



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE
ENERGÍA A UN SECTOR RURAL DEL GOLFO DE GUAYAQUIL MEDIANTE EL
ANÁLISIS DE CARGA Y SIMULACIÓN POR SOFTWARE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: VICTOR HUGO CHILUIZA BRIONES

TUTOR: Ing.CESAR ANTONIO CÁCERES GALÁN,MSc

Guayaquil-Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Yo, Victor Hugo Chiluiza Briones con documento de identificación N.º 0953885605 manifiesto que:

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

Guayaquil, 07 de febrero del año 2022

Atentamente,



Victor Hugo Chiluiza Briones
0953885605

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

Yo, Victor Hugo Chiluiza Briones con documento de identificación N.º 0953885605, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: “Implementación De Un Sistema Fotovoltaico Para Abastecer De Energía A Un Sector Rural Del Golfo De Guayaquil Mediante El Análisis De Carga Y Simulación Por Software”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 07 de febrero del año 2022

Atentamente,



Victor Hugo Chiluiza Briones
0953885605

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cesar Antonio Cáceres Galán con documento de identificación N.º 0911477776, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE ENERGÍA A UN SECTOR RURAL DEL GOLFO DE GUAYAQUIL MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CARGA Y SIMULACIÓN POR SOFTWARE, realizado por Victor Hugo Chiluiza Briones con documento de identificación N° 0953885605, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 07 de febrero del año 2022
Atentamente,



Ing. César Antonio Cáceres Galán, Msc
0991147776

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado a:

Dios en primer lugar, porque me ha dado la fuerza, me ha mantenido, y gracias a Él he logrado cumplir una meta más.

A mis padres, quienes me han enseñado con su ejemplo a confiar a Dios, a luchar contra las adversidades y a no rendirme hasta no lograr cumplir mi objetivo. Gracias por su amor, su tiempo, su paciencia y todo su esfuerzo.

A mis hermanos, por todo su apoyo y por incentivar me a seguir luchando. A toda mi familia que con sus consejos, oraciones, correcciones y esfuerzos me han acompañado en los altos y bajos momentos de mi vida.

Finalmente, este proyecto de grado va dedicado a mis amigos por estar siempre por estar prestos para brindarme su ayuda siempre que la he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le doy las gracias a Dios por permitirme cumplir un logro más en mi vida. A mi familia, en especial a mis padres, quienes son los que siempre me han aconsejado, me dan el sustento y la fuerza para seguir esforzándome.

De igual manera, mi agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, a aquellos docentes que nos impartieron sus conocimientos con gran entusiasmo y esfuerzo, a aquellos amigos que conocí a lo largo de la carrera, que han sido de gran ayuda y me han permitido desarrollar y mejorar aspectos de mi vida educativa, profesional y personal.

De manera especial agradezco a mi compañero y amigo Jamil Orellana, quien fue parte fundamental en el desarrollo de este proyecto.

Gracias a todas aquellas personas que me apoyaron, que confiaron en la realización de este proyecto.

RESUMEN

El proyecto en cuestión tiene como finalidad la implementación de sistemas fotovoltaicos en la comuna Masa 2 ubicada en el Golfo de Guayaquil, con la finalidad de abastecer del suministro eléctrico limpio y económico a los habitantes del sector, ya que no cuentan con suministro eléctrico convencional, lo que implica utilizar generadores eléctricos a base de motores de combustión interna, los mismos que dan lugar a gastos económicos considerables, pero colateralmente el daño medio ambiental que producen. En torno al antecedente antes indicado se tiene previsto aprovechar la energía solar como recurso natural con los que cuenta el sector, además de ser amigable con el medio ambiente nos permitirá reducir tanto los costos debido al consumo de combustible, el mantenimiento del grupo pero sobre todo mitigar el impacto ambiental del CO_2 sobre el entorno.

En base a ello se efectuó el análisis de carga para garantizar un sistema estable a futuro y capaz de cubrir las necesidades eléctricas básicas y comunes de los moradores, tomando como referencia el consumo eléctrico promedio que cada vivienda, todo esto mediante el estudio del lugar y de los elementos eléctricos que utilizan, lo cual permitió realizar el diseño y dimensionamiento adecuado de los equipos en los que se pueda aprovechar la mayor captación de la radiación solar.

Finalmente se realizaron las pruebas de estabilidad del sistema propuesto con la finalidad de verificar su correcto funcionamiento.

Palabras Claves: Energía Renovable, Sistema Fotovoltaico, Energía Solar, Software Pvsyst.

ABSTRACT

The project in question aims to implement photovoltaic systems in the commune Masa 2 located in the Gulf of Guayaquil, in order to supply clean and economical electricity supply to the inhabitants of the sector, since they do not have conventional electricity supply, which involves using electric generators based on internal combustion engines, which give rise to considerable economic costs, but collaterally the environmental damage they produce. Based on the above-mentioned background, it is planned to take advantage of solar energy as a natural resource available in the sector, in addition to being environmentally friendly, it will allow us to reduce costs due to fuel consumption, the maintenance of the group, and above all, mitigate the environmental impact of the CO_2 on the environment.

Based on this, the load analysis was carried out to guarantee a stable system in the future and capable of covering the basic and common electrical needs of the dwellers, taking as a reference the average electrical consumption that each dwelling, all this through the study of the place and the electrical elements that they use, which allowed the design and adequate sizing of the equipment in which the greatest capture of solar radiation can be taken advantage of.

Finally, stability tests of the proposed system were carried out in order to verify its correct operation.

Keywords: Renewable Energy, Photovoltaic System, Solar Energy, PVSyst Software.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xv
ACRÓNIMOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO 1	2
1.1. TÍTULO	2
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. PROBLEMA DE ESTUDIO.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5. DELIMITACIÓN.....	4
1.6. BENEFICIARIOS.....	5
1.7. OBJETIVOS.....	5
1.7.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.8. MARCO METODOLÓGICO	6
2. CAPITULO 2	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. INTRODUCCIÓN A ENERGÍAS ALTERNATIVAS.....	7
2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	7
2.3. RADIACIÓN SOLAR	8

2.4. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	9
2.4.1. MÓDULOS O PANELES FOTOVOLTAICOS.....	9
2.4.2. BATERÍAS	9
2.4.3. REGULADOR DE CARGA	11
2.4.4. INVERSOR.....	11
2.5. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	12
2.6. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOR A LA RED (ON GRID)	12
2.7. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS (OFF GRID)	13
2.8. REGULACIONES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	13
2.8.1. REGULACIONES PARA SFV EN ECUADOR.....	14
2.8.2. REGULACIÓN Nro. ARCONEL -003/18 PARA SISTEMAS QUE TRABAJEN EN SINCRONISMO CON LA RED.....	14
2.8.2.1. ESQUEMA DE CONEXIÓN.....	15
2.8.2.2. TIEMPO DE TRABAJO DEL μ SFV	15
2.8.2.3. DETALLES TÉCNICOS	15
2.8.3. REGULACIÓN Nro. ARCONEL -003/18 PARA SISTEMAS AISLADOS.....	16
2.9. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE CARGA.....	16
2.10. SOFTWARE	17
2.10.1. PVSyst.....	18
2.11. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	18
2.11.1. HUELLA ECOLÓGICA.....	19
2.11.2. HUELLA DE CARBONO	19
2.12. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA.....	19
3. CAPITULO 3	21
METODOLOGÍA	21
3.1. METODOLOGÍA Y MEDIOS.	21
3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIVIENDA	21
3.3. DEMANDA DE LA VIVIENDA	22

3.4. ANÁLISIS DE CARGA	23
3.4.1. NECESIDADES DEL SISTEMA.....	23
3.4.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL SISTEMA	23
3.4.2.1. DEMANDA DEL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN.....	23
3.4.2.2. DEMANDA DEL CIRCUITO DE TOMACORRIENTES	24
3.4.2.3. DEMANDA MÁXIMA DIARIA DE LA VIVIENDA	24
3.4.3. PLANILLA DE CIRCUITOS	25
3.4.4. PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA	27
3.4.5. PLANO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA.....	28
3.5. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	29
3.5.1. ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DE PANELES.....	29
3.5.2. DEMANDA TOTAL DEL SISTEMA.....	30
3.5.3. HORA SOLAR PICO (HSP)	30
3.5.4. CALCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	31
3.5.5. SELECCIÓN DEL ÓPTIMO PANEL FOTOVOLTAICO	32
3.5.6. DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERIAS.....	32
3.5.6.1. TENSIÓN DE TRABAJO.....	33
3.5.6.2. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE DESCARGA.....	33
3.5.6.3. DÍAS DE AUTONOMÍA.....	33
3.5.6.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERÍAS.....	34
3.5.6.5. SELECCIÓN DE LAS BATERÍAS.....	35
3.5.7. DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA	38
3.5.7.1. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA	39
3.5.8. DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR	40
3.5.8.1. SELECCIÓN DEL INVERSOR DC/AC	41
3.6. SISTEMA FOTOVOLTAICO PROPUESTO	41
3.7. SIMULACION POR SOFTWARE PVSyst.....	42

