella. [2]

El hombre ha sido testigo desde tiempos antiguos del potencial de la energía solar y sus beneficios, y su uso se ha realizado de diferentes formas. El uso en concentrar el poder del sol en mecanismos por medio de espejos este ejemplo se aplica para producir fuego este método se lo ha visto desde tiempos remotos antes de Cristo. Otro ejemplo menos evidente es el uso en la construcción y edificios para aprovechar los rayos del sol.[3]

Un factor primordial en la generación fotovoltaica es la radiación, ya que la radiación producida directamente del sol es la que produce la energía eléctrica y es recibida por la celda solar, la radiación depende de varios factores como las nubes, temporada del año, la perpendicularidad al sol y la zona geográfica[4].

Al comparar los recursos fósiles con la energía, la radiación una fuente de la cual proviene la energía, es comparada con el carbón y la gasolina, la diferencia que a través del sol se obtiene la radiación, ya que no hay obligación alguna de transformarla.[4].

Este proyecto implica el diseñar e implementar un sistema fotovoltaico que servirá para suministrar energía eléctrica a viviendas donde no son abastecidos de electricidad por empresa eléctrica, actualmente se abastecen por generadores esto es poco favorable por el consumo de combustible y la dificultad de conseguirlo esto lleva que puedan contar con energía eléctrica solo por 7 a 8 horas.

1.1. JUSTIFICACIÓN

El propósito del proyecto es el diseño e implementar un sistema fotovoltaico que produzca energía eléctrica para satisfacer las necesidades eléctricas básicas de la residencia que se localiza en la comunidad de Masa 1, una energía eléctrica más económica y factible al momento de su instalación.

El sector por ubicación geográfica los rayos del sol caen perpendicular e influyendo directamente con la radiación solar recibida esto se lo consideraría una ventaja en el sistema fotovoltaico a diseñar en comparación a otros medios de generar energía.

Este proyecto servirá como ayuda a esta comunidad y al medio ambiente al eliminar el uso de generadores y ayudará a mejorar el alumbrado de la vivienda y su calidad de vida.

1.2. DELIMITACIÓN

El lugar de la implementación del sistema fotovoltaico fue en la comunidad de Masa 1 del golfo del Guayaquil a una hora de viaje en bote.

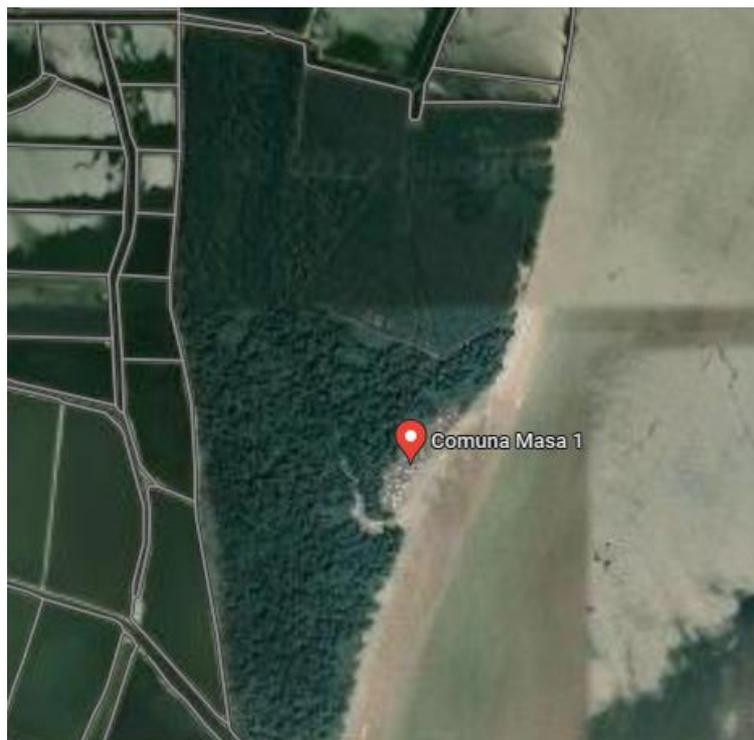


Ilustración 1: Ubicación Geográfica de la comunidad Masa 1

Se diseño un sistema fotovoltaico tomando en cuenta la demanda básica de energía. Se selecciono del tipo de panel fotovoltaico, regulador, convertidor de energía para el funcionamiento del sistema.

Se determino demanda total necesaria a usar tomando en cuenta cada aparato usado que consume energía en la vivienda, instalación del sistema fotovoltaico que abastezca la demanda necesaria.

El proyecto consto con implementar un generador fotovoltaico con una potencia de generación de 560 WP la cual cubrió la demanda básica de energía en la vivienda, se añadió una instalación en la vivienda de dos tomacorrientes y alumbrado led para la vivienda alimentado con energía del sistema fotovoltaico.

1.3. PROBLEMÁTICA

En la península de Masa 1 del golfo de Guayaquil encontramos un grupo de familias de muy bajos recursos que no cuentan con los servicios básicos viven muy apartados de la sociedad la cual se les impide tener una mejor calidad de vida, hasta ahora se abastecen de energía a través de generadores la cual es muy costoso y contaminante al medio ambiente.

En la vivienda actualmente se abastece con un generador de 2.8 kW para iluminación de 5 focos y un televisor que solo abastece por 8 horas por lo difícil que se le hace a la familia conseguir el combustible necesario para el funcionamiento del generador.

1.4. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios en este proyecto principalmente fue la familia de la vivienda ubicada en la comunidad de Masa 1 la cual no cuentan con servicio eléctrico rentable.

Los moradores de la comunidad de Masa 1 son beneficiarios de este proyecto la cual no cuentan con servicio eléctrico y ejerciendo nuestros conocimientos les hacemos llegar el servicio eléctrico rentable y eco amigable con el medio ambiente.

Este proyecto beneficia tanto a los moradores como a nosotros como estudiantes ya que a través de este proyecto podemos graduarnos y obtener nuestro título de ingeniero.



Ilustración 2: Persona beneficiada

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico en una residencia de bajos recursos ubicada en la comunidad del golfo de Guayaquil la Masa 1.

1.5.2. Objetivos específicos

- Diseño del sistema fotovoltaico en base a la potencia consumida en dicho hogar a través del programa “PVsyst”.
- Selección de los componentes del sistema fotovoltaico de acuerdo al diseño planteado para la vivienda.
- Construcción el sistema fotovoltaico diseñado en el hogar seleccionado.
- Análisis del comportamiento y la eficiencia del generador fotovoltaico una vez ya implementado así comprobando que se ha cubierto la necesidad energética de la vivienda.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En este capítulo se realiza la revisión Bibliográfica de trabajos similares sobre instalaciones fotovoltaicas aisladas a la propuesta actual, entre las más destacables se tienen a continuación para conocer la evolución y el origen de los sistemas fotovoltaicos en el transcurso de los años, y se realizó un análisis de los resultados de los estudios sobre la aplicación de los mismos

2.1.1. ANTECEDENTES REFERENCIALES

De acuerdo con análisis de trabajos como [5], [6], describe la introducción de la energía renovable como fuentes de energía limpias, crecientemente competitivas e inagotables, y se describe la energía fotovoltaica capaz de cubrir la demanda energética solo con una pequeña fracción de radiación solar.

Estudios realizados en el trabajo realizado estudiantes ya egresados de la Universidad Politécnica Salesiana dirigido por el MSc. Gary Ampuño Avilés [7], describen una introducción a los generadores fotovoltaicos realizados en la comuna de Masa 2, golfo de Guayaquil – Ecuador. Es una comunidad aislada que por su ubicación geográfica no tienen acceso a energía eléctrica, como resultado de dicho trabajo dio como resultado cubrir la necesidad energética por medio de paneles solares de 365 vatios.

2.1.2. ANTECEDENTES HISTORICOS

De acuerdo con trabajos realizados como [8], donde se describe como el gobierno de Ecuador ha realizado muchos esfuerzos para cambiar la matriz energética del país, pero este proceso requiere cambios sociales, no solo cambios estructurales. Por ello, este título pretende enfocarse en el campo de las energías renovables para incentivar el uso de este tipo de tecnologías, especialmente la energía solar en el país, además de brindar un panorama general en el consumo responsable y el desarrollo sostenible.

2.2. GENERALIDADES

En esta sección se describe el concepto de términos y teorías correspondiente al tema abordado, de manera que se pueda dar una definición clara para el desarrollo del presente tema.

2.2.1. ENERGÍA SOLAR

La radiación del Sol en la tierra es una fuente de energía con muchas ventajas significantes sobre otras formas de energía. Sus ventajas incluyen indestructibilidad, renovable y uso no contaminante. [9]

La energía total captada por la atmosfera de la tierra, es de 1/3 de la radiación del sol, y de esta cae 70% al océano. A pesar de esto, es 4500 veces la energía de lo que consume el ser humano [10].

2.2.2. RADIACIÓN SOLAR

La cantidad de energía solar disponible fuera de la atmosfera planetaria es de aproximadamente 15×10^{17} Wh o 173×10^{12} KW de energía por año [11].

Es conocida como fuente de energía del Sol y proporcionar luz y calor a nuestro planeta. Esta energía se utiliza de varias maneras, uno de ellos es la conversión de energía por paneles solares en la superficie de otros tipos de radiación que llegan a la tierra, pero hay tres tipos de radiación que los paneles solares pueden utilizar: difusa, directa y albedo.[12]

- Radiación Directa: la energía que procede del sol y cae sobre el nivel en un ángulo único y preciso sin cambiar de dirección.
- Radiación Difusa: Su origen es la radiación directa, que es la energía que ablanda la atmosfera como consecuencia de la reflexión de las nubes hacia la tierra en diferentes direcciones.
- Albedo: la energía de la radiación directa y difusa que se tiene en cuenta después de la reflexión desde el suelo u otra superficie cercana.
- Radiación global: La suma de la radiación difusa con la directa
- Radiación total: sumatoria de la radiación difusa con albedo y directa.

Radiación que emana del sol ingresa al espacio despejado desde todos lados. El contacto con los recursos no sufre pérdidas significativas. La irradiación solar se define como la densidad de la radiación solar, reducida al cuadrado de la distancia. Parte de esta radiación

solar es interrumpida por la superficie terrestre. Debido a la relación entre la distancia al Sol y el tamaño de nuestro planeta, es razonable suponer que el valor de estos es toda la superficie exterior de la atmosfera.

2.2.3. GENERADOR FOTOVOLTAICO

Es considerado una combinación de dispositivos mecánicos, electrónicos y eléctricos que permiten aprovechar y utilizar la energía solar y se realiza la conversión en energía de consumo diario.

La mayoría de artefactos que usamos día a día en nuestra vida son corriente alterna ya que el módulo fotovoltaico nos ayuda a captar la energía del sol y nos da corriente directa, para transformarla a corriente alterna y para almacenarla intervienen de manera colaborativa los demás componentes.

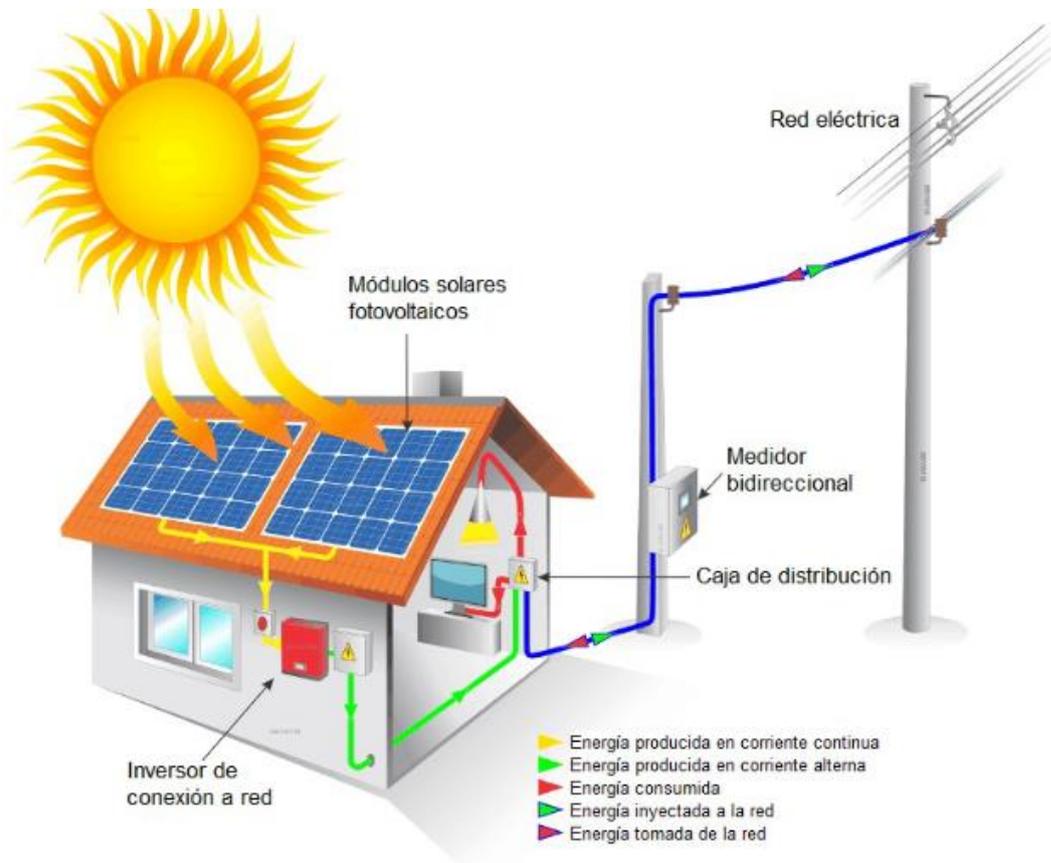


Ilustración 3: Sistema de conexión a red

2.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

Al referirnos sistemas aislados son aquellos donde no existe un generador fotovoltaico conectado a la red y es necesario el almacenamiento de la energía en baterías, producida en el día por el sol y poderla usar en noche [14].

Los sistemas autónomos se dimensionan con una potencia instalada y una capacidad de acumulación para garantizar un consumo fiable como mínimo durante tres días sin sol, por este motivo debe ser dimensionado de tal, que su batería se pueda recargar y al mismo tiempo alimentar la carga estimada mientras es expuesto a la irradiación [8].