3.8. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y AMBIENTAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....	45
3.8.1. ANÁLISIS EN EL ENTORNO AMBIENTAL	45
3.8.1.1. HUELLA DE CARBONO	45
3.8.1.2. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO.....	46
3.8.1.2.1. ESCENARIO 1: EL GENERADOR ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA .	46
3.8.1.2.2. ESCENARIO 2: EL GENERADOR Y EL SISTEMA FOTOVOLTAICO ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA	48
3.8.1.2.3. RESULTADOS ESTIMADOS	49
3.8.2. ANÁLISIS EN EL ENTORNO ECONÓMICO	50
3.8.2.1. ESCENARIO 1: EL GENERADOR ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA .	50
3.8.2.2. ESCENARIO 2: SISTEMA FOTOVOLTAICO Y GENERADOR ABASTECEN LA DEMANDA DEL SISTEMA.....	51
3.8.2.3. RESULTADO ESTIMADO.....	52
3.9. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	53
3.9.1. ESTRUCTURA PARA SOPORTE DEL PANEL FOTOVOLTAICO	53
3.9.2. ESTRUCTURA PARA BANCO DE BATERÍAS.	56
3.9.3. PRUEBA DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	57
3.9.4. ADECUACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA.	58
3.9.5. INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	61
3.9.6. PRUEBAS EN CAMPO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	64
4. CAPITULO 4	65
ANÁLISIS DE RESULTADOS	65
4.1.1. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	65
4.1.2. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	66
4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO AMBIENTAL	74
5. CAPÍTULO 5	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1.1. CONCLUSIONES.....	75

5.1.2. RECOMENDACIONES	76
6. BIBLIOGRAFÍA.....	77
7. ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Viviendas, Isla Golfo de Guayaquil, Comunidad Masa 2.....	2
Ilustración 2 Ubicación Comunidad Masa 2	4
Ilustración 3 Tipos de Radiación.....	8
Ilustración 4. Etapas de carga de las baterías.	10
Ilustración 5 Reguladores de Voltaje	11
Ilustración 6: Sistema fotovoltaico conectado a la red.....	12
Ilustración 7. Sistemas fotovoltaicos aislados.	13
Ilustración 8 Criterios de Fuentes Potenciales.....	20
Ilustración 9 Irradiación Global Horizontal (GHI) Anual	20
Ilustración 10. Generador utilizado por la vivienda.	22
Ilustración 11.Plano Arquitectónico de la vivienda.	27
Ilustración 12.Plano Eléctrico de la vivienda.	28
Ilustración 13. Batería Ritar DC-12-100	37
Ilustración 14. Controlador MPPT 75/15 SmartSolar	40
Ilustración 15. Inversor DC/AC Victron energy.	41
Ilustración 16. Esquema de conexión del sistema fotovoltaico.....	42
Ilustración 17. Datos cargados al software PVSyst.....	43
Ilustración 18. Resumen de resultados de la simulación.....	44
Ilustración 19. Comparación de emisión anual de KgCO ₂ en los diferentes escenarios	49
Ilustración 20. Comparación de los gastos anuales en los diferentes escenarios	52
Ilustración 21. Diagramas 3D de la Base del Panel Fotovoltaico.	54
Ilustración 22. Diagrama 2D de la Base del Panel Fotovoltaico.	54
Ilustración 23. Construcción de la base para el panel fotovoltaico	55
Ilustración 24. Esquema 3D en AutoCAD de la base del banco de baterías.	56
Ilustración 25. Construcción de la base del banco de baterías.	57
Ilustración 26. Pruebas del funcionamiento de los equipos.....	58
Ilustración 27. Sistema eléctrico de la vivienda	59

Ilustración 28. Adecuaciones del sistema eléctrico de la vivienda.....	60
Ilustración 29. Fabricación de la estructura del plinto	61
Ilustración 30. Construcción del plinto	62
Ilustración 31. Instalación de varilla de puesta a tierra.	62
Ilustración 32. Instalación del panel fotovoltaico.....	63
Ilustración 33. Instalación de controlador, inversor y batería.	64
Ilustración 34. Medición de voltaje y corriente en el sistema.	64
Ilustración 35. Resumen de resultados	65
Ilustración 36. Producción normalizada del sistema fotovoltaico.	65
Ilustración 37. Histórico de generación y consumo de la vivienda desde la aplicación de VictronConnect	66
Ilustración 38. Generación y consumo del sistema fotovoltaico en noviembre.	67
Ilustración 39. Generación y consumo del sistema fotovoltaico en diciembre.	67
Ilustración 40. Tiempos de estados de carga de las Baterías en noviembre.	68
Ilustración 41. Tiempos de estados de carga de las Baterías en diciembre.	69
Ilustración 42. Tiempo de Carga Diaria de la Batería - diciembre.....	70
Ilustración 43. Tiempo de Carga Diaria de la Batería - noviembre.....	70
Ilustración 44. Voltajes máximos y mínimos registrados en el mes de noviembre.....	71
Ilustración 45. Voltajes máximos y mínimos registrados en el mes de diciembre.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dispositivos eléctricos más comunes en una vivienda.....	17
Tabla 2. Consumo estimado actual de la vivienda	22
Tabla 3. Planilla de consumo de la vivienda para el sistema fotovoltaico	25
Tabla 4. Planilla general de consumo de la vivienda	26
Tabla 5. Hora solar Pico.	31
Tabla 6. Paneles solares en el disponibles en el mercado local.....	32
Tabla 7. Días de no sol consecutivos en 7 días	34
Tabla 8. Baterías de plomo-ácido disponibles en el mercado local.....	35
Tabla 9. Capacidad cubierta de los bancos de baterías con respecto a la demandada.....	36
Tabla 10. Análisis económico de los sistemas de baterías	36
Tabla 11. Controladores de carga disponibles en el mercado local.....	39
Tabla 12. Característica de Inversores en el mercado local	41
Tabla 13. Gasto mensual por uso del generador en el escenario 1	50

Tabla 14. Gasto anual por el uso del generador en el escenario 1.....	50
Tabla 15. Gasto mensual por uso del generador en el escenario 2.....	51
Tabla 16. Gasto anual por uso del generador en el escenario 2.....	51
Tabla 17. Resumen del Comportamiento Energético del sistema Fotovoltaico.....	68
Tabla 18. Resumen de Tiempos y de Carga del sistema de baterías.....	69
Tabla 19. Resumen del Generador Fotovoltaico y Sistema de Baterías.....	72
Tabla 20. Resumen de la Autonomía del Sistema.....	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Demanda Esperada (1)	23
Angulo óptimo de inclinación (2)	29
Demanda de energía diaria (3)	30
Potencia del generador fotovoltaico (4)	31
Capacidad del banco de baterías (5).....	34
Corriente de entrada del regulador de carga (6)	38
Corriente de salida del regulador de carga (7).....	38
Potencia del inversor (8).....	40
Emisiones de CO ₂ (9).....	47
Consumo estimado de gasolina por hora (10)	47

ACRÓNIMOS

I: Corriente.

V: Voltaje.

W: Watts (Vatios).

kWh: Kilovatio Hora.

A: Amperio.

Ah: Amperios Hora.

AC: Corriente Alterna.

CC / DC: Corriente Continua o Corriente Directa.

IB: Radiación Directa.

ID: Radiación Difusa.

IR: Radiación Reflejada.

IG: Radiación Global.

GHI: Radiación Global Horizontal.

HSP: Hora Solar Pico.

Wp: Watts Pico.

μ SFV: Sistema de Micro generación Fotovoltaica.

PWM: Pulse Width Modulation (Modulación por Ancho de Pulso).

MPPT: Maximum Power Point Tracker (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia).

\emptyset : Latitud del lugar

NEC: Normativas Ecuatorianas De Construcción.

GEI: Gases de efecto invernadero.

$kgCO_2$: kilogramo de Dióxido de Carbono.

$TnCO_2$: Toneladas de Dióxido de Carbono.

INTRODUCCIÓN

Debido al crecimiento poblacional e industrial de manera acelerada se generó una gran demanda de energía en el mundo, lo que ha generado un aumento en las emisiones de los gases de efecto invernadero y demás contaminantes a nivel mundial, lo que está generando graves daños al ambiente y contribuyen al calentamiento global. [1]

La importancia que hoy en día tienen las energías renovables como la principal fuente energética en el país o en el mundo son para obtener sus grandes beneficios. Al inicio del nuevo milenio, el hombre tiene la necesidad de aminorar la contaminación ambiental para así reducir las lluvias acidas y efecto de invernadero. [2]

De acuerdo con A. Mallaguari & F. Shicay [3], se considera que si se aprovechara toda la energía fotovoltaica en un estimado de 20 días es capaz de generar la misma o una mayor cantidad de energía que los sectores del petróleo, gas y carbón en un año.

En el 2019, mediante las energías renovables, se generó el 8,5% de la energía eléctrica mundial, logrando integrarse a la red sin la necesidad de infraestructura complementaria.[4]

Así que la humanidad con su intento de mitigar los daños debido a la contaminación ambiental por la quema de combustibles fósiles y proveyendo el conocimiento para poseer las herramientas necesarias para la aplicación de sistemas que sean amigables con el medio ambiente. [5]

Este tipo consecuencias motivó a los investigadores a desarrollar alternativas de energías las cuales han ayudado a mitigar el impacto ambiental que el ser humano a producido.

En el año 2016, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable implementó la propuesta “Electrificación Rural con Energías Renovables en zonas aisladas del Ecuador”, con la finalidad de brindar del servicio de energía eléctrica a las comunidades rurales que se ubican en las provincias de Orellana y Sucumbíos, cuyas zonas están restringidas del acceso a las redes del sistema de distribución eléctrica nacional. [5]

1. CAPITULO 1

1.1.TÍTULO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ABASTECER DE ENERGÍA A UN SECTOR RURAL DEL GOLFO DE GUAYAQUIL MEDIANTE EL ANALISIS DE CARGA Y SIMULACION POR SOFTWARE

1.2.ANTECEDENTES



*Ilustración 1 Viviendas, Isla Golfo de Guayaquil, Comunidad Masa 2.
Fuente: Autor*

La electricidad además de ser un servicio de suma importancia es una necesidad básica a la hora de realizar una gran cantidad de actividades en la vida diaria. La electricidad es un recurso indispensable para el crecimiento social y humano, hoy en día se dificulta vivir sin energía, pero en algunas zonas rurales no cuenta con la electricidad suministrada por la red pública debido a que se encuentran en áreas remotas con difícil acceso, lo cual dificulta el desarrollo de proyectos eléctricos que sean viables para el desarrollo humano. [6]

Ante esta problemática se realizó un análisis para la implementación de un sistema fotovoltaico aprovechando los beneficios de la energía solar fotovoltaica, para suministrar de electricidad, reemplazando generadores que contaminan el ambiente.

La Universidad Politécnica Salesiana (UPS) tiene como objetivo aportar a la comunidad mediante la ayuda de autoridades y estudiantes en la implementación de sistemas fotovoltaicos para la comuna la cual suministrará de energía que permitirá alimentar ciertos equipos tales como: luminarias, tomacorrientes, cargadores de celulares, etc.[7]

La comunidad de Masa 2 por estar en una zona rural del Golfo de Guayaquil, se encuentra aislada de la ciudad siendo de difícil acceso para las entidades gubernamentales las cuales no han sido capaces de brindar un suministro constante del servicio eléctrico, por lo cual los moradores optaron por usar generadores que operan a base de combustibles fósiles para abastecerse del servicio eléctrico. [7]

De acuerdo con las visitas realizadas, y con el trabajo De L. Carrión y K. Mendoza, el reciento Masa 2, está conformado por aproximadamente 69 integrantes y se encuentran divididas en 23 familias de 3 a 5 habitantes por casa a las cuales se suministra energía por medio de generadores a gasolina, a un hogar de la comunidad de Masa 2. [8]

1.3.PROBLEMA DE ESTUDIO

Debido a que la comunidad Masa 2 se encuentra en una ubicación de difícil acceso, los moradores optaron por el uso de generadores a combustión de 2.2 kW, para abastecerse de energía eléctrica para iluminación de la vivienda, uso y carga de dispositivos electrónicos, empezando desde las 17:00 y finalizan a las 23:00h, aproximadamente 6 horas diarias. Debido a estas actividades de generan gastos en combustible de aproximadamente \$20 a \$35 semanales, además de aceite y demás elementos para el mantenimiento del generador. Este análisis corresponde a una sola vivienda, es decir que todos estos gastos se deben multiplicar por aproximadamente los 20 generadores con los que cuenta la comunidad . [4]

1.4.JUSTIFICACIÓN

Se pretende aprovechar uno de los recursos más abundantes en el Ecuador, el Sol, ya que debido a la ubicación geográfica contamos con una gran incidencia de los rayos solares cada año, los cuales serán aprovechados para convertirlos en energía eléctrica y lograr contar con una fuente de energía limpia lo que nos permitiría reducir de manera considerable el uso de generadores a base de combustible los cuales emiten CO_2 , lo que representa contaminación ambiental y auditiva. Otro de los principales beneficios del uso de este recurso renovable es que se podrá contar con más horas de iluminación en horas de la noche y con un costo de energía más reducido.

1.5.DELIMITACIÓN

El presente proyecto se implementará en la comuna Masa 2, el cual comprende el estudio para la implementación de un sistema de generación fotovoltaica aislada que se proyecta satisfacer las necesidades básicas tanto de iluminación como para el uso de varios equipos electrónicos, tales como celulares y televisores.

La comunidad Masa 2 es un recinto aislado que se encuentra en el golfo de Guayaquil, el cual no cuenta con servicios básicos debido a su ubicación geográfica y a la que es de dificultoso acceso, al cual se puede acceder de 2 maneras: por la vía fluvial a través de lancha y por vía terrestre mediante vehículos a través de camaroneras.

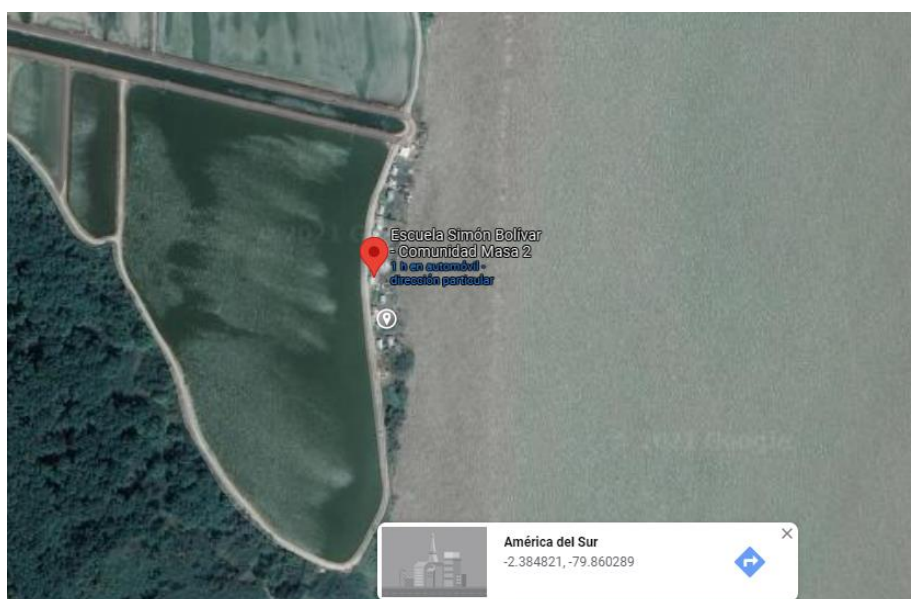


Ilustración 2 Ubicación Comunidad Masa 2

Fuente: Google Maps

1.6.BENEFICIARIOS

El proyecto en cuestión beneficiará principalmente a 2 familias de la comunidad de Masa 2 que habitan en la vivienda, ya que con esto se espera contar con más horas de iluminación y a un menor costo aprovechando una fuente renovable y limpia con el medio ambiente.

1.7.OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico aislado, el cual mediante el análisis de carga y simulación por software permita reducir las horas de uso de los generadores y sea capaz de cubrir la demanda eléctrica básica de la vivienda.

1.7.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento eléctrico en sitio de las cargas básicas de la residencia.
- Diseñar el sistema eléctrico para la residencia.
- Dimensionar el sistema fotovoltaico para la demanda base de la vivienda mediante el análisis de cargas.
- Verificar el sistema propuesto mediante el software PVSyst.
- Implementar el sistema fotovoltaico diseñado.
- Reducir el uso de generadores eléctricos mediante la aplicación de bancos de baterías incorporadas en el sistema fotovoltaico a diseñar.
- Análisis técnico económico del sistema fotovoltaico y ambiental del grupo electrógeno.

1.8.MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de esta estudio nos basamos en la investigación científica ya que acuerdo con Behar [9] , esta constituye el procedimiento consecuente por el cual los investigadores y científicos logran adquirir respuesta a las hipótesis planteadas.

El método científico involucra la observación, luego de la cual se generan hipótesis y experimentos en base a lo observado, esto de acuerdo con F. Vélez y C. Grijalva [5] .

En la medida en que se pretende verificar tanto la hipótesis bien establecida como los objetivos específicos, este trabajo ha sido elaborado con un enfoque cuantitativo, ya que según Arias [10] , debido a que la naturaleza del objeto es cuantificable, observable y medible.

2. CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO.

2.1.INTRODUCCIÓN A ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Debido al desarrollo acelerado tanto del sector industrial como el residencial, se tuvo la necesidad de obtener energía eléctrica y como primera opción se utilizaron recursos como el petróleo, uranio, gas natural y el carbón. Debido a que estas fuentes de energía no renovables tienen un gran impacto negativo en el medio ambiente, se ha optado por buscar fuentes de energía alternativas por medio de recursos o fuentes de energía limpias y renovables [11] .