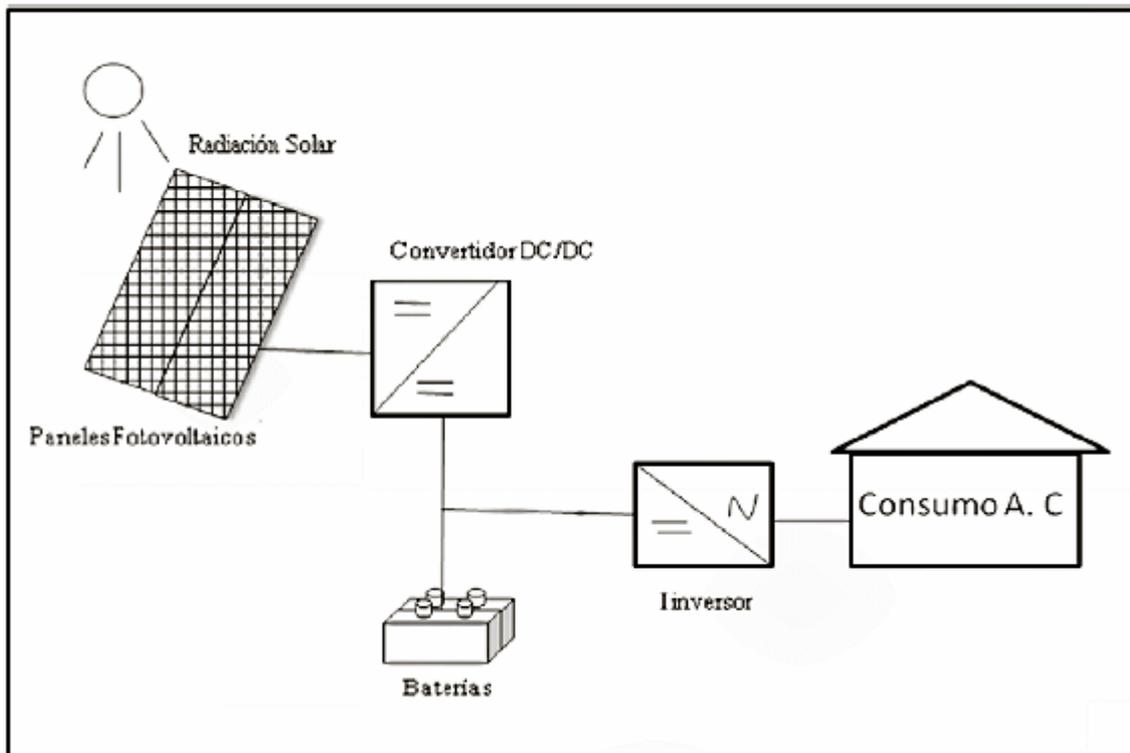


Ilustración 4: Esquema de un generador fotovoltaico aislado

La conversión de energía se realiza mediante paneles fotovoltaicos, del cual, según la configuración se puede obtener una corriente continua de 48V, 24V o 12V, esta energía eléctrica se almacena en baterías para ser utilizada en cualquier momento, no solo cuando sale el sol, brilla con el fin de asegurar un suministro posible constante de energía, uso de baterías para alargar su vida. Al final del sistema dependiendo de la aplicación, se puede instalar un convertidor de CC a CA de 220V o 110V que generalmente se utilizan para operar dispositivos de bajo consumo [12].

2.3.1. CÉLULA SOLAR

Dispositivos de reacción superficial de metal a las radiaciones electromagnéticas. Estas utilizan el efecto fotoeléctrico para convertir la energía luminosa generada por la radiación solar [3].



Ilustración 5: Celda solar

2.3.2. MODULO FOTOVOLTAICO

Se trata de un grupo de celdas fotovoltaicas encargadas de adsorber la energía del sol su configuración puede ser paralelo o en serie, diseñadas y preparada para su instalación, alcance el rendimiento deseado para el tipo de aplicación a la que este destinado a usar esta energía.[15]

El módulo fotovoltaico esta recubierto por algunas capas que cubren las células, proporcionando protección mecánica y protección de los factores ambientales, especialmente del agua, que pueden causar oxidación por el contacto con las células [8].



Ilustración 6: Panel solar policristalino

2.3.3. REGULADOR DE CARGA

Debido a que su función principal es el control y protección del proceso de carga y descarga de baterías, para que no pase situaciones de comportamiento extremadamente dañino. Su tarea es monitorear el estado de carga del sistema, por ejemplo, usando el voltaje de la batería, y comparar los valores mínimos con los valores máximos permitidos para dañarlo, para no sobrecargar la batería o causar emisiones excesivas. [14].



Ilustración 7: Regulador de carga

Gracias al regulador de carga, se logra reducir la posibilidad de una liberación excesiva de gases, que pueden llegar a provocar pérdidas de electrolitos [5].

Sobredescarga	Sobrecarga
	
<input type="checkbox"/> Se da en las noches o cuando existe debilidad en la irradiación.	<input type="checkbox"/> Provocan la sulfatación de las baterías.
<input type="checkbox"/> De darse el caso, se desconecta la carga de la batería.	<input type="checkbox"/> En caso de sulfatación las baterías se desconectan del generador FV,
<input type="checkbox"/> La sobredescarga debe ser menor al 80% de la carga total.	<input type="checkbox"/> Se conectan cuando desaparece el riesgo.
<input type="checkbox"/> Si se producen descargas profundas frecuentes, deberán ser menor o igual a 60%	

Ilustración 8: Funciones de los reguladores de cargas

Existen dos tipos de reguladores de carga, que son MPPT o PWM, que se analizarán en la continuación [16].

PWM (modulación por ancho de pulsos)	MPPT (seguidor del punto de máxima potencia)
<ul style="list-style-type: none"> • Es más económico y se recomienda para pequeños sistemas solares de bajo coste. • Solo puede utilizarse si la tensión nominal de las placas solares y las baterías es la misma, por ejemplo, con placas solares 12V y baterías 12V. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son mucho más eficientes ya que se encargan de ajustar la tensión entrante de paneles a la que precisa la batería según su etapa de carga, por ello pueden sacar alrededor de un 30% más de energía que un PWM. • El único requisito es una tensión nominal en paneles superior a la tensión de trabajo en baterías y son la única opción posible cuando se utilizan paneles con un voltaje no estándar.

Ilustración 9. Diferencia entre reguladores de cargas

2.3.4. INVERSOR

Un aparato electrónico responsable de convertir la corriente direccional en corriente alterna. Es necesario que el inversor tenga una conexión con la batería, para que logre la conversión y de cómo salida corriente alterna, lo cual es más común en las viviendas, al estudiar inversores aislados comúnmente tienen capacidades de entre 48V y 12V [5], [17].



Ilustración 10: Diferentes tipos de inversores

2.3.5. BATERÍA

Para asegurar el funcionamiento de las cargas durante las horas de baja irradiación solar y la noche, es necesario almacenar energía que se logra en el día en baterías [18]; las baterías son fuentes de voltaje que transforman la energía química en electricidad, están compuestas de celdas electroquímicas conectadas eléctricamente. Las celdas formadas de cuatro componentes que son: el electrolito, un separador poroso, un electrodo positivo, y un electrodo negativo[19].

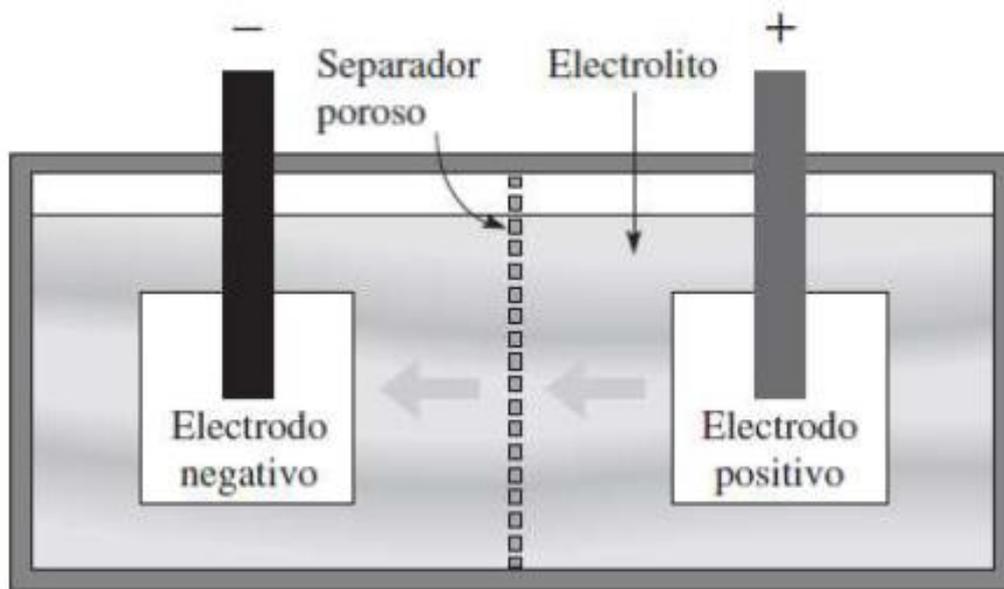


Ilustración 11: Diagrama de celda de batería

El objetivo principal de las baterías en los generadores fotovoltaicos es acumular energía generada por el panel solar para cubrir las necesidades energéticas por las noches donde no hay luz solar o en variaciones del recurso solar[20].



Ilustración 12: Diferentes tipos de Baterías

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

Los métodos a usar para poder calcular el tipo de panel solar y sus componentes, la producción de energía de un módulo fotovoltaico depende en gran medida de la calidad de su equipo, de su entorno y el circuito que alimente. Para realizar dichos cálculos en primero es necesario conocer el entorno en el que se lo ubicara sus datos meteorológicos del lugar, cálculo de sol pico.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA QUE SE SIGUIÓ

- Cálculo de la necesidad potencial consumida en el hogar ubicada en la comunidad de Masa 1.
- El costo y beneficios del sistema fotovoltaico que tendrá en la vivienda.
- Análisis del consumo eléctrico en la residencia.
- Análisis de producción de energía eléctrica fotovoltaica.
- Selección de superficies.
- Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.
- Dimensionamiento de bases para el módulo fotovoltaico.
- Análisis para lograr determinar la configuración económica óptima del sistema fotovoltaico instalado.
- Instalación eléctrica en la vivienda.
- Instalación del generador fotovoltaico.

3.2. DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

En este capítulo se detalla cómo se realizó dimensionamiento del generador fotovoltaico aislado que energizo las viviendas en la comunidad MASA 1 mediante simulaciones con el programa PVsyst. En este capítulo se detalla el cumplimiento de los objetivos general y objetivos específicos.

3.2.1. PROGRAMA PV SYST

Herramienta para el desarrollo de instalación de generadores fotovoltaicas tanto puestas a red como independientes, este programa permite el realizar pruebas, la simulación y análisis completo de datos a través de la ubicación geográfica del sitio en su base de datos meteorológica con historial de radiación solar, con ayuda de estos datos podemos dimensionar un sistema fotovoltaico adecuado.

Este programa también permite un análisis económico utilizando el costo real de los equipos, costos adicionales y así como escenario de inversión con cualquier tipo de financiamiento, lo que permite una rápida preselección del diseño, lo que permite acortar un poco las medidas preliminares, en otras palabras, solo obtener cierta información sin hacer un proyecto.

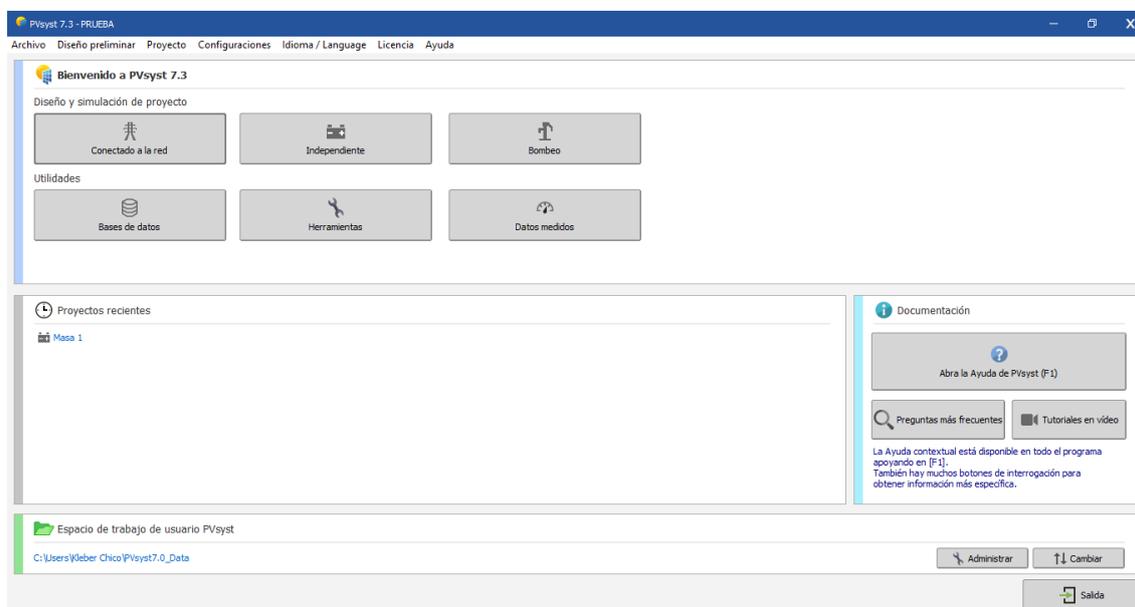


Ilustración 13: Portal del Software PVSYST

3.2.2. SIMULACIÓN

En el programa nos brindan tres opciones para el diseño y simulación que son conectado a la red, independiente y bombeo, para este trabajo se escogió la opción de independiente que se encuentra representada por una batería.

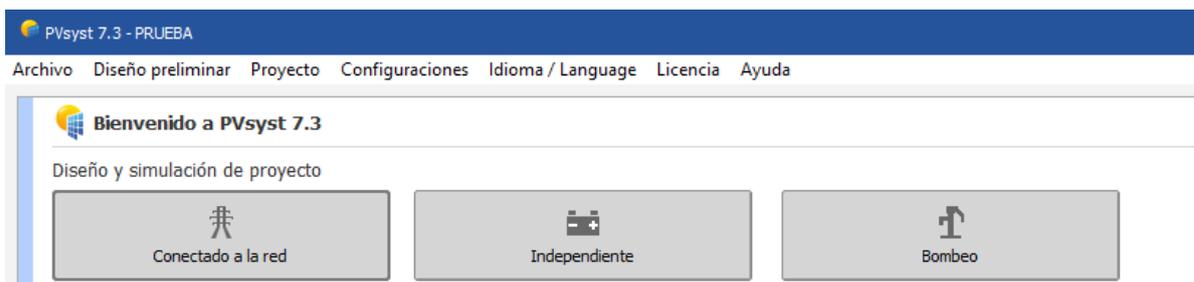


Ilustración 14: Inicio de programa.