I. Candial [12] nos indica que a los sistemas que combinan diferentes métodos de generación de energía , se los denomina híbridos. En estos sistemas se llega a una configuración óptima basándose en las condiciones ambientales del entorno para poder obtener el máximo rendimiento de los recursos renovables de la naturaleza.

Otro de los escenarios donde es recomendable el uso de fuentes de energía alternativa es para lugares los cuales se encuentren muy alejados del suministro de las redes eléctricas, y dependiendo de las condiciones ambientales del lugar se puede optar por generación por sistemas eólico, solar, hidráulica, biomasa, entre otras [8] .

2.2.ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La energía solar proviene de la radiación del sol, la cual se propaga mediante ondas electromagnéticas, y la energía solar fotovoltaica se fundamenta en el uso de células fotovoltaicas, las cuales se fabrican a base de materiales cristalinos semiconductores que por efecto fotovoltaico generan un movimiento de electrones lo cual produce una corriente eléctrica al recibir incidencia de la radiación solar sobre los mismos [13] .

2.3.RADIACIÓN SOLAR

Podemos definir a la radiación solar como el flujo de energía que llega a la tierra como ondas electromagnéticas, esta radiación se mide en W/m^2 [11] .

De acuerdo con el estudio de Andrés Veléz [14] , la radiación solar que penetra la atmósfera de la tierra, se distinguen varios tipos como se muestra en la Ilustración 3:

- Radiación Directa (IB)
- Radiación Difusa (ID)
- Radiación Reflejada (IR)
- Radiación Global (IG).

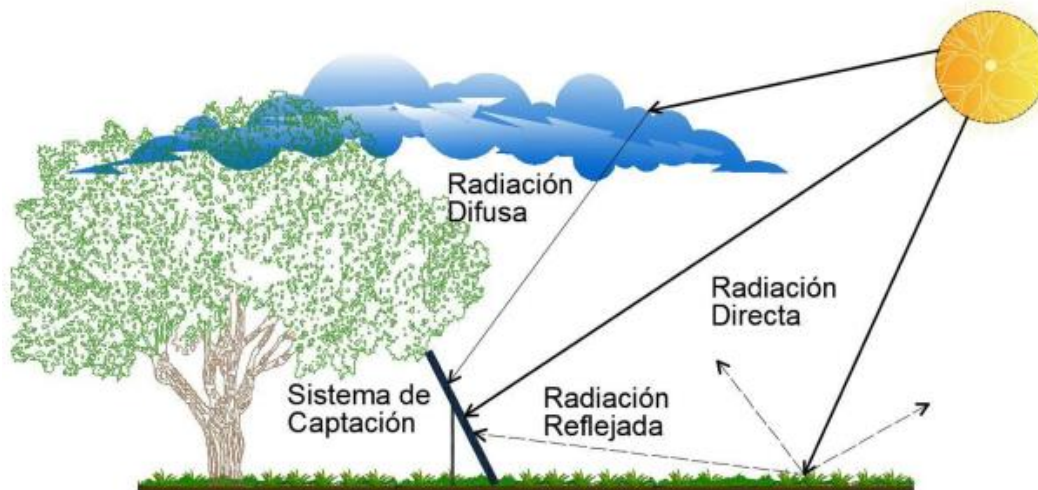


Ilustración 3 Tipos de Radiación
Fuente: [13]

La radiación solar se utiliza para el dimensionamiento de sistemas [15] fotovoltaicos, el cual se puede realizar utilizando sus unidades de medida las cuales son:

- **Hora solar pico (HSP)**
Se la define como la cantidad de horas sol en la que en una superficie logra absorber una radiación solar 1000 watts por metro cuadrado .
- **Watio pico (Wp)**
Es la potencia máxima que puede suministrar un sistema de generación fotovoltaico con una radiación constante de 1000 watts por metro cuadrado.

2.4.SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Se denomina sistema fotovoltaico al conjunto de dispositivos que permite la generación de energía eléctrica aprovechando la radiación solar [11] . Un sistema fotovoltaico está compuesto principalmente de:

2.4.1.MÓDULOS O PANELES FOTOVOLTAICOS

El módulo o Panel fotovoltaico está formado por celdas solares, las cuales a través del efecto fotoeléctrico transforma la radiación de la radiación solar a energía eléctrica DC [5] .

En la investigación de L, Basurto [16] , nos indica los tipos de paneles solares siguientes:

- Silicio puro monocristalinos son los más eficiente y efectivos, pero el precio es muy elevado.
- Silicio policristalino puro se basan en secciones de una barra de silicio que se estructura de manera desordenada formando una superficie con aspecto granulado, dando como resultado un precio muy reducido y con una eficiencia menor en comparación con los monocristalinos.

2.4.2.BATERÍAS

Las baterías son el medio con el cual se va a almacenar la energía para cumplir con la demanda por las noches o cuando no haya captación de radiación solar. De acuerdo con [17] , se puede definir que para un sistema fotovoltaico a pequeña escala la vida útil de estas baterías deben ser de aproximadamente de 500 ciclos o de 3 a 7 años y para sistemas a gran escala deben tener una vida útil de 1500 ciclos o de 7 a 15 años.

A continuación de presentan los tipos de baterías que se suelen utilizar en un sistema fotovoltaico:

- Batería de Plomo Ácido
- Batería de Níquel Cadmio
- Batería de Iones de Litio

Las baterías usan un método de carga a voltaje y corriente constante, en el cual el voltaje se eleva el voltaje en la terminal hasta que se alcanza el voltaje de carga superior, la carga de las baterías por este método toma entre 12 a 16 horas en bancos de baterías pequeños y de 26 a 48 horas en bancos estacionarios grandes, sin embargo existe un método el cual utiliza corrientes de carga mayores y se divide en una multietapa con lo que se puede lograr tiempos de carga de 8 a 10 horas, las multietapas se dividen en : [18]

- 1) Bulk (Carga constante). _ en esta etapa la batería adquiere casi el 80% de la carga a una corriente constante, mientras el voltaje aumenta progresivamente hasta alcanzar el voltaje pico de la batería.
- 2) Absorción (Carga final). _en esta etapa la batería se carga hasta llegar al 100% de su carga, en la cual el voltaje se mantiene constante mientras que suministra una baja corriente, mientras más se sature la batería, menor es la corriente suministrada.
- 3) Flotación (Carga de mantenimiento). _ en esta etapa es cuando batería ya completó su carga al 100%, por lo cual se busca mantener ese nivel de carga compensando la autodescarga con un voltaje de flotación y una corriente muy pequeña.

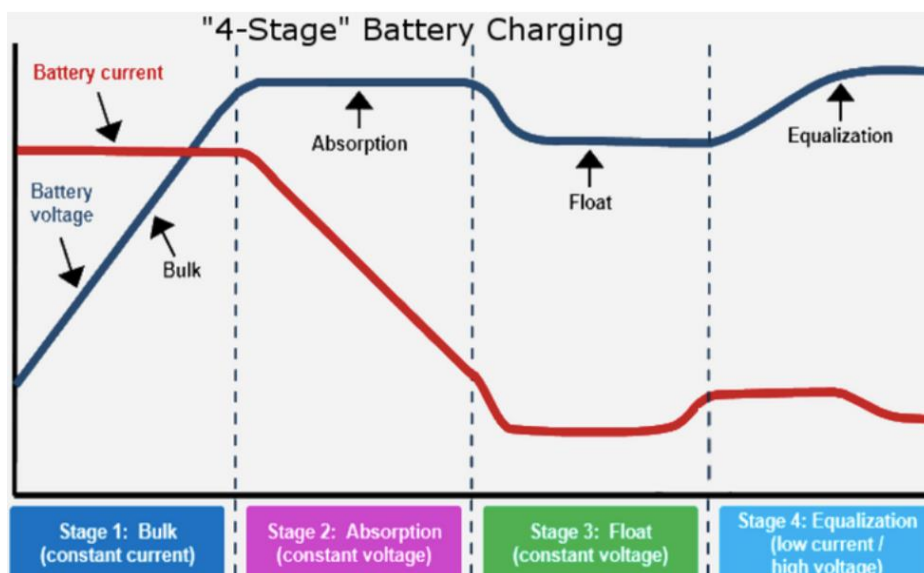


Ilustración 4. Etapas de carga de las baterías.
Fuente: [18]

2.4.3.REGULADOR DE CARGA

Los reguladores son los dispositivos que se encargan de mantener un voltaje estable en su salida de forma independiente de la corriente requerida por la carga. Los reguladores pueden ser según su conexión: serie o paralelo y según su tecnología pueden ser: PWM (Pulse Width Modulation) y MPPT (Maximum Power Point Tracker). Para dimensionar de forma correcta el regulador para un escenario, es imperativo conocer : [7]

- Corriente máxima de entrada.
- Corriente máxima de salida.
- Voltaje de operación.



*Ilustración 5 Reguladores de Voltaje
Fuente: [7]*

2.4.4.INVERSOR

Este dispositivo se encarga de convertir la energía en corriente continua que es la que genera el panel fotovoltaico a corriente alterna precisando los requerimientos del usuario. Todo inversor debe cumplir dos funciones principales las cuales son: la conmutación y el filtrado de la señal, la cual se transforma de una señal de corriente continua a una señal de corriente alterna cuadrada a través de circuitos sintetizadores y mediante el filtrado se genera una señal sinusoidal. [5]

Para que un sistema este en óptimas condiciones de trabajo, se debe contar con un inversor que cuente con características como: alta eficiencia con un consumo de energía reducido que permita un el seguimiento del punto de máxima potencia, que brinde protección y aislamiento al sistema, que sea capaz de generar una conexión / desconexión automática con una baja tasa de distorsión armónica total y que permita una operación continua y confiable en grandes periodos de tiempo. [17]

2.5. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los sistemas fotovoltaicos se dividen principalmente en: [17]

- ❖ Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (On grid)
- ❖ Sistemas fotovoltaicos aislados o desconectados a la red (Off grid)

2.6. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED (ON GRID)

Estos sistemas como su nombre lo indica son aquellos los cuales su principal característica es que se encuentran conectados a la red eléctrica de la empresa distribuidora. En este tipo de sistemas se plantea cumplir con la demanda establecida en el proyecto, optimizando los recursos para reducir el costo de la energía al máximo [19], como se muestra en la Ilustración 6.

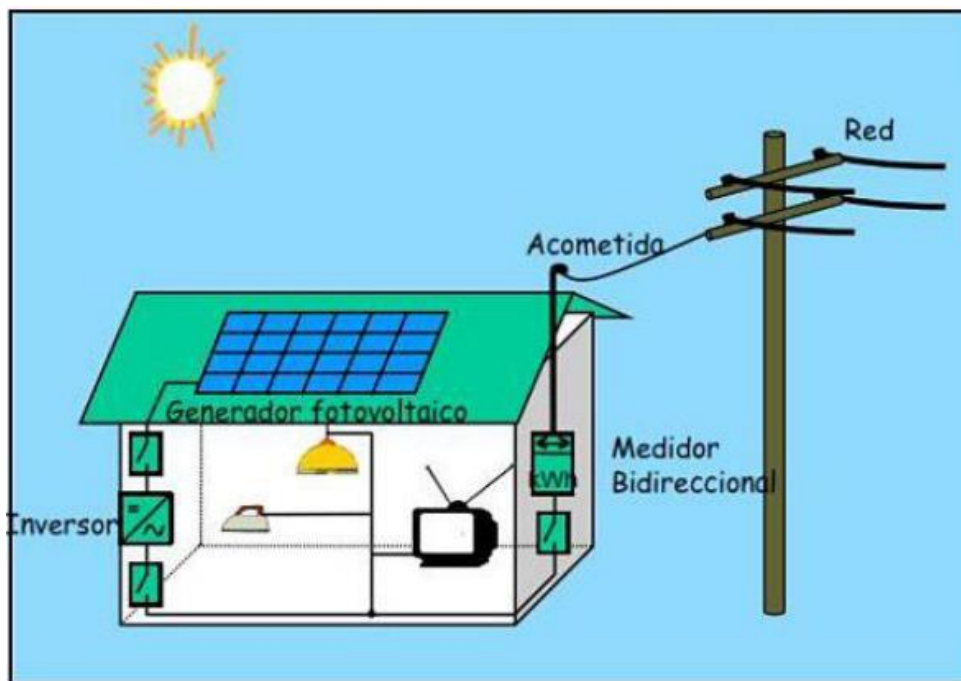


Ilustración 6: Sistema fotovoltaico conectado a la red
Fuente: [44]

2.7.SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AISLADOS (OFF GRID)

Los sistemas fotovoltaicos aislados u Off grid, como se muestra en la Ilustración 7, son aquellos los cuales se encuentran totalmente aislados al sistema eléctrico convencional de las empresas distribuidoras. Normalmente este tipo de sistemas son viables en áreas de difícil acceso, tanto en el ámbito económico como geográfico. [20]



Ilustración 7. Sistemas fotovoltaicos aislados.
Fuente: [45]

Los sistemas fotovoltaicos aislados, por su ubicación se pueden clasificar en [8] :

Centralizados. _ Se trata de ubicar todos los equipos generadores de energía en un solo lugar.

Descentralizado. _ En este sistema, se ubican de forma individual en cada uno de los lugares donde se pretende brindar de energía eléctrica.

2.8.REGULACIONES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

El incluir sistemas de micro generación a la red eléctrica, desde hace varios años atrás es uno de los temas en lo que se ha estado desarrollando normativas ya que muchos países basan sus regulaciones solo en generación distribuida, para así poder facultar la micro generación, sin embargo, debido a la falta de precisión de la normativa, deja muchas incertidumbres al momento de aplicarla. [21]

El establecimiento de normativas y regulaciones exclusivamente para la implementación de sistemas de micro generación es de vital relevancia, debido a la disparidad que existe entre las naturalezas de las redes de alta, media y baja tensión.[22]

2.8.1.REGULACIONES PARA SFV EN ECUADOR

Ecuador es uno de los países que promueve emplear fuentes de energía limpia y amigables con el medio ambiente, con la finalidad de reducir la emisión de gases que contaminen al medio ambiente por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica. [21]

En la constitución de la república del Ecuador [23] , en su artículo 15 y artículo 413, indica que el estado debe promover el uso de tecnologías que sean amigables con el medio ambiente o de bajo impacto y energías renovables.

Debido a esto, la ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, ha dispuesto la regulación Nro. ARCONEL 003/18 titulada “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”, a la cual nos vamos a referir en esta sección. [24]

2.8.2.REGULACIÓN Nro. ARCONEL -003/18 PARA SISTEMAS QUE TRABAJEN EN SINCRONISMO CON LA RED

La presente regulación se denomina “Generación fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica” [24] , la misma que está dirigida a las empresas distribuidoras y usuarios regulados que hayan decidido, previo haber cumplido los requisitos, hacer la instalación de un sistema de micro generación fotovoltaica μ SFV con una capacidad nominal máxima de 100 kW en bajo y medio voltaje, que trabaje en sincronismo con la red local.

La presente regulación nos indica:

- Las características comerciales y técnicas para la implementación de sistemas fotovoltaicos con una capacidad instalada de máximo 100kW.
- El proceso y los requerimientos para la interconexión al sistema eléctrico de las empresas distribuidoras, además de la instalación y maniobra del μ SFV
- Los términos para las mediciones.
- El funcionamiento en sincronismo con el sistema de distribución.

- El tratamiento comercial de la energía generada, de la energía absorbida y cualquier excedente de energía que sea entregado a la red de distribución.

2.8.2.1. ESQUEMA DE CONEXIÓN

Para un sistema conectado a la red eléctrica la regulación Nro. ARCONEL 003/18 nos presenta el siguiente esquema para poder conectarse a las redes de medio o bajo voltaje de la empresa de distribución:

Cabe recalcar que de acuerdo con la Regulación Nro. ARCONEL 003/18, esta nos indica una serie de requisitos y estudios a los cuales el consumidor deberá regirse para lograr obtener la aprobación para poder instalar el μ SFV, además indica que el objetivo de diseñar estos sistemas es disminuir el consumo de la energía de la red eléctrica.

2.8.2.2. TIEMPO DE TRABAJO DEL μ SFV

El tiempo de operación establecido por la presente regulación, para un μ SFV es de 20 años, los cuales se contabilizan desde la fecha desde que se comienza a operar. Luego de haber cumplido con el intervalo de tiempo establecido, el consumidor o usuario deberá desconectar el μ SFV del sistema de distribución de la empresa, esta es una cláusula la cual se debe indicar en el contrato del suministro.

2.8.2.3. DETALLES TÉCNICOS

La operación del μ SFV no debe generar daños, variaciones a los niveles de tensión, ni alteraciones a la seguridad del sistema de distribución, lo cual se indica en el anexo 2 de la regulación Nro. ARCONEL 003/18.

Para la instalación del μ SFV tanto la empresa distribuidora como el consumidor deberán cumplir ciertos requisitos y normativas, en este caso nos vamos a enfocar en lo que respecta al consumidor, entre los cuales tenemos los siguientes detalles:

- El usuario o consumidor que posea el μ SFV tendrá la obligación de manejar valores de tensión en el rango de entre 90% y 110% de la tensión nominal de la red. De existir alguna anomalía que obligue a consumidor a operar fuera de los

intervalos establecidos, el usuario deberá contar con la calibración de las protecciones para que estas operen en un tiempo máximo de 1 segundo para desconectar el sistema.

- La operación del μ SFV en paralelo con la red no debe crear variaciones de tensiones en la red eléctrica superiores al $\pm 5\%$
- El μ SFV tiene permitido el trabajo en sincronismo con la red con una variación de frecuencia máxima de $\pm 0,5\text{Hz}$
- Se deben cumplir con todos los estándares de calidad de energía del servicio, además de que el usuario es responsable de contar con los equipos necesarios para realizar maniobras de conexión y desconexión al sistema de distribución sin generar daños ni perturbaciones como los ya antes mencionados a la red.