Después de seleccionar la opción independiente, los campos se llenan con el nombre definido para proyecto y el archivo meteorológico donde se va a realizar el sistema fotovoltaico.

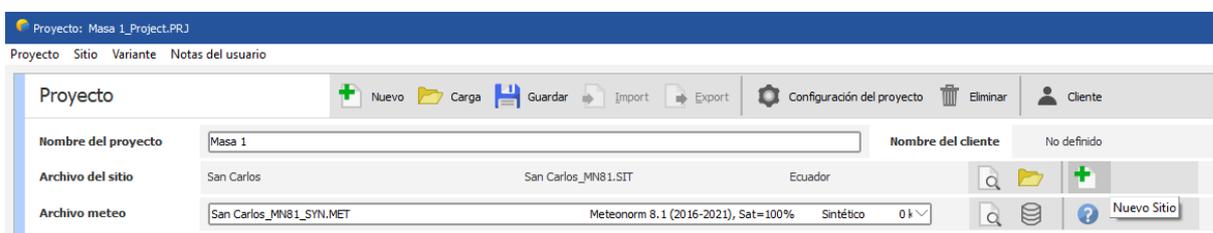


Ilustración 15: Nombre y datos referente al proyecto a realizarse.

En el mapa interactivo se puede ubicar el lugar geográfico de la implementación planeada del generados fotovoltaico, al poner punto en el lugar seleccionado el programa nos da la latitud ($^{\circ}$), longitud ($^{\circ}$), altitud (m) y zona horaria.

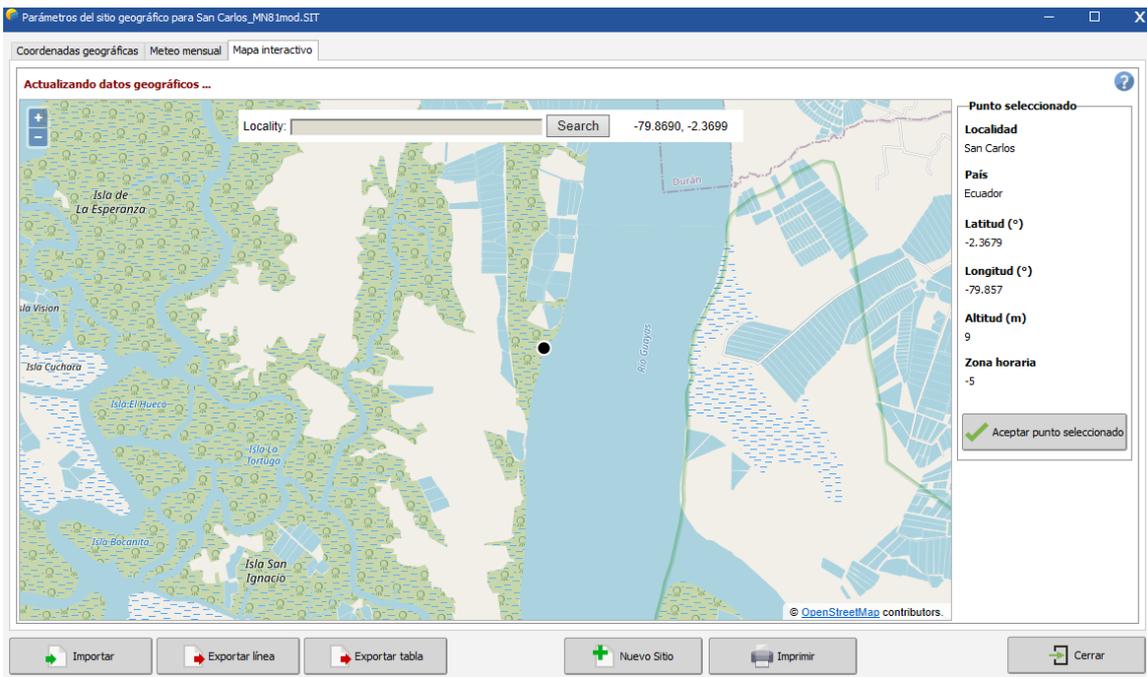


Ilustración 16: Mapa interactivo programa PVsyst.

Parámetros del sitio geográfico para San Carlos_MNS1.SIT

Coordenadas geográficas | **Meteo mensual** | Mapa interactivo

Sitio: **San Carlos (Ecuador)**

Fuente de datos:

	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del viento	Turbidez Linke	Humedad relativa
	kWh/m ² /mes	kWh/m ² /mes	°C	m/s	[-]	%
Enero	196.3	73.6	23.1	3.39	3.324	76.5
Febrero	158.7	65.6	23.6	3.31	3.339	73.7
Marzo	173.1	67.1	23.1	3.40	3.313	76.0
Abril	154.8	48.7	21.4	3.40	3.178	74.9
Mayo	135.4	44.6	18.6	3.31	2.950	74.5
Junio	118.8	31.7	17.6	3.21	2.993	73.5
Julio	133.8	35.5	17.1	3.50	3.074	70.2
Agosto	152.6	43.5	18.8	3.80	3.457	64.5
Septiembre	159.9	60.8	19.8	4.09	4.503	66.2
Octubre	188.1	72.2	21.9	4.10	3.956	68.3
Noviembre	185.8	84.7	21.5	4.10	3.573	74.0
Diciembre	193.2	85.9	23.0	3.69	3.381	73.9
Año	1950.6	713.9	20.8	3.6	3.420	72.2

Importar | Exportar línea | Exportar tabla | Nuevo Sitio | Imprimir

Ilustración 17: Meteo mensual de la ubicación.

En la sección de Meteo mensual es decir datos sobre el clima mensual se consideran los datos de radiación solar anuales, este dato se utiliza para determinar el mes donde se puede sacar mayores resultados del Sol y con estos datos poder realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.



Ilustración 18: Panel para modificar los parámetros principales, opcional, simulación.

Seguidamente se procede a ajustar los parámetros principales, con estos datos se determina la orientación, necesidades del usuario, el sistema y pérdidas detallada.

En la opción orientación podemos modificar el tipo de campo, el nivel inclinación y el azimut que forman los módulos solares.

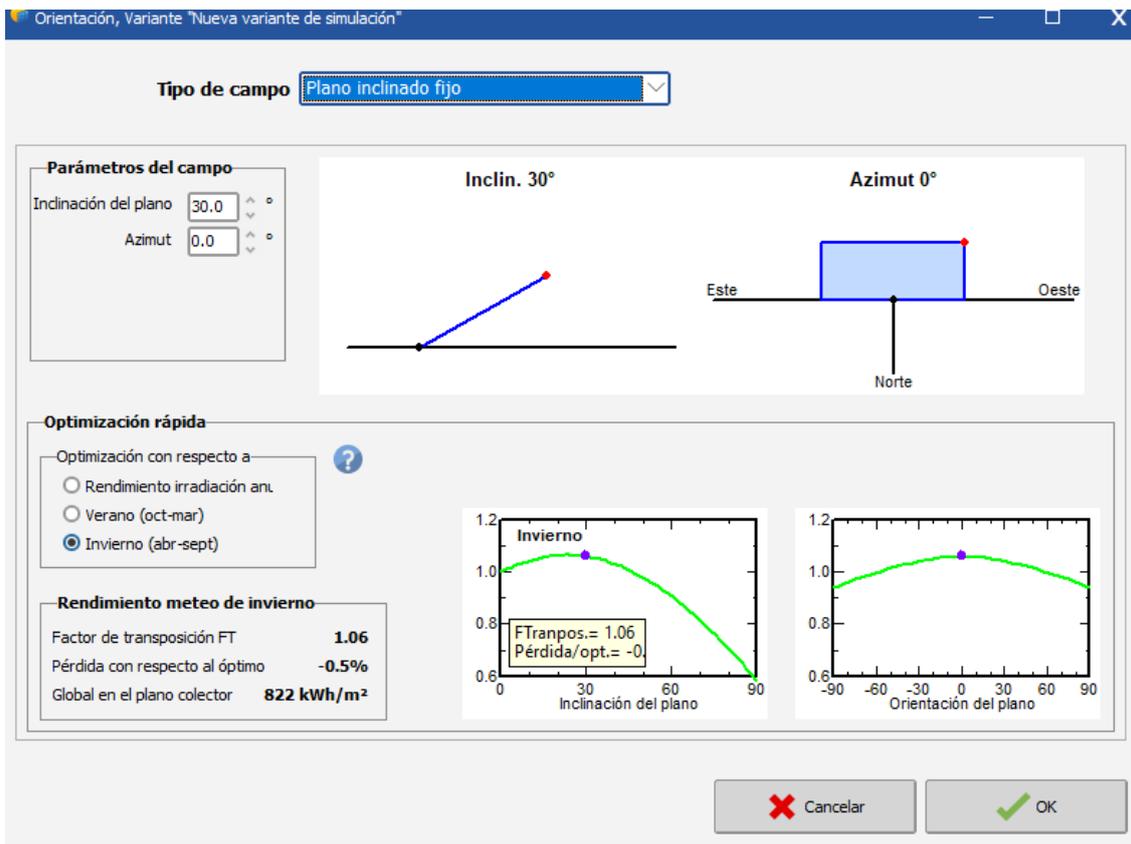


Ilustración 19: Panel de variante Orientación

Posteriormente se modifican las necesidades del usuario, esto se refiere el consumo de aparatos eléctricos, lámparas de iluminación y electrodomésticos, se coloca la potencia que consumen dichos aparatos y su uso diario en el sistema fotovoltaico.

Uso diario de energía, variante: Nueva variante de simulación

Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo Distribución por hora

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
5	Lámparas (LED o fluo)	50 W/lámpara	5.0 h/día	OK	1250 Wh
1	TV / PC / móvil	80 W/apar.	6.0 h/día	OK	480 Wh
1	Electrodomésticos	80 W/apar.	6.0 h/día	OK	480 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
0	Lavaplatos y lavadora	0.0 W prom	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
0	Otros usos	0 W/apar.	0.0 h/día		0 Wh
Consumidores en espera		0 W tot	24 h/día		0 Wh
Energía diaria total					2210 Wh/día
Energía mensual					66.3 kWh/mes

Definición de consumo por:

Años Estaciones Meses

Fin de semana o uso semanal:

Usar solo durante

días en una semana

Ilustración 20: Panel de consumos domésticos diarios para el año.

De la forma que se ve en la figura 20, se modifica la potencia consumida por las cargas, de manera que se obtiene una carga con 5 luminarias de 50 watts cada una, un TV de 80 watts y una toma corriente con un electrodoméstico de 80 watts.

Luego se procede a modificar la distribución por hora de cada carga a usar por día, el tiempo de uso por día de la carga vemos donde más se necesita el uso del sistema fotovoltaico.

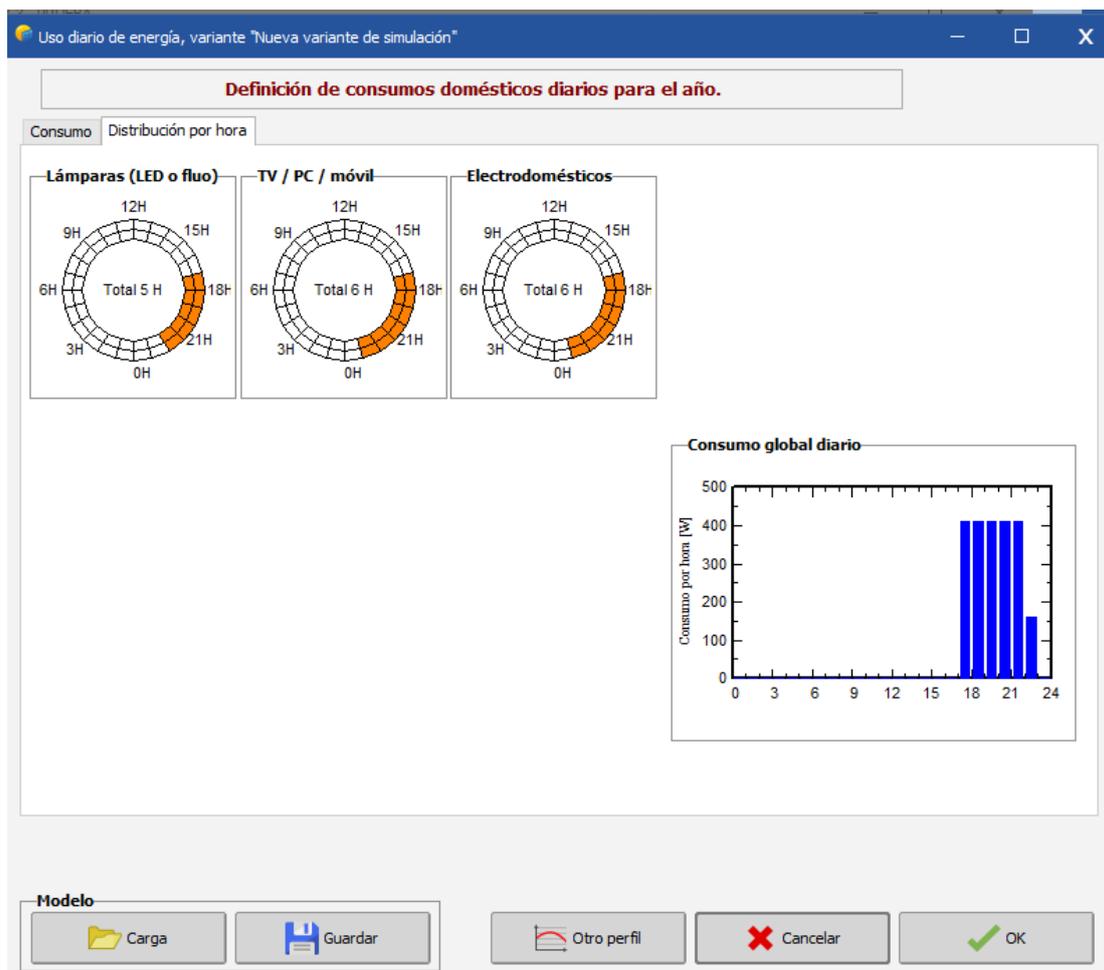


Ilustración 21: Panel de distribución de hora de los aparatos eléctricos.

Una vez ya ajustado lo que es orientación y las necesidades del usuario procedemos con la opción de sistema.

En el campo de Sistema nos permite modificar almacenamiento, generador FV, respaldo y nos permite ver un esquema simplificado de cómo queda el módulo fotovoltaico.