2.8.3.REGULACIÓN Nro. ARCONEL -003/18 PARA SISTEMAS AISLADOS

Los usuarios o consumidores que posean un μ SFV, el cual su funcionamiento se enfoque en cumplir con toda su demanda y que no opere en sincronismo con el sistema de distribución, no están bajo las normativas establecidas por la regulación presente.

2.9.DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE CARGA

El análisis de carga tiene como finalidad el realizar un correcto dimensionamiento del sistema fotovoltaico ya que debe ser capaz de suplir energía a estas cargas y mantenerse estable a lo largo del tiempo.

Las cargas eléctricas generan una demanda de energía la cual se define como la cantidad de energía que el sistema eléctrico debe proveer para cumplir con los requerimientos eléctricos de la edificación. [25]

Para viviendas, el nivel básico de electrificación consta de un sistema que permita el uso de los dispositivos más importantes sin necesidad de adecuaciones adicionales. Los sistemas deben constar de varios circuitos eléctricos los cuales deben ser correctamente distribuidos en los diferentes equipos que existen en la vivienda, con sus respectivos elementos de protección, de acuerdo con O. Miranda y E. Consuegra

[26], deben existir como un mínimo de 5 circuitos independientes en el sistema de una vivienda, esto desde el punto de una vivienda conectada a la red eléctrica del sistema nacional o a un sistema de generación con gran capacidad de generación.

Dispositivos	Consumo (W)
Licuada	400/600
Refrigeradora	200/600
Lavadora	500/2000
Computadora de escritorio	100/500
Laptop	40/90
Televisión	25/150
Ventilador	30/60

Tabla 1 Dispositivos eléctricos más comunes en una vivienda
Fuente: [27]

Sin embargo, en nuestro caso de aplicación el análisis de cargas no consideró cargas muy grandes debido a que se le da prioridad a las horas de iluminación y al tiempo de autonomía del sistema fotovoltaico por algún déficit de radiación solar temporal.

2.10.SOFTWARE

Debido al constante desarrollo de las tecnologías para aprovechar fuentes de energías limpias, se han implementados varias herramientas computacionales, las cuales tienen como finalidad agilizar los procesos, modelamiento, análisis de forma eficiente, además de minimizar errores. [28]

De estas herramientas computacionales existen una gran variedad, sin embargo, entre los más utilizados tenemos los siguientes:

- PVSyst
- Homer Pro
- PV*SOL PREMIUM 2021
- PV F-Chart

2.10.1. PVSyst

PVSyst es una magnífica herramienta que nos permitió desarrollar de forma eficiente el correcto dimensionamiento del μ SFV. Una de las virtudes de este programa es la amplia base de datos con la que cuenta ya sea en datos de radiación, características de los diferentes módulos fotovoltaicos, baterías, inversores y sus diferentes fabricantes, asimismo cuenta con georreferencia para optimizar la precisión de los cálculos, además de que permite realizar el diseño en 3D y proyectar sombras que se generan debido al movimiento del sol. [26]

Otra de las grandes ventajas de este software es la variedad de herramientas didácticas [29] , entre las que más resaltan están:

- Geometría solar
- Optimizar la orientación
- Comportamiento de campos fotovoltaicos en el ámbito eléctrico
- Análisis de datos medidos

Entre los sistemas que se pueden modelar se encuentran:

- Sistemas on grid o conectados a la red.
- Sistemas off grid o aislados.
- Sistemas para bombeo.
- Sistemas de red CC.

2.11.PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Debido al gran crecimiento poblacional y a los avances tecnológicos que el ser humano a logrado en los últimos años, ha generado una mayor demanda de energía, transporte consumo y extracción de metales, generación de desechos, etc. Lo que conlleva al aumento de contaminación y la disminución biocapacidad del ambiente. A causa de esto ya se han tomado varias medidas para promover el uso de energías limpias y renovables, sin embargo para poder de cierta manera medir el aumento o disminución de las afectaciones que se generan al medio ambiente, se ha creado lo que se conoce como huella ecológica.[30]

2.11.1. HUELLA ECOLÓGICA

La huella ecológica comienza a calcularse aproximadamente en el año de 1961, en ese tiempo no era tan conocida como en la actualidad. Fueron Wackernagel y Rees quienes en 1996 desarrollan la metodología y el concepto de cálculo de la huella ecológica, mediante su libro publicado el cual se titula “Nuestra Huella Ecológica”. [31]

La huella ecológica se la define como un indicador biofísico en cual nos posibilita cuantificar la cantidad de área que es productiva ecológicamente que una sociedad necesita para asimilar residuos y cubrir la demanda de consumo. [32]

2.11.2. HUELLA DE CARBONO

No se debe confundir la huella ecológica con la huella de carbono, ya que no son iguales, la huella de carbono es una subdivisión de huella ecológica que se enfoca en cuantificar la cantidad de emisiones de $kg CO_2$ que se generan por algún producto o servicio, mientras que la huella ecológica se estableció para comparar el impacto que generamos en un entorno en específico y la biocapacidad con la que el entorno cuenta para absorber desechos y reabastecerse de recursos. [33]

De acuerdo con el informe emitido por el CENACE en el año 2020, el factor de emisión de CO_2 del SNI, por consumo de energía eléctrica es de 0,3834 TCO_2/MWh . [34]

2.12.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA PROPUESTA.

En base al trabajo D Vaca, F Ordoñez y J Villada [35], Ecuador se encuentra en una zona geográfica que cuenta con una muy frecuente incidencia solar anual. La variación de la irradiación solar global horizontal (GHI) en Ecuador es de 2.9 kWh/m^2 día a 6.3 kWh/m^2 día, dependiendo de la ubicación, altitud, presión atmosférica y otros factores climatológicos.

Con la investigación de J Cevallos y J Ramos [36], nos presenta una relación entre la irradiación solar global horizontal (GHI) y la viabilidad de un sistema fotovoltaico en una escala donde 0 corresponde a que el sistema no es capaz de producir energía por

lo tanto no es viable y 10 corresponde a que el sistema tiene la capacidad de generar su potencia máxima, Ilustración 8.

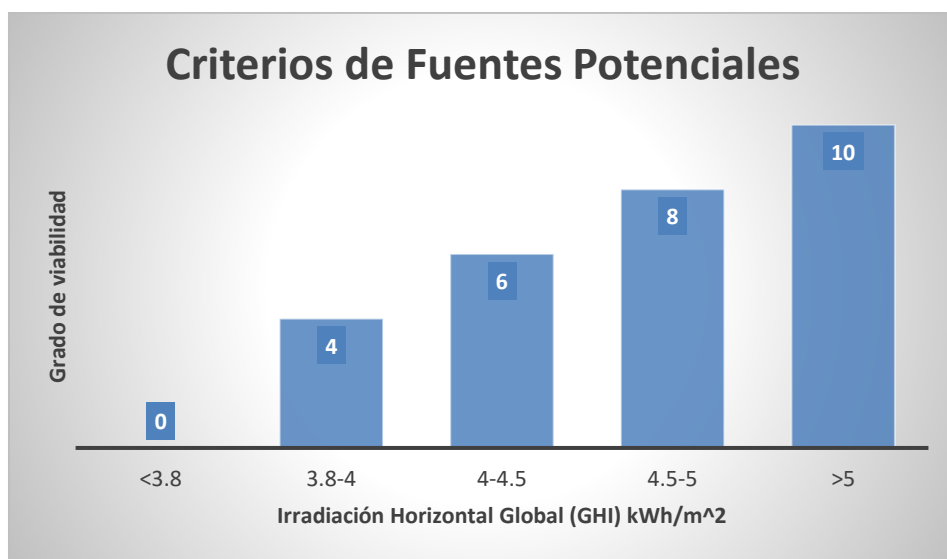


Ilustración 8 Criterios de Fuentes Potenciales
Fuente: [36]

Realizando el respectivo análisis de viabilidad del sistema fotovoltaico, de acuerdo con el estudio de J Cevallos y J Ramos [36], en la Ilustración 9 [35] muestra que en la ubicación aproximada del recinto Masa 2, el cual receipta una GHI aproximada de 4.8 kWh/m²día, por lo tanto nos muestra que el proyecto tiene un alto grado de viabilidad.

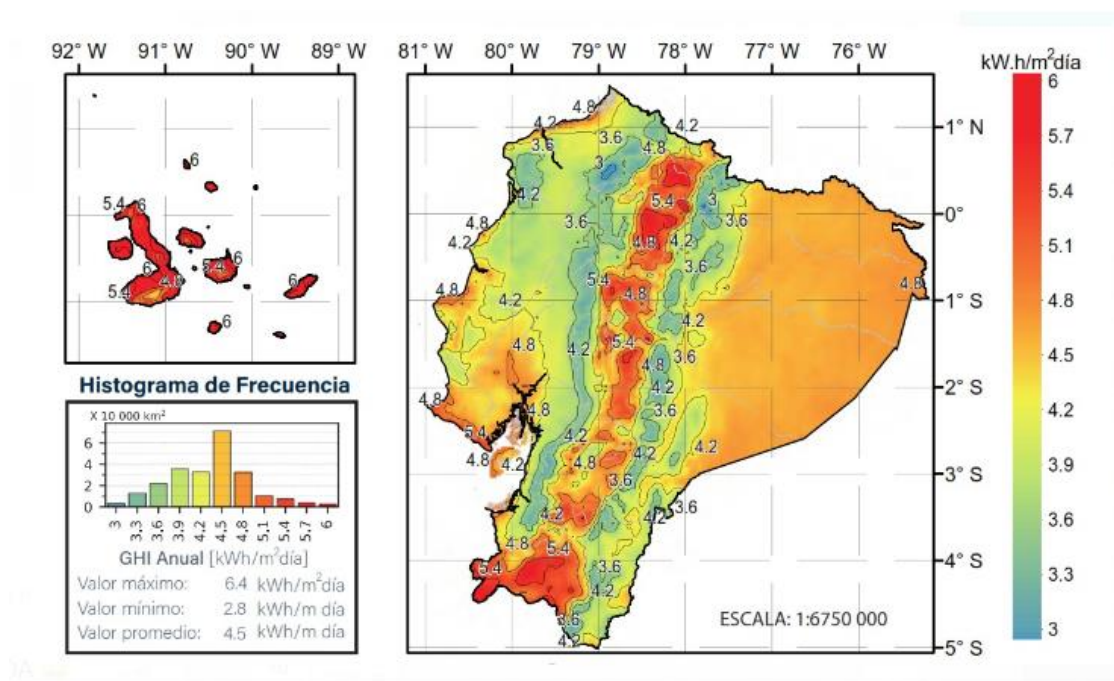


Ilustración 9 Irradiación Global Horizontal (GHI) Anual
Fuente: [35]

3. CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA Y MEDIOS.

Para el desarrollo del proyecto se dio continuidad el cronograma desarrollado el cual se encuentra en el anexo 2, en el cual se planificó la visita a la vivienda en el recinto Masa 2, con el cual se procedió a realizar el levantamiento de información de datos y del área de trabajo, con los cuales se procedió a realizar el dimensionamiento del SFV y utilizando el software de AutoCAD, se procedió a realizar el diseño estructural en 2D de la vivienda y en base a este se procede a realizar el diseño del sistema eléctrico cumpliendo con los estándares de las normativas Ecuatorianas de Construcción (NEC) [37] .

De acuerdo con los datos obtenidos en el levantamiento de información se dio inicio al análisis de las cargas existentes en la vivienda y las horas que se necesita el funcionamiento de estas. Para ello se utilizar el software de PVSyst el cual nos permite simular un sistema fotovoltaico aislado que pueda suplir las necesidades básicas de la vivienda.

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VIVIENDA

En la vivienda residen 3 familias actualmente, las cuales mediante 1 generador de combustión de 2.2 kW, se abastecen del servicio eléctrico para suplir la demanda eléctrica de la vivienda.

El generador que se muestra en la Ilustración 10, suministra energía eléctrica de forma limitada en horas de la noche, aproximadamente desde las 6 pm hasta las 10 pm, los cuales dependiendo del estado eléctrico y mecánico en el que se encuentren, pueden aumentar los gastos de operatividad del servicio, sin mencionar las molestias generadas por el ruido y la contaminación del equipo.



Ilustración 10. Generador utilizado por la vivienda.
Fuente: Autor

3.3. DEMANDA DE LA VIVIENDA

Mediante el levantamiento de información realizado a través de las visitas a la vivienda en la comuna Masa 2, en la Tabla 2 se muestra un resumen de los datos de consumo obtenidos de la familia Rodríguez Zúñiga (Anexo 1):

<i>Dispositivo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo de uso (h)</i>	<i>Potencia U.(W)</i>	<i>Potencia U.(W)</i>	<i>Energía Diaria (Wh/día)</i>
<i>Televisión 32' TCL</i>	1	6	45	45	270
<i>Directv decod.</i>	1	6	15	15	90
<i>Parlante</i>	1	1	150	150	150
<i>Lavadora</i>	1	0,33	500	500	165
<i>Focos</i>	6	4	65	390	1560
<i>Celulares</i>	2	2	20	40	80
<i>Total</i>				1170	W
				2315	Wh/día

Tabla 2. Consumo estimado actual de la vivienda
Fuente: Autor

3.4. ANÁLISIS DE CARGA

Con el análisis de carga se espera cumplir con el abastecimiento de la demanda básica del sistema por lo que se procedió a identificar las cargas más importantes de la vivienda a las cuales se les dará prioridad.

3.4.1. NECESIDADES DEL SISTEMA

A continuación, se detalla los elementos que tendrán prioridad para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico:

- Una de las principales necesidades es la iluminación en el sector, ya que al anochecer todo el lugar queda en completa oscuridad.
- El uso de dispositivos móviles para la comunicación con el exterior.
- El uso de televisores, como uno de los pocos medios de entretenimiento.

3.4.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DEL SISTEMA

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) [37], las instalaciones eléctricas en la vivienda deben asegurar salvaguardar la integridad de las personas y los bienes contra los riesgos y peligros que se puedan generar por la utilización de la electricidad, además de cumplir los estándares de calidad y la continuidad del servicio, por esto el cálculo de la demanda del sistema es uno de los procedimientos importantes que se deben considerar.

3.4.2.1. DEMANDA DEL CIRCUITO DE ILUMINACIÓN

En el circuito de iluminación se proyecta implementar focos led de 9W para 5 puntos de iluminación con los que cuenta la vivienda y 1 foco de 45W para el área externa de la vivienda, realizando el cálculo de la demanda para el circuito de iluminación de la siguiente forma:

$$De = P_d * N_d * t \quad (1)$$

Donde:

De = Demanda esperada.

P_d = Potencia del dispositivo.

N_d = Cantidad de dispositivos.

t = Tiempo de uso.

Obtenemos los siguientes valores

$$De = 9(W) * 5(Focos) * 4(h) + 45(W) * 1(Foco) * 2(h)$$

$$De = 270(Wh/día)$$

3.4.2.2. DEMANDA DEL CIRCUITO DE TOMACORRIENTES

Para el cálculo de la demanda del circuito de tomacorrientes se plantearon las siguientes cargas:

- Teléfono Celular, con intervalos de carga de 2 horas diarias.
- Televisor, con un uso aproximado de 6 horas diarias.
- Decodificador DIRECTV, con un uso aproximado de 6 horas diarias.

Para el cálculo de la demanda del circuito de tomacorrientes se usa los valores de potencia en Tabla 2 y se utiliza la ecuación

(10):

$$De = 45(W) * 1(Tv) * 6(h) + 20(W) * 2(telf cell) * 2(h) + 15(W) * 1(Deco.) * 6(h)$$

$$De = 440 (Wh/día)$$

3.4.2.3. DEMANDA MÁXIMA DIARIA DE LA VIVIENDA

La demanda máxima diaria del sistema se calcula mediante la suma de la demanda del circuito de iluminación y el circuito de tomacorrientes:

$$D_{te} = 440 + 270 \text{ (Wh/día)}$$

$$D_{Act} = 710 \text{ (Wh/día)}$$

3.4.3. PLANILLA DE CIRCUITOS

A continuación, se presenta un resumen en la Tabla 3 un resumen de las cargas que el sistema fotovoltaico se proyecta a abastecer y en la Tabla 4 se muestran los valores de potencia y energía total del sistema eléctrico con la optimización del consumo.

Resumen de Análisis de Cargas para cubrir con el SFV								
Circuitos (120 Vac)						Demanda Diaria		Servicio
Ítem	N.º Circuito	Descripción	Cant.	P. Unid (W)	P. Total (W)	Tiempo (h)	Energía (Wh/día)	
1	1	Iluminación interior	3	9	27	4	108	Servicio de alumbrado interno y externo de la vivienda
2	1	Iluminación exterior	2	9	18	4	72	
3	1	Iluminación baño	1	45	45	2	90	
4	2	Televisión	1	45	45	6	270	Entretenimiento
5	2	Directv	1	15	15	6	90	
6	2	Teléf. Celular	2	20	40	2	80	Comunicación y educación
Potencia Total de la vivienda						190		W
Demanda Máxima de Energía Diaria						710,000		Wh/día

Tabla 3. Planilla de consumo de la vivienda para el sistema fotovoltaico
Fuente: Autor

Resumen de Análisis de Cargas General del Sistema Eléctrico de la vivienda								
Circuitos (120 Vac)						Demanda Diaria		Servicio
Ítem	N.º Circuito	Descripción	Cant.	P. Unid (W)	P. Total (W)	Tiempo (h)	Energía (Wh/día)	
1	1	Iluminación interior	3	9	27	4	108	Servicio de alumbrado interno y externo de la vivienda
2	1	Iluminación exterior	2	9	18	4	72	
3	1	Iluminación baño	1	45	45	2	90	
4	2	Televisión	1	45	45	6	270	Entretenimiento
5	2	Directv	1	15	15	6	90	
6	2	Teléf. Celular	2	20	40	2	80	Comunicación y educación
7	2	Lavadora	1	500	500	0,33	165	Limpieza
8	2	Licuadaora	1	400	400	0,166	66,4	Cocina
9	2	Parlante	1	150	150	1	150	Comunicación y educación
Potencia Total de la vivienda						1240	W	
Demanda Máxima de Energía Diaria						1091,400	Wh/día	

Tabla 4. Planilla general de consumo de la vivienda
Fuente: Autor

3.4.4. PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA

A continuación, se presenta el plano arquitectónico de la vivienda donde se indica las dimensiones de la vivienda y los lugares en los cuales vamos a estar adecuando para que se abastezca de energía eléctrica del sistema fotovoltaico, en el anexo 5 se encuentra el plano con mayor detalle.