Definición de sistema independiente, Variante: "Nueva variante de simulación", Variant: "Nueva variante de simulación"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado: 5.0 %
 2.2 kWh/día Autonomía solicitada: 3.9 día(s)
 Voltaje de la batería (usuario): 12 V
 Capacidad sugerida: 849 Ah
 Potencia FV sugerida: 727 Wp (nom.)

Pre-dimens. detallado

Almacenamiento | Generador FV | Respaldo | Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre: Generador FV
 Inclinación: 30°
 Oriente: Plano inclinado fijo
 Azimut: 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento
 Sin dimensionar
 Ingrese potencia planeada: 0.7 kWp
 ... o área disponible: 0 m²

Redimens.

Seleccione el módulo FV
 Todos los módulos | Ordenar módulos: Potencia Tecnología
 Anji Dasol Solar | 200 Wp 24V Si-mono DS-A4-200 Hasta 201 | Abrir
 Módulos necesarios aprox. 3 Dimensiona. voltaje: Vmpp (60°C) 23.7 V
 Voc (-10°C) 39.9 V

Seleccione el modo de control y el controlador
 Controlador universal Victron
 Convertidor de potencia MPPT
 Corriente máx. de carga-descarga
 Modo operativo:
 Acoplamiento directo
 Convertidor MPPT
 Convertidor CC-CC
 MPPT 440 W 12 V 30 A 30 A SmartSolar MPPT 100/30 12V D | Abrir
 Número controladores: 1
 Voltaje de operación MPP: 17-90 V Potencia controlador: 440 W
 Voltaje máximo de entrada: 100 V Batería asociada: 12 V

Diseño generador FV
 Número de módulos y cadenas
 Mód. en serie: 2 debe ser/estar: entre 1 y 2
 Núm. cadenas: 1 entre 1 y 3
 Pérdida sobrecarga: 0.0%
 Proporción Pnom: 0.91
 Núm. de módulos: 2 Área: 3 m²

Condiciones de operación:
 Vmpp (60°C): 47 V
 Vmpp (20°C): 57 V
 Voc (-10°C): 80 V
 Irradia. plano: 1000 W/m²
 Imp (60°C): 7.2 A
 Isc (60°C): 7.9 A
 Isc (en STC): 7.9 A
 Potencia de funcionamiento máx. (a irrad. máx. y 50°C): 359 W
 Potencia nom. conjunto (STC): 400 Wp

Ilustración 22: Panel del sistema independiente.

En la sección de almacenamiento indicamos de batería y cuantas vamos a utilizar para nuestro sistema, para nuestro diseño usaremos dos baterías de plomo-ácido marca Narada conectadas en paralelo, cada una cuenta con 12V y capacidad global de 100 Ah.

Por su tipo de conexionado nos da el banco de baterías un voltaje de 12 V, una capacidad global de 20Ah, energía almacenada (80%DOD) 1.9 kWh y la energía total almacenada durante la vida útil de la batería es 2196 kWh a una temperatura ambiente.

Definición de sistema independiente, Variante "Nueva variante de simulación", Variant "Nueva variante de simulación"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado %
 2.2 kWh/día Autonomía solicitada día(s)

Voltaje de la batería (usuario) V
 Capacidad sugerida **849 Ah**
 Potencia FV sugerida **723 Wp (nom.)**

Almacenamiento **Generador FV** Respaldo Esquema Simplificado

Procedimiento

Las sugerencias de pre-dimensionamiento se basan en el meteo mensual y la definición de necesidades del usuario

1. - Pre-dimensionamiento Defina las condiciones de pre-dimensionamiento deseadas (PLOL, autonomía, voltaje de la batería)
2. - Almacenamiento Defina la batería (las casillas de verificación predeterminadas se acercarán al pre-dimensionamiento)
3. - Diseño generador FV Diseñe el generador FV (módulo FV) y el modo de control. Se recomienda comenzar con un controlador universal.
4. - Respaldo Defina un grupo electrógeno eventual

Especifique el conjunto de batería

Ordenar baterías por voltaje capacidad fabricante

baterías en series baterías en paralelo

Número de baterías **2**

baterías en paralelo

Número de elementos **12**

% Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)

% Estado inicial de desgaste (estático)

Voltaje paquete de baterías **12 V**
 Capacidad global **200 Ah**
 Energía almacenada (80% DOD) **1.9 kWh**
 Peso total **66 kg**
 Núm. de ciclos a 80% DOD **1000**
 Energía total almacenada durante la vida útil de la batería **2196 kWh**

Temperatura de funcionamiento batería

Modo de temperatura

La temperatura de la batería es importante para el envejecimiento de la batería.. Un aumento de 10 °C divide la vida útil de la

Ilustración 23: Panel del sistema independiente, almacenamiento

En Generador FV modificamos el tipo de modulo fotovoltaico que vamos a usar, el módulo fotovoltaico a usar son 2 monocristalino de 280Wp 30V marca Anji Dasol Solar modelo DS-A5-280

Seleccione el módulo FV

Ordenar módulos Potencia Tecnología

Módulos necesarios aprox. **2** Dimensiona. voltaje : V_{mpp} (60°C) **30.8 V**
 V_{oc} (-10°C) **49.3 V**

Ilustración 24: Panel del sistema independiente, seleccionar el módulo FV

Ingresando datos en el programa, este revela resultados sobre el dimensionamiento, mostrando el resultado: dimensionamiento de voltaje $V_{mpp}(60^\circ)$ 30.8V y $V_{oc}(-10^\circ)$ 49.3V con un numero de paneles necesarios igual a 2.

Seleccione el modo de control y el controlador

Controlador universal Victron Convertidor de potencia MPPT

Modo operativo

Acoplamiento directo MPPT 440 W 12 V 30 A 30 A SmartSolar MPPT 100/30 12V D Abrir

Convertidor MPPT Corriente máx. de carga-descarga

Convertidor CC-CC Número controladores 1

Voltaje de operación MPP	17-90 V	Potencia controlador	440 W
Voltaje máximo de entrada	100 V	Batería asociada	12 V

Ilustración 25: Panel del sistema independiente, seleccionar el modo de control y controlador

Lo siguiente fue seleccionar el modo de control y el controlador, para este paso usamos un controlador tipo MPPT marca Victron de 440W a 12V y 30A, modelo Smart Solar MPPT 100/30 12V.

Ingresando estos datos el programa nos entrega como resultado:

Voltaje de operación MPP 17-90V

Voltaje máximo de entrada 100V

Potencia del controlador 440W

Batería asociada 12V

Numero de controladores 1

Resaltamos los resultados obtenidos a través del programa PVsyst, el cual nos indica la capacidad recomendada es de 849Ah en el almacenamiento y la potencia FV sugerida es de 723Wp (nom.).

Necesid. usuario	Hogar	Potencia prom.	92 W
	Proporción nocturna	49.6%	Energía día
Paquete de baterías	2 en paralelo, 12 V	Capacidad	200 Ah
	Autonomía	0.9 día	Energía almacenada
Generador FV	1 cadena(s) de 2 módulos	Potencia nom.	560 Wp
	PV/PLoad	6.1	Energía prom. día
Controlador	Convertidor MPPT	Potencia nom.	440 W
	PV/PConv	1.27	Umbrales

Ilustración 26: Capacidad del generador fotovoltaico diseñado en PVSystem.

Después de ingresar los datos necesarios en el programa de diseño, se realiza con las simulaciones para obtener los resultados del diseño e informe final, el programa también nos brinda la opción de evaluación económica, este informe se lo presenta a continuación.

Diseño típico de un sistema autónomo

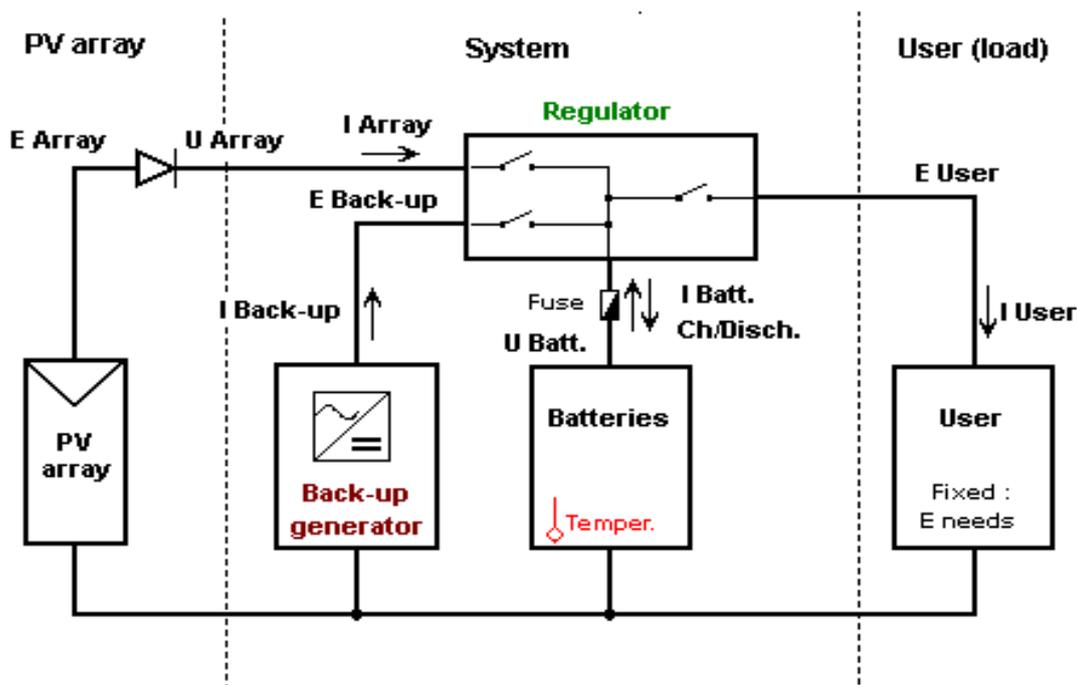


Ilustración 27: Diseño típico de un sistema autónomo PVSYSY

Nueva variante de simulación

Cerrar Imprimir Exportar Ayuda

Nueva variante de simulación
Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	149.9	108.2	34.90	0.215	36.04	32.47	68.51	0.474
Febrero	131.4	105.3	34.01	0.000	31.08	30.80	61.88	0.498
Marzo	156.7	139.7	44.13	2.873	31.35	37.16	68.51	0.542
Abril	155.8	152.3	48.31	3.791	25.38	40.92	66.30	0.617
Mayo	140.1	148.0	47.02	3.559	28.82	39.69	68.51	0.579
Junio	122.9	133.8	42.78	3.419	30.68	35.62	66.30	0.537
Julio	118.9	125.2	40.18	3.141	35.52	32.99	68.51	0.482
Agosto	119.0	117.6	38.04	2.473	37.29	31.22	68.51	0.456
Septiembre	120.6	109.9	35.54	0.763	35.64	30.66	66.30	0.462
Octubre	106.8	89.8	28.59	0.515	45.28	23.23	68.51	0.339
Noviembre	116.3	89.2	28.71	0.000	41.17	25.13	66.30	0.379
Diciembre	142.5	102.0	32.91	0.000	39.60	28.91	68.51	0.422
Año	1581.0	1420.9	455.12	20.749	417.86	388.79	806.65	0.482

Ilustración 28: Balances y resultados principales PVSYS

3.3. DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO EN AUTOCAD

En este capítulo nos centramos en diseñar el sistema fotovoltaico y la base de ubicación de este con ayuda del programa AUTOCAD.

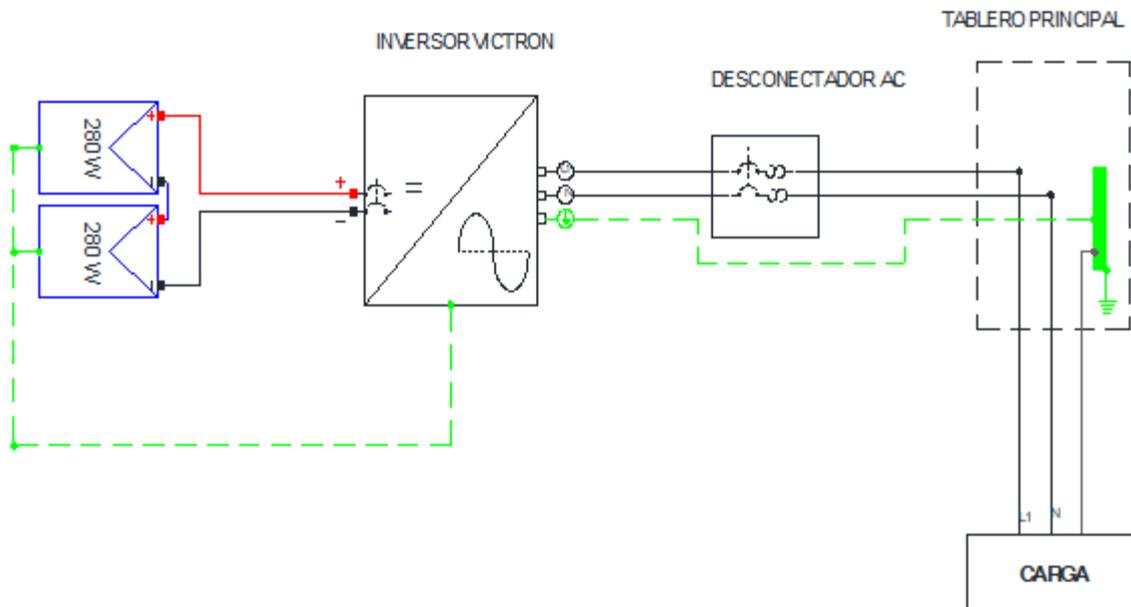


Fig.27 Ilustración 29: Diagrama unifilar fotovoltaico en AUTOCAD

3.3.1. DISEÑO DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO EN AUTOCAD

Para el diseño del módulo fotovoltaico Anji Dasol Solar se usó el programa AUTOCAD, donde se logró reflejar las medidas reales del módulo y el número de células solares que posee.

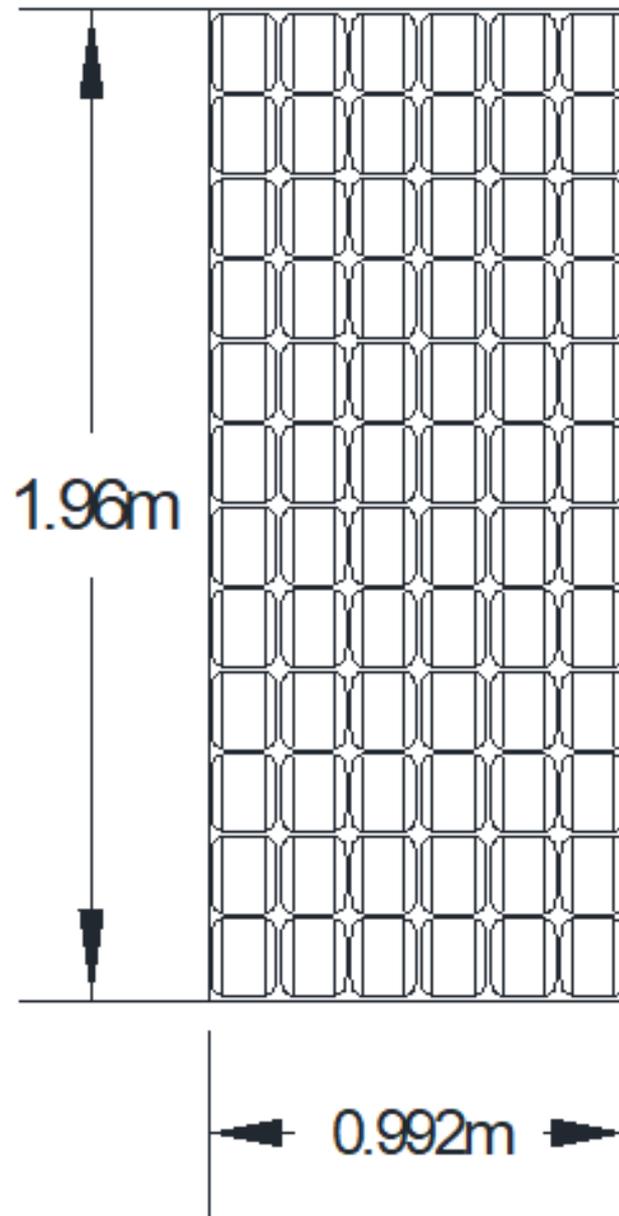


Ilustración 30: Medidas del módulo fotovoltaico Anji Dasol Solar

3.3.2. DISEÑO DEL DIAGRAMA UNIFILAR

La siguiente figura 31 se presenta el diseño del diagrama unifilar eléctrico de la vivienda tomando en cuenta los cálculos para el breaker y calibre de cable.

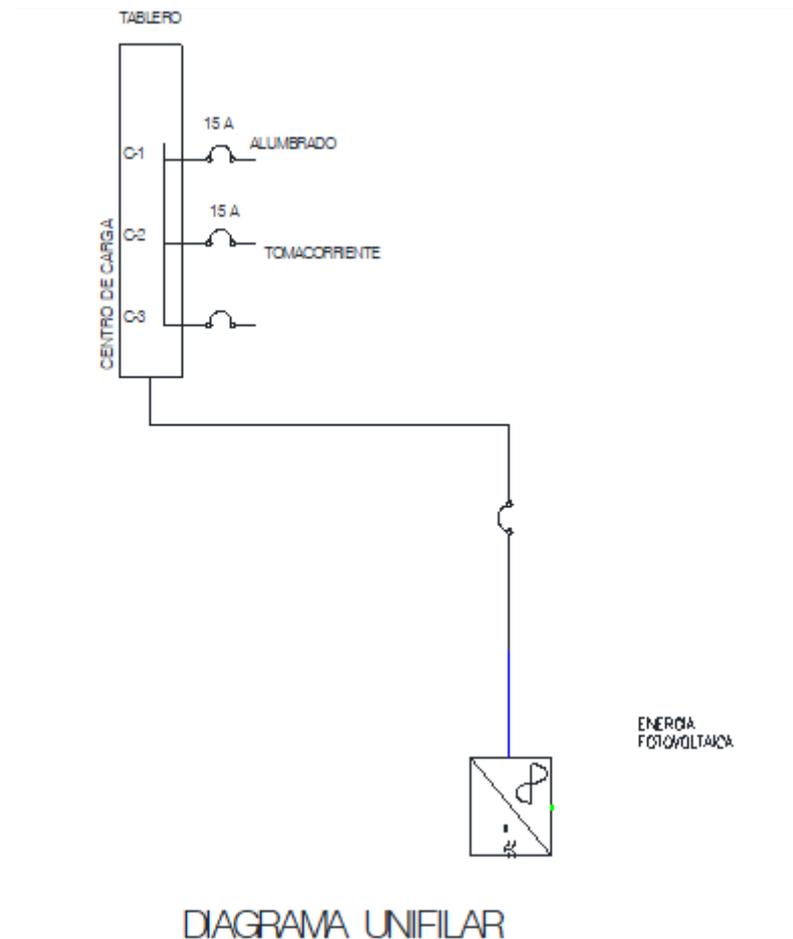


Ilustración 31: Diagrama unifilar en AUTOCAD

3.3.3. DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE VIVIENDA EN AUTOCAD

En la vivienda se realizó una instalación eléctrica ubicando 4 focos y dos tomacorrientes que son alimentados por el generador fotovoltaico a continuación se detalla el diseño y los componentes usados.

El diseño fue basado en los resultados obtenidos por la encuesta realizada sobre el consumo de energía en la vivienda, para una buena iluminación en la vivienda se usó 4 focos de 80 vatios, dos tomacorrientes dobles, un interruptor doble y una caja de breaker.

En la figura 32 se presenta el diseño de las instalaciones eléctricas realizadas en el hogar y las dimensiones de la misma.

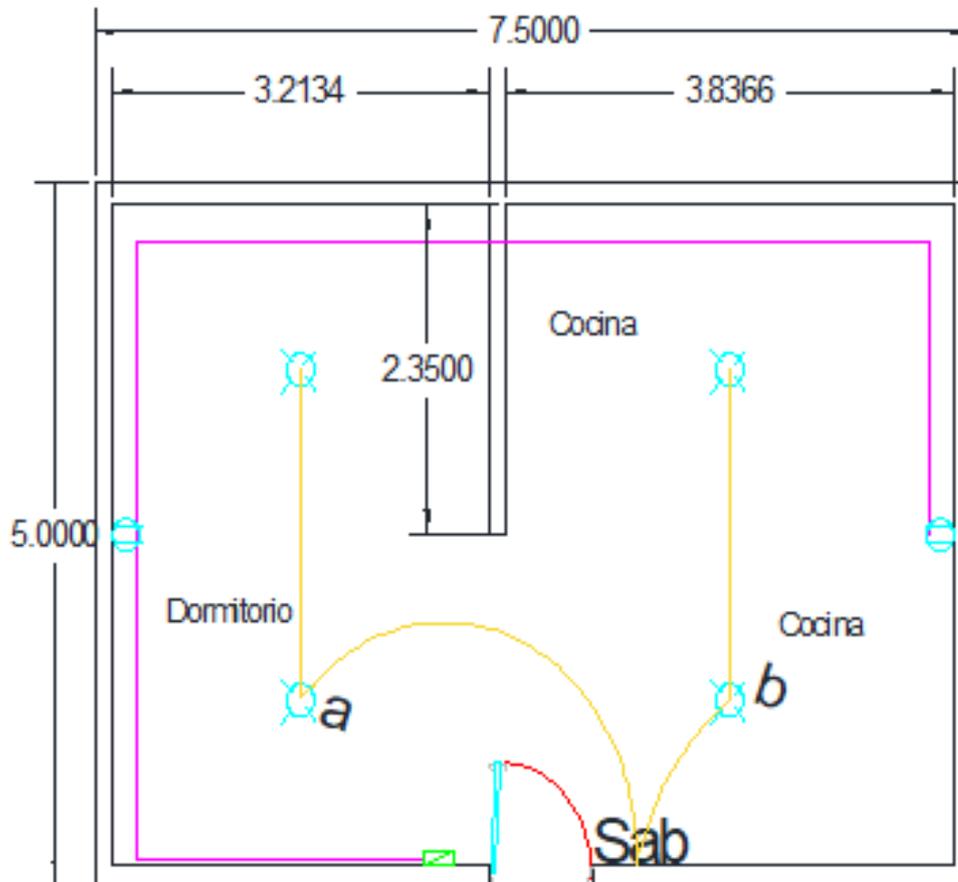


Ilustración 32: Diagrama de instalaciones eléctricas en AUTOCAD

3.3.4. CALCULO DE CABLE Y BREAKER A USAR EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA VIVIENDA

En este tema se explica los cálculos realizados para poder determinar el calibre de cable y breaker a usar, cabe recalcar que los datos principales para realizar el cálculo fueron obtenidos de una encuesta de consumo de energía realizada en la vivienda donde se realizó la instalación.

	Hombres	edad	Mujeres	Edad	Niños	Edad	Niñas	Edad	Vivienda
1	Ferruzol Lorenzo	72	Lucia Zuñiga	77	-	-	-	-	7
2									
3									

Tabla 1: Sondeo de instalación Paneles Solare

	Numero	Potencia	Potencia total
Lámparas	5	50W/lámpara	250W
Electrodomésticos	2	80W/aparato	160W

Tabla 2: Consumo energético

3.3.4.1. CALCULO DE CALIBRE DE CABLE

Para realizar el cálculo del calibre del cable se debe conocer la carga de la vivienda, por medio de la encuesta realizada a la vivienda tenemos la potencia de la carga procedemos hacer los cálculos.

Carga de iluminación: 250W

Carga de aparatos eléctricos: 160W

$$A = W/V$$

$$A = 410W/120V$$

$$A = 3.4166A$$

El amperaje de la vivienda da 3.4166 A

Si verificamos en la tabla de calibres podemos ver el calibre numero 14 AWG que el soporte de amperaje es de 15A

Lo dejamos a calibre 14 previniendo futuras instalaciones donde se implementará más carga donde el calibre escogido será más que suficiente para soportar la carga.

3.3.4.2. CÁLCULO DE BREAKER

Breaker para iluminación.

$$A = W/V$$

$$A = 250W/120V$$

$$A = 2.08333$$

Breaker para tomacorriente.

$$A = W/V$$

$$A = 160W/120V$$

$$A = 1.3333A$$

El amperaje escogido es de 15A para el breaker de tomacorriente e iluminación tomando en cuenta futuras cargas, se usó dos breakeres uno para iluminación y uno para tomacorrientes ambos de 15A.

3.3.5. DISEÑO DE TUBERÍAS ELÉCTRICAS DE VIVIENDA EN AUTOCAD

En la siguiente figura 33 se muestra los putos de tomacorriente de 120V que se instalaron en la vivienda.

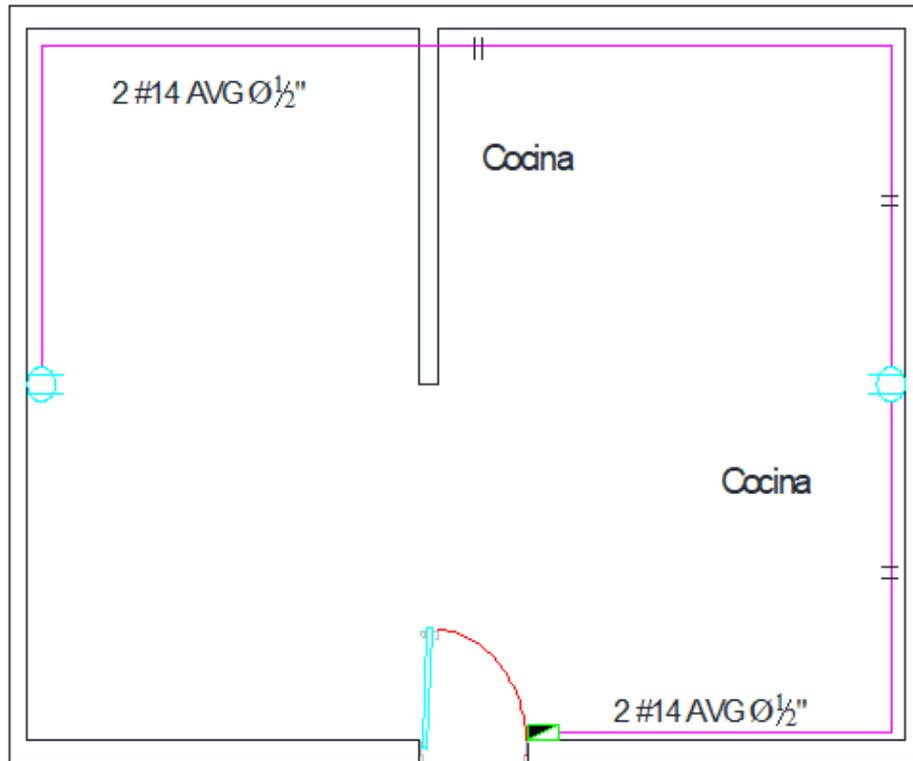


Ilustración 33: Diagrama de tuberías eléctricas de tomacorrientes AUTO CAD

En la figura 34 se muestra los puntos iluminación de 120V que se instalaron en la vivienda.

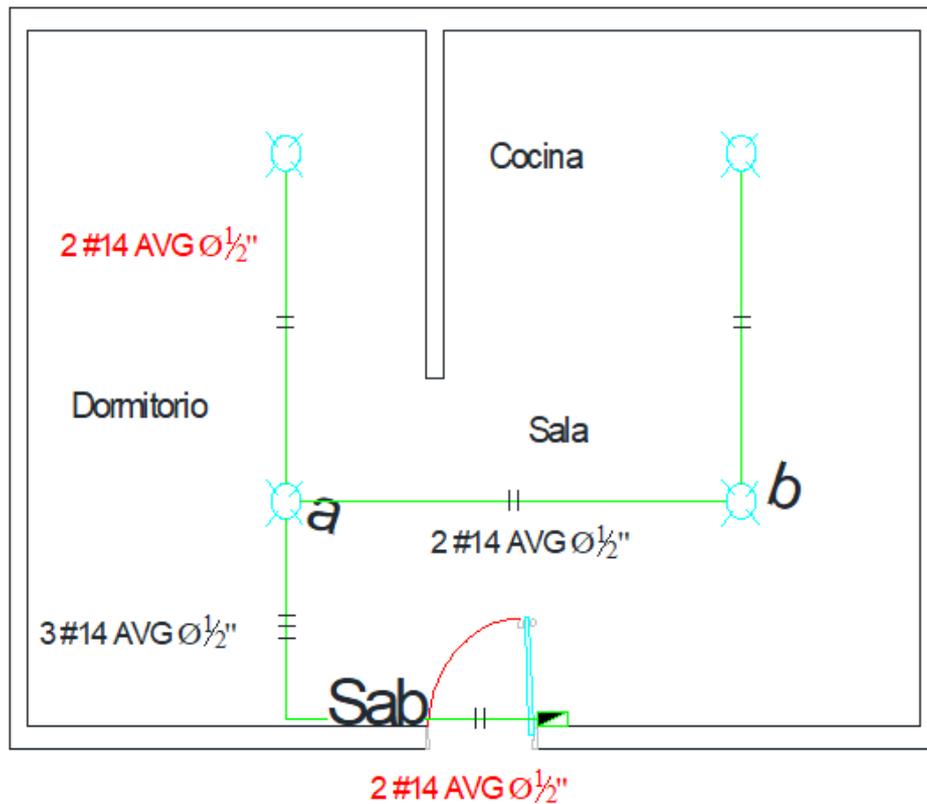


Ilustración 34: Diagrama de tuberías eléctricas de iluminación AUTOCAD

En la figura 35 se presenta la simbología eléctrica usada para el diseño realizado de la instalación residencial.