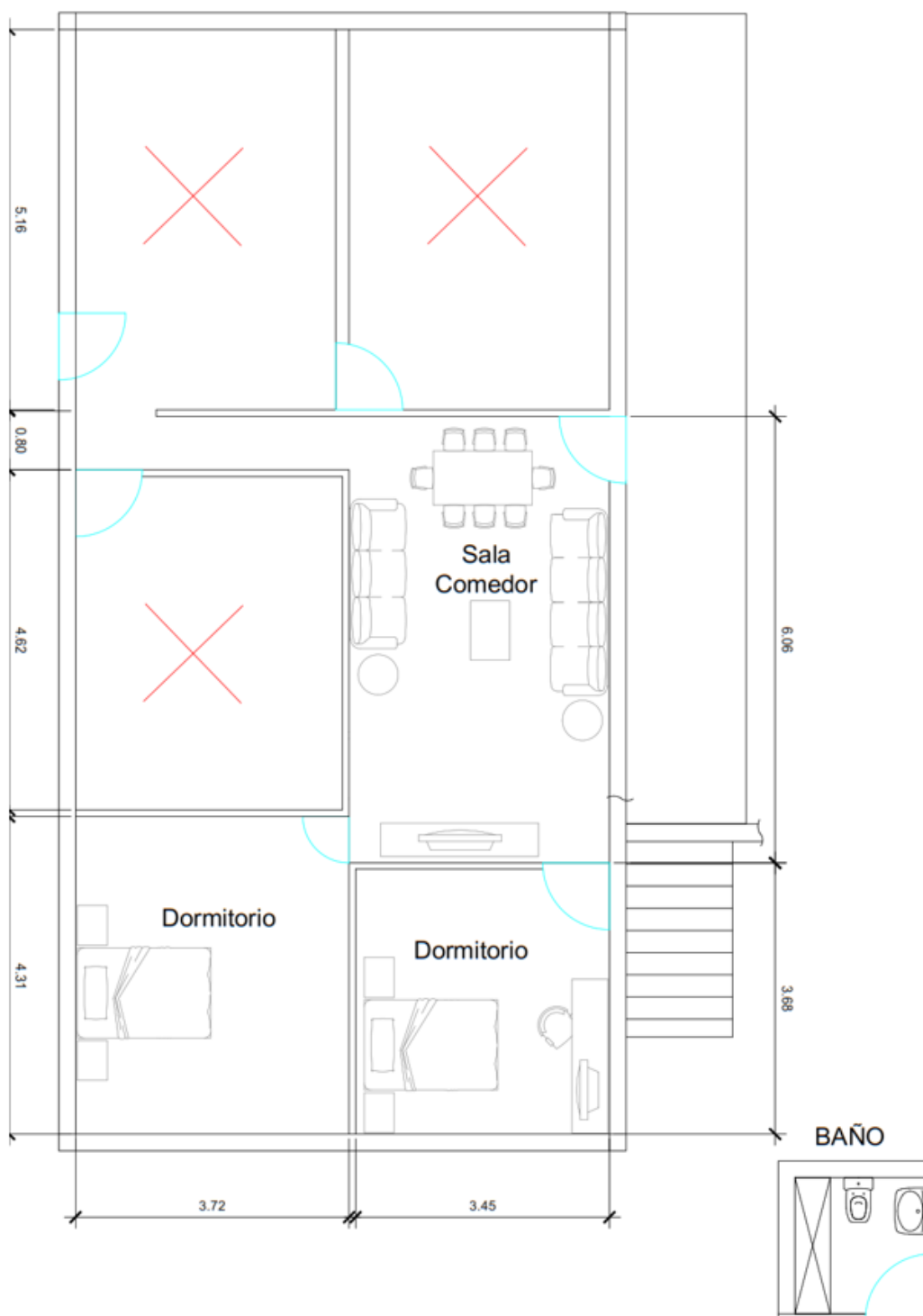


Ilustración 11. Plano Arquitectónico de la vivienda.
Fuente: Autor

3.4.5. PLANO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

En esta sección se muestra el plano eléctrico de la vivienda con las adecuaciones que se realizará al sistema eléctrico de la vivienda para que funcione con el sistema fotovoltaico, en el anexo 5 se encuentra el plano completo y con mayor detalle.



Ilustración 12. Plano Eléctrico de la vivienda.
Fuente: Autor

3.5.DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Con el fin de desarrollar un sistema fotovoltaico que sea capaz que abastecer la demanda de la vivienda, y en base a los estudio de la asociación municipal de Colonos del Pato (AMCOP) [38] , P. Abad y E. Flores [39] , se realizan los siguientes cálculos:

1. Ángulo óptimo de inclinación para los paneles fotovoltaicos.
2. Dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos.
3. Dimensionamiento del banco de baterías.
4. Dimensionamiento del inversor.

3.5.1. **ÁNGULO ÓPTIMO DE INCLINACIÓN DE PANELES**

El ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos varía dependiendo de la aplicación [15] , sin embargo, debido que Ecuador se encuentra en una geográfica con una constante incidencia al sol, nos enfocaremos en el siguiente caso:

- Garantizar el abastecimiento en el “peor mes”

$$\beta = |\varnothing| + 10 \tag{2}$$

Donde:

$$\beta = \text{Ángulo Óptimo}$$

$$\varnothing = \text{Latitud del lugar}$$

Reemplazando tenemos:

$$\beta = |2,38| + 10$$

$$\beta = 12,38^\circ$$

Por lo que se recomienda trabajar a un ángulo de $\beta = 15^\circ$

3.5.2. DEMANDA TOTAL DEL SISTEMA

Para determinar la energía diaria que el sistema fotovoltaico debe suplir para abastecer el consumo establecido en la Tabla 3, hay que tomar en cuenta los valores de eficiencia de los dispositivos que interactúan en este proceso, a través de la ecuación de

(3)

$$D_r = \frac{D_{Dct}}{n_{bat}} + \frac{D_{Act}}{n_{bat} * n_{inv}} \quad (3)$$

Siendo:

D_r = Demanda de energía diaria total requerida por el sistema (Wh).

D_{Dct} = Energía diaria requerida en Dc (Wh).

D_{Act} = Energía diaria requerida en Ac (Wh).

n_{bat} = Rendimiento del sistema de acumulacion de energía (Batería).

n_{inv} = Rendimiento del equipo inversor.

Si se tiene una referencia de una eficiencia del 90% para el inversor y para las baterías, reemplazando valores obtenemos:

$$D = \frac{0}{0,90} + \frac{710(\text{Wh/día})}{0,90 * 0,90}$$

$$D_r = 876,54 (\text{Wh/día})$$

3.5.3. HORA SOLAR PICO (HSP)

Para efectuar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, es fundamental obtener los datos meteorológicos de la zona de estudio, para poder efectuar el cálculo de las horas solar pico (HSP), como se proyecta cumplir con la demanda del sistema en todo el año, se toma el valor del mes con menor HSP. Para nuestro caso se considera HSP=3,14.

Mes	HSP
Ene	4,38
Feb	4,39
Mar	4,79
Abr	5,02
May	4,68
Jun	3,92
Jul	3,95
Agos	4
Sep	4,23
Oct	3,18
Nov	3,14
Dic	4,34

Tabla 5. Hora solar Pico.
Fuente: Meteonorm 8

3.5.4. CALCULO DE LA POTENCIA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Debido a que la energía generada por los paneles fotovoltaicos depende de factores varios factores como por ejemplo la radiación solar, debido a esto se ocasionan diversas pérdidas en los diferentes dispositivos en el sistema, por lo que para este tipo de circunstancia se tiene en cuenta un factor de energía generada del 90%. [38]

Para calcular la potencia que debe generar el panel fotovoltaico se hace uso de la ecuación de (4):

$$P_{Gf} = \frac{D_r * 1,30}{HSP * PR} \quad (4)$$

Siendo:

P_{Gf} =Potencia generada por paneles