Ilustración 35: Simbología usada para el diseño de las instalaciones

3.4. DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE MÓDULOS SOLARES, BATERÍAS, INVERSOR, Y REGULADOR DE CARGA.

Para poder tener un buen diseño de nuestro pilar de soporte se realizó excavación de una profundidad de 1 metro para tener una visión directa del terreno y conocer la salinidad. Cabe recalcar que durante y después de proceso de fundición se usó protección contra el salitre (Sika Zero salitre), para endurecer y proteger la superficie del concreto.

En la figura 36 se muestra el pilar en el que se instalaron las estructuras que sostienen los 4 paneles solares, el pilar es de 2.40 m y está enterrado 1m lo que nos queda en la superficie 1.40m. Se construyó en total 4 pilares, se instaló 4 paneles en 3 pilares y en 1 pilar se instaló 2 paneles.

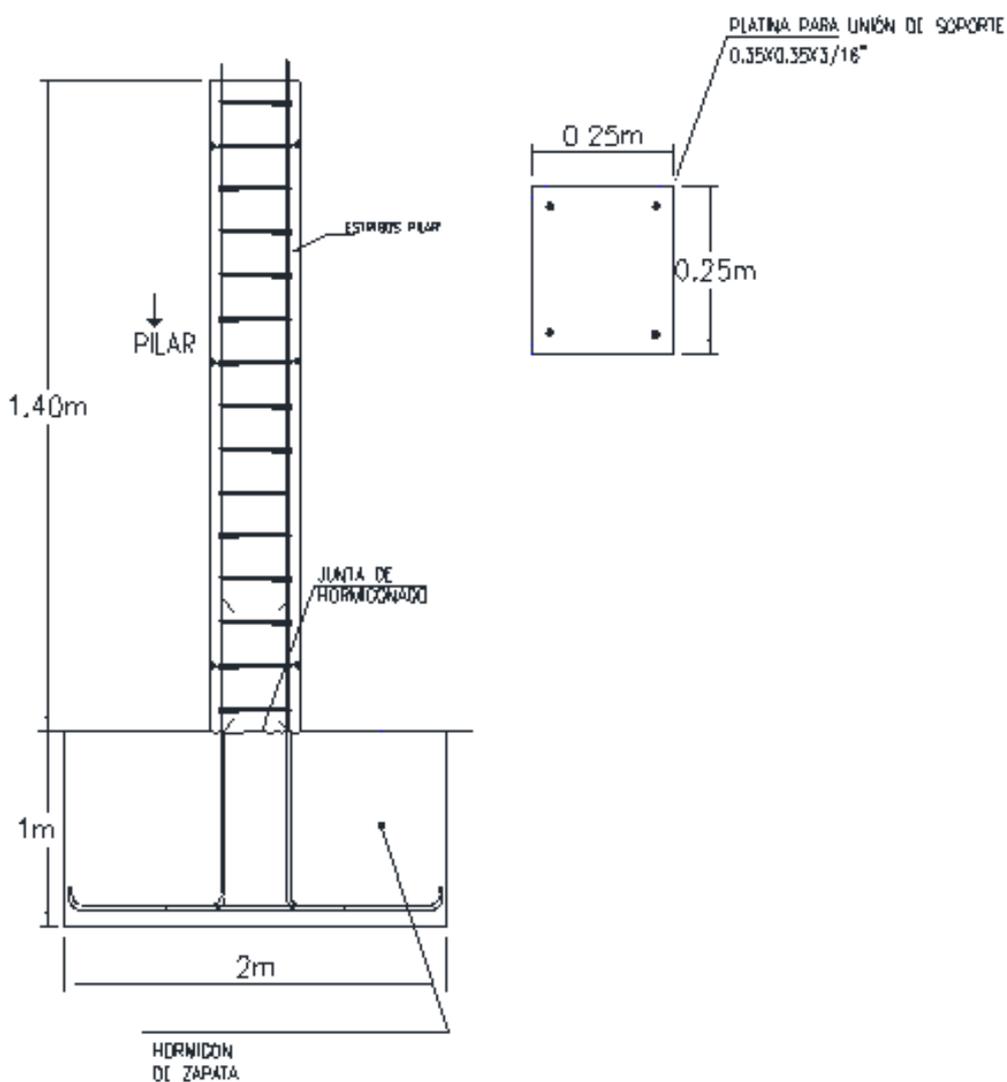


Ilustración 36: Diseño de la estructura para el soporte de paneles solares.

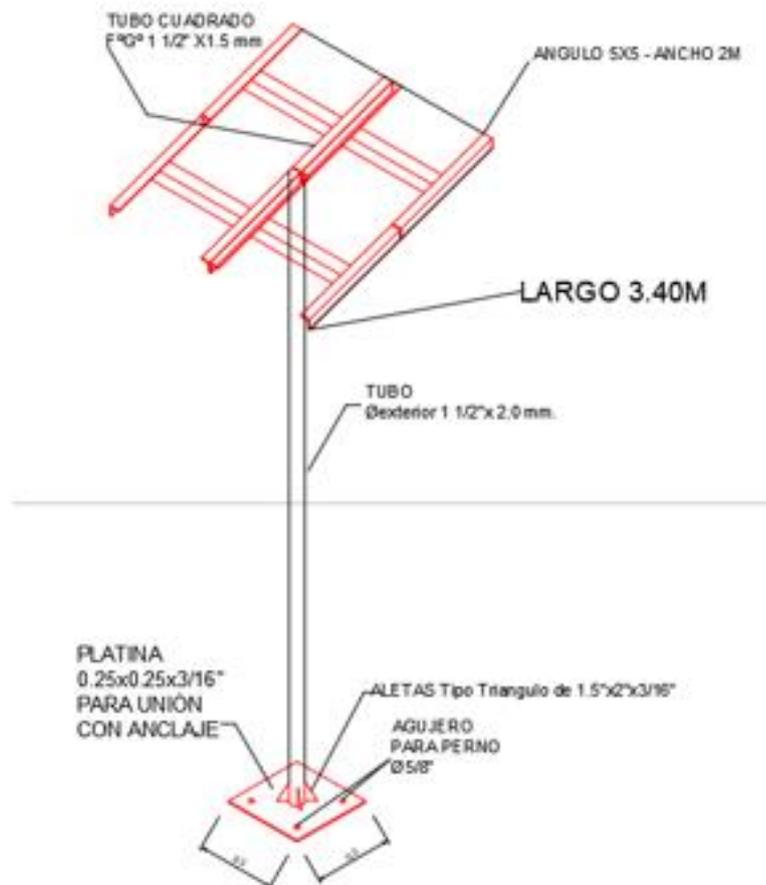


Ilustración 37: Diseño de base para paneles solares

3.5. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE BASE PARA BATERÍAS, INVERSOR Y REGULADOR DE CARGA.

Se hace referencia a el diseño de la estructura de la base tipo silla metálica para lo que son baterías, inversor, y regulador, las medidas de dicha base son: altura donde se ubicaron las baterías es de 0.55m, donde se ubicaron el regulador y el inversor es de 0.40m, en total con el espaldar tiene una altura de 0.85m y de ancho 0.50m.

En la figura 38 se el diseño de la estructura base realizado en el programa AUTOCAD, también se muestra la ubicación de cada componente del generador fotovoltaico que son el regulador de carga, el inversor y las baterías.

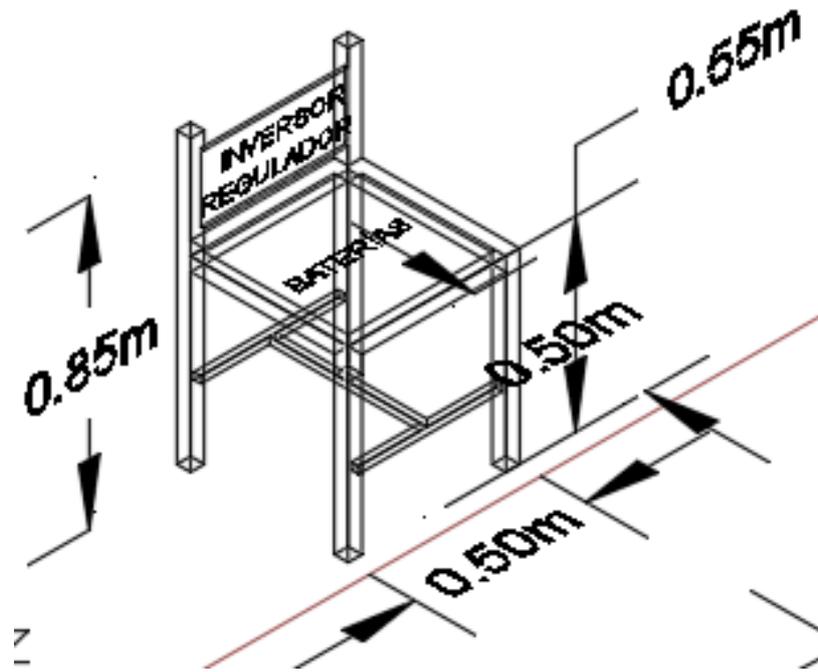


Ilustración 38: Estructura base para la ubicación de Baterías, inversor y regulador.

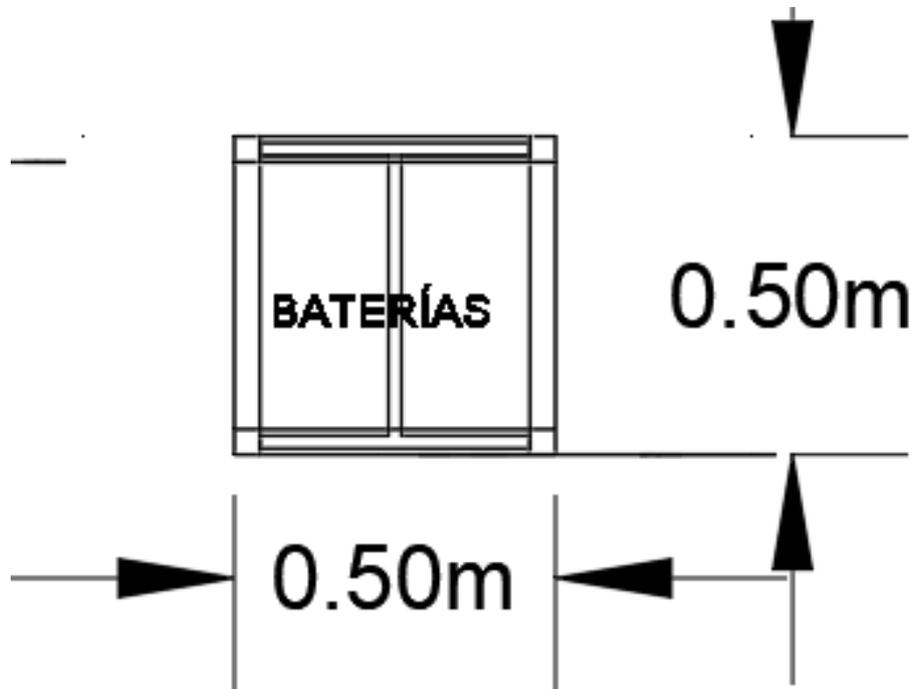


Ilustración 39: Estructura base vista superior.

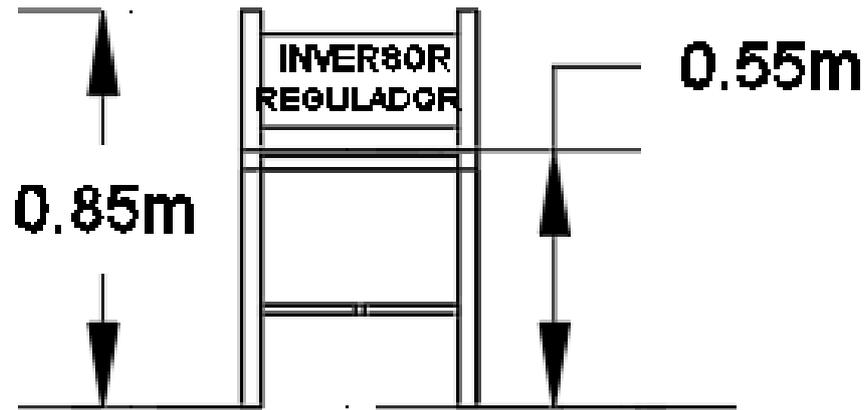


Ilustración 40: Estructura base vista frontal.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. RESUMEN DE RESULTADOS FINALES DE SIMULACIÓN EN PVSYST.

Se presenta el resultado final de la simulación del sistema fotovoltaico, este cuenta con dos módulos con una potencia nominal de 560 y un paquete de baterías de 2 unidades a un voltaje de 12V capacidad de 200 Ah.

Energía disponible 661.0 kWh/año

Energía usada 490.0 kWh /año

Producción específica: 1180 kWh /kWp /año

Proporción de rendimiento: 59.56%

Producción normalizada: 2.40 kWh /kWp /día

Resultados principales			
Producción del sistema	661 kWh/año	Prod. normalizada	2.40 kWh/kWp/día
Prod. específica	1180 kWh/kWp/año	Pérdidas del conjunto	1.30 kWh/kWp/día
Proporción de rendimiento	0.596	Pérdidas del sistema.	0.33 kWh/kWp/día

Ilustración 41: Resultados principales del diseño del módulo fotovoltaico

Resumen del sistema			
Sistema independiente		Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV		Necesidades del usuario	
Plano fijo		Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azimut	30 / 0 *	Constante durante el año	
		Promedio	
		2.2 kWh/Día	
Información del sistema		Paquete de baterías	
Generador FV		Tecnología	
Núm. de módulos	2 unidades	Plomo-ácido, sellado, Gel	
Pnom total	560 Wp	Núm. de unidades	2 unidades
		Voltaje	12 V
		Capacidad	200 Ah
Resumen de resultados			
Energía disponible	661.0 kWh/año	Producción específica	1180 kWh/kWp/año
Energía usada	490.0 kWh/año	Proporción rend. PR	59.56 %
		Fracción solar (SF)	60.74 %

Ilustración 42: Resumen del sistema

4.2. NECESIDADES DETALLADAS DEL USUARIO

En la vivienda ubicada en la comunidad de Masa 1, encontramos 5 focos de 50w su uso de 5 horas con un consumo de 1250 Wh/día, una TV de 80W su uso de 6 horas con un consumo de 480 Wh/día, un ventilador de 80W su uso de 6 horas con un consumo de 480 Wh/día, energía diaria total consumida en la vivienda 2210 Wh/día.

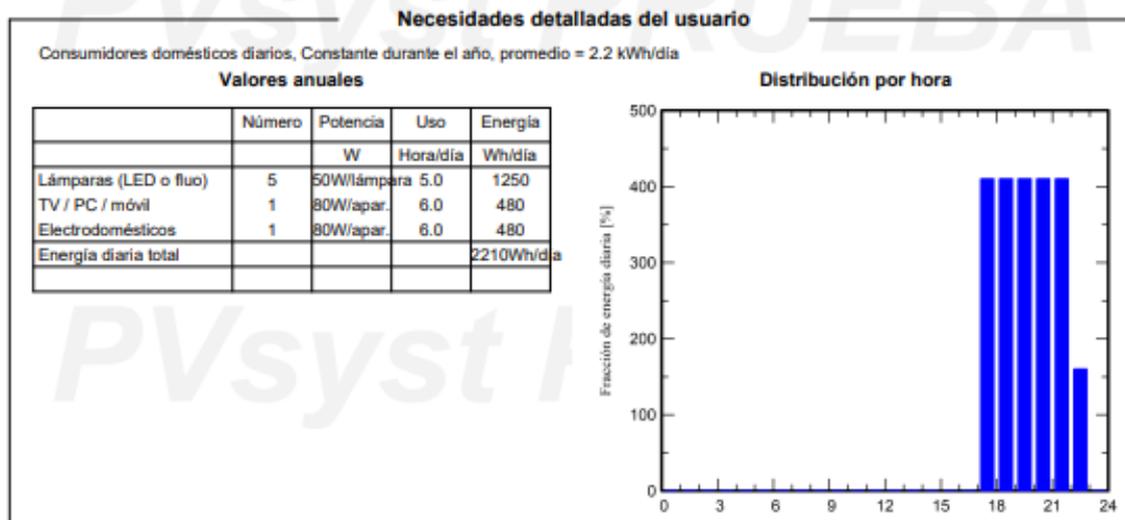


Ilustración 43: Necesidades detalladas del usuario

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

El sistema independiente consta de dos paneles solares modelo Anji Dasol Solar DS-A5-280Wp, dos baterías conectadas en paralelo modelo Acmeq 12V 100F Plomo-acido, Sellado, Gel, con un voltaje de 12V y capacidad nominal 200 Ah, un controlador de carga SmartSolar MPPT 100/30 12V y un convertidor MPPT.

Características del generador FV			
Módulo FV		Batería	
Fabricante	Generic	Fabricante	Generic
Modelo	DS-A5-280	Modelo	AcmeG 12V 100 F
(Base de datos PVSyst original)			
Unidad Nom. Potencia	280 Wp	Tecnología	Plomo-ácido, sellado, Gel
Número de módulos FV	2 unidades	Núm. de unidades	2 en paralelo
Nominal (STC)	560 Wp	Descarga mín. SOC	21.0 %
Módulos	1 Cadena x 2 En series	Energía almacenada	2.0 kWh
Características del paquete de baterías			
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje	12 V
Pmpp	507 Wp	Capacidad nominal	200 Ah (C10)
U mpp	64 V	Temperatura	Temperatura ambiente exterior
I mpp	7.9 A		
Controlador		Control de gestión de la batería	
Fabricante	Generic	Comandos de umbral como	Voltaje de batería
Modelo	SmartSolar MPPT 100/30 12V	Cargando	13.8 / 12.8 V
Tecnología	Convertidor MPPT	SOC corresp.	0.91 / 0.80
Coef. temp.	-2.7 mV/°C/Elem.	Descarga	11.9 / 12.4 V
Convertidor		SOC corresp.	0.21 / 0.50
Eficiencias máxi y EURO	98.0 / 96.0 %		
Potencia FV total			
Nominal (STC)	0.560 kWp		
Total	2 módulos		
Área del módulo	3.9 m²		

Ilustración 44: Características del generador FV

4.4. RESULTADOS PRINCIPALES

En esta parte se detalla los resultados principales del sistema fotovoltaico, la producción del sistema se detalla a continuación.

-Producción del sistema.

Energía disponible: 660.98 kWh /año

Energía usada: 489.99 kWh /año

Exceso (energía sin uso): 124.16 kWh /año

-Perdida de carga.

Fracción de tiempo: 63.8%

Energía faltante: 316.66 kWh /año

Proporción de rendimiento: 59.56%

Fracción solar: 60.74%

- Envejecimiento de la batería (estado de desgato)

Ciclos de carga 80.3%

SOW estáticos 91.2%

Duración de vida de baterías 5.1 años

Resultados principales			
Producción del sistema			
Energía disponible	660.98 kWh/año	Proporción de rendimiento (PR)	59.56 %
Energía usada	489.99 kWh/año	Fracción solar (SF)	60.74 %
Exceso (sin usar)	124.16 kWh/año		
Pérdida de carga			
Fracción de tiempo	63.8 %	Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)	
Energía faltante	316.66 kWh/año	Ciclos SOW	80.3 %
		SOW estático	91.2 %
		Duración de vida de batería	5.1 años

Ilustración 45: Resultados principales del diseño del módulo fotovoltaico

4.5. PRODUCCIONES NORMALIZADAS (KILOVATIO PICO)

En la siguiente imagen se muestra la producción normal del generador fotovoltaico independiente, el color azul muestra la energía no utilizada (batería llena), el color lila representa las pérdidas del sistema fotovoltaico, el color verde representa las pérdidas del sistema y carga de baterías, y por último el color café energía suministrada al usuario, cabe recalcar que el consumo de la vivienda es de 2.21 kWh/día y nuestro generador fotovoltaico nos da 2.4 kWh/kWp/día queda demostrado que el sistema fotovoltaico cubre las necesidades del usuario.

Producciones normalizadas (por kWp instalado)

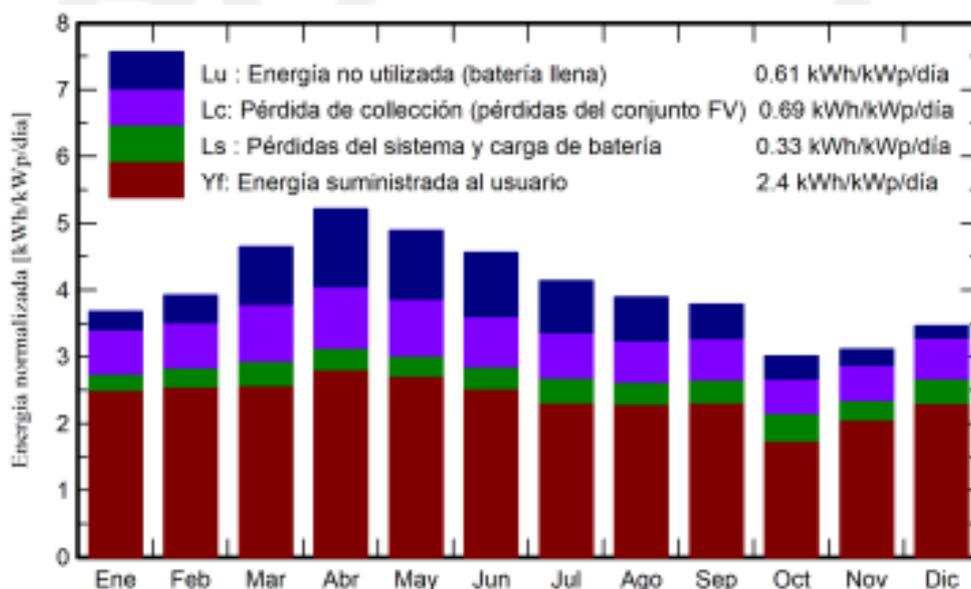


Ilustración 46: Producciones normales

4.6. RELACIÓN DE RENDIMIENTO

En la siguiente imagen se presenta proporción de rendimiento la barra color café representa el índice de rendimiento 0.596 y fracción solar 0.607

Proporción de rendimiento (PR)

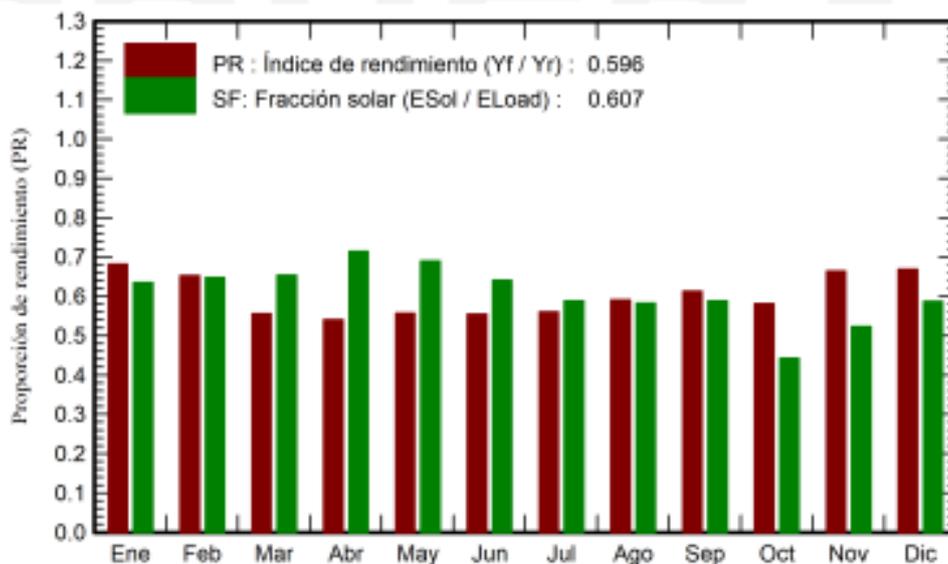


Ilustración 47: Proporción de rendimiento

4.7. BALANCE GENERAL Y RESULTADOS CLAVE

En esta imagen se puede ver los balances anuales de irradiación solar, irradiación horizontal global, global efectivo sombreados, energía solar disponible, energía no utilizada, energía faltante, energía suministrada al usuario, la demanda de energía del usuario y fracción solar, en los resultados nos percatamos que en el mes de mayo nos dan buenos resultados con 68.4 kWh con la energía solar disponible. Mientras que en el mes de noviembre observamos poco aprovechamiento con un 41.62 kWh.

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac proporción
Enero	149.9	108.2	50.59	4.60	25.00	43.51	68.51	0.635
Febrero	131.4	105.3	49.33	6.28	21.77	40.11	61.88	0.648
Marzo	156.7	139.7	64.24	14.90	23.69	44.82	68.51	0.654
Abril	155.8	152.3	70.33	19.30	18.98	47.32	66.30	0.714
Mayo	140.1	148.0	68.41	17.60	21.22	47.29	68.51	0.690
Junio	122.9	133.8	62.17	15.83	23.83	42.47	66.30	0.641
Julio	118.9	125.2	58.36	13.35	28.24	40.27	68.51	0.588
Agosto	119.0	117.6	55.17	11.26	28.60	39.91	68.51	0.583
Septiembre	120.6	109.9	51.58	8.48	27.27	39.03	66.30	0.589
Octubre	106.8	89.8	41.51	5.85	38.16	30.35	68.51	0.443
Noviembre	116.3	89.2	41.62	3.74	31.59	34.71	66.30	0.523
Diciembre	142.5	102.0	47.67	2.96	28.31	40.20	68.51	0.587
Año	1581.0	1420.9	660.98	124.16	316.66	489.99	806.65	0.607

Ilustración 48: Balances y resultados principales

Leyendas

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

Ilustración 49: Leyendas

4.8. REPRESENTACIÓN DE PERDIDAS

En la siguiente figura 46 podemos ver la pérdida de irradiación horizontal global, irradiación efectiva de los colectores, el conjunto de potencia nominal, potencia efectiva a la salida del conjunto, pérdidas del convertidor, almacenamiento de baterías, la potencia suministrada al usuario y el requisito energético en la vivienda.

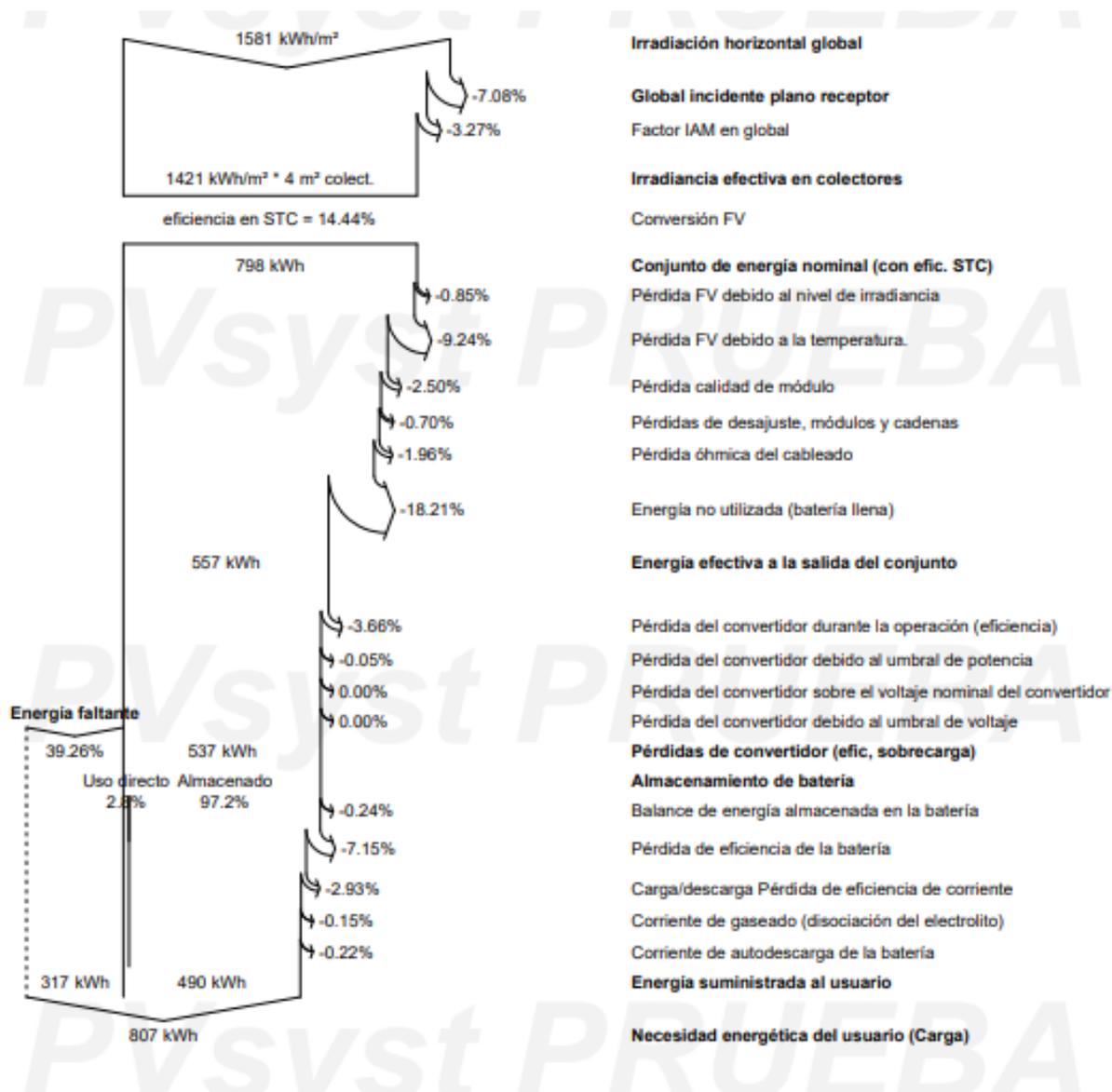


Ilustración 50: Pérdidas del sistema fotovoltaico

4.9. GRÁFICOS PREDEFINIDOS

En el siguiente gráfico vemos el resultado de la entrada de energía diaria del sistema fotovoltaico versus la energía suministrada diaria.

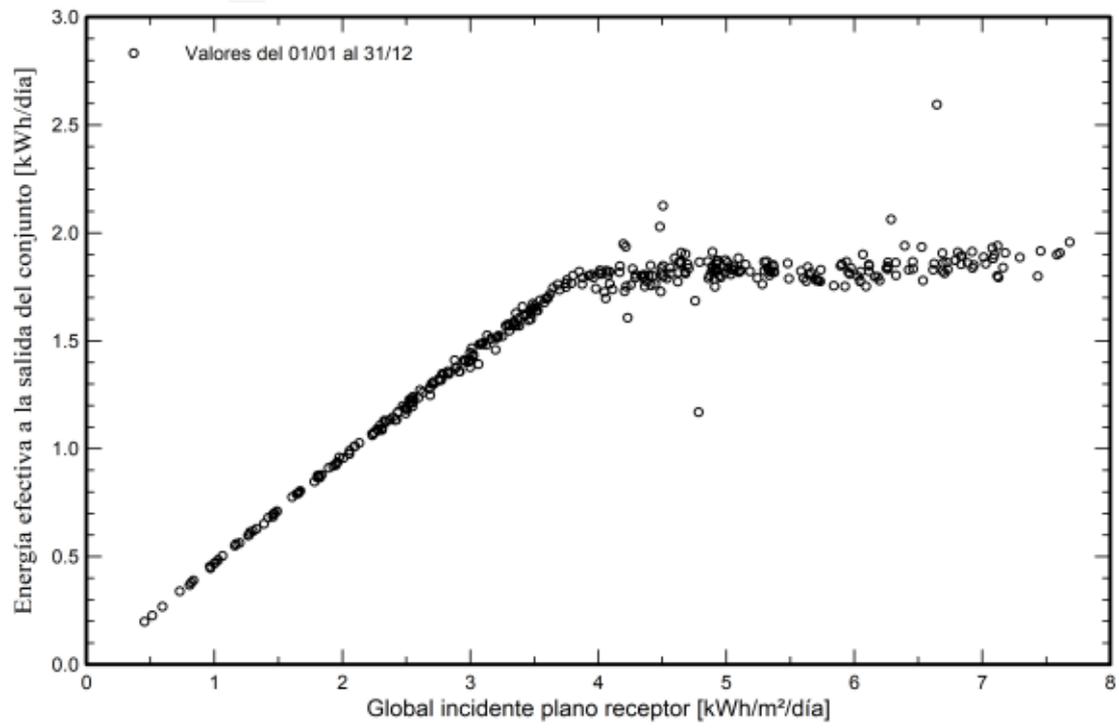


Ilustración 51: Gráficos predefinidos

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El mejor resultado de esta idea que se pudo mejorar en algo la calidad de vida de los moradores, dándoles energía eléctrica autosustentable y amigable con el medio ambiente.
- Gracias al programa PVsyst se logró un buen diseño del generador fotovoltaico, se logró diseñar un generador fotovoltaico vasto de cubrir la demanda de la vivienda, ya que la vivienda tenía un consumo de 2.21 kWh/día y nuestro sistema cubrirá esta necesidad suministrando 2.4 kWh/kWp/día.
- Se logro seleccionar los componentes más factibles tanto en la instalación del generador fotovoltaico como en la instalación residencial así se produzca un buen desempeño y que al futuro no de problemas a los moradores de la vivienda.
- Se llego a la conclusión que el proyecto cumplió con todos los objeticos, el proyecto fue todo un éxito, se logró cumplir con un generador energético libre de contaminación, libre de costos extras en combustibles y una mejor instalación residencial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere recomendar este tipo de ideas en sitios similares a la comunidad de MASA 1, así se puede beneficiar a más personas que no cuentan con el servicio eléctrico.
- Se recomienda no manipular equipos de energía solar sin un previo estudio sobre el tema así se puede evitar riesgos al momento de la implementación
- Se recomienda la capacitación de los habitantes de la comunidad en donde se procedió la implementación para su mantenimiento previo del sistema.

ANEXOS

Fotografías de la implementación de la instalación residencial.



Ilustración 52: Instalación de iluminación



Ilustración 53: Instalación de caja de paso



Ilustración 54: Instalación de tomacorrientes



Ilustración 55: Instalación de caja de breaker



Ilustración 56: Puntos de luz



Ilustración 57: Puntos de interruptores



Ilustración 58: Instalación de tuberías para cableado



Ilustración 59: Finalización del proyecto

Fotografías de implementación base de paneles solares y sus componentes.



Ilustración 60: Construcción de base para panel solar



Ilustración 61: Material para construcción de bases de panel solar



Ilustración 62: Resultado de implementación de base de panel solar



Ilustración 63: Construcción de base para inversor, regulador y baterías

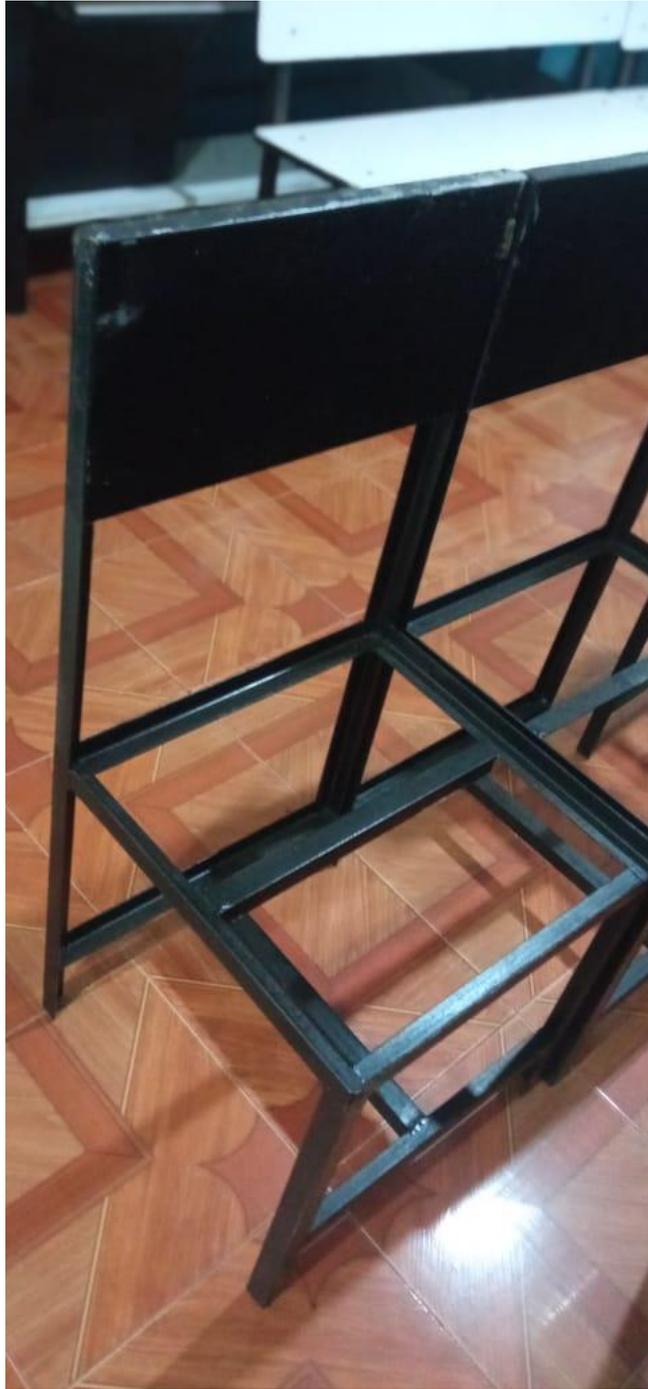


Ilustración 64: Resultado final de base

Fotografías del viaje realizado a Masa 1.

Ilustración 65: Viaje en bote a Masa 1



Ilustración 66: Viaje a Masa 1



Ilustración 67: Equipo de Proyecto Masa 1



Ilustración 68: Vivienda beneficiada




Sede: GUAYAQUIL CampusCENTENARIO Fecha: 28/05/2022
 Carrera: ELECTRICIDAD Asunto: Proyecto de grado "ENERGIA SOLAR"
 Nombre ESTUDIANTE: kleber chico Ramirez CI: 0704972587
 Representante de hogar: Lucia Zuñiga Simenez CI: 092526583-1
 Destinatario: ING Gary Omar Ampuño Muñoz

Si todos cordiales estimad@, por el presente documento realizamos la gestión y afirmación en cada uno de los avances que se realizaran en el proyecto de masa 1 para un mejor provenir en la comunidad.

YO Lucia Zuñiga Simenez acepto para que procedan a realizar investigaciones en mi residencia número ___ con fines investigativos sobre el proyecto de energía solar.

Quedaría agradecido con su ayuda y su plena confianza al momento de realizar mejoras en sus viviendas-


 REPRESENTANTE DE VIVIENDA


 ESTUDIANTE ENCARGADO

Ilustración 69: Carta de compromiso de proyecto

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Patel, “CEDECO,” pp. 9–25, 2019.
- [2] T. Días and G. Carmona, “Componentes de una instalación solar fotovoltaica 1,” p. 22, 2020.
- [3] J. Alvarado Ladron de Guevara, “Diseño y Cálculo de una instalcion fotovoltaica aislada,” p. 90, 2018, Accessed: Jun. 23, 2022. [Online]. Available: http://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf
- [4] R. Báez, José. Forero, “Energía solar fotovoltaica, una alternativa sustentable para el futuro,” Universidad Santo Tomás Bogotá, Colombia, pp. 1–14, 2018.
- [5] P. de Titulación, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA.”
- [6] P. el Obtener Título De and J. Alberto Guzmán Bautista, ““INSTALACIÓN DE 32 PANELES FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED ELECTRICA DE CFE’ MEMORIA DE ESTADÍA SPRESENTA.”
- [7] G. Leonardo, G. Santana, K. David, and C. Mera, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO ELÉCTRICO TEMA DEL PROYECTO: SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO APLICADO MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA COMUNA MASA 2, GOLFO DE GUAYAQUIL AUTORES.”
- [8] Andrés Marcelo Salvador Chávez, “Diseño de un SFA para una casa de campo”.
- [9] M. Sc. , dr. rer. nat. C. Independiente. B. d. C. , Colombia. humberto Rodríguez Murcia Físico, “Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas,” Colombia.
- [10] P. Fin and D. E. Carrera, “UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.”

- [11] S. S. Nandwani, “ENERGIA SOLAR-CONCEPTOS BASICOS Y SU UTILIZACION.”
- [12] K. Mohammadi et al., “FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA-DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BAJA POTENCIA,” *Adv Drug Deliv Rev*, vol. 135, no. January 2006, pp. 989–1011, 2017, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2018.07.012><http://www.capsulae.com/media/Microencapsulation-Capsulae.pdf><https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2019.05.001>
- [13] O. Perpiñan Lamigueiro, “E S Fotovoltaica,” p. 194, 2012, [Online]. Available: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>
- [14] A. Cristian David Petrel Higueta and C. David Petrel Higueta, “DISEÑO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO E INDIVIDUAL EN EL CORREGIMIENTO BOCAS DEL ATRATO-TURBO.”
- [15] S. Pingel et al., “Mechanical Stability of Solar Cells within Solar Panels Torsten Geipel Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE MECHANICAL STABILITY OF SOLAR CELLS WITHIN SOLAR PANELS,” 2009, doi: 10.4229/24thEUPVSEC2009-4AV.3.49.
- [16] O. Javier and A. Fajardo, “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE INVERSOR TRIFÁSICO DC-AC ACOPLADO A UN PANEL FOTOVOLTAICO, UTILIZANDO EL ALGORITMO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA MEDIANTE UN MICROCONTROLADOR PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO.”
- [17] A. : Javier, C. Roé, D. Biel, and S. Barcelona, “Diseño e Implementación de un Inversor Multinivel para Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red,” 2009.
- [18] J. Sebastián Parrado Gutiérrez Juan Harrinson Julio Sanguino Peña Directores and G. Perilla Galindo Arturo Fajardo Jaimes, “Señales.”

- [19] J. Biancon, “Programa Luz do Sol/Alagoas de 1998, o Programa Xingó de,” Almeida Prado e Pereira, 1999.
- [20] J. Sebastián, P. Abella, J. Sebastian, T. Reyes, J. Alexander, and H. Mora, “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico híbrido y desarrollo de su regulador de carga aplicando instrumentación virtual.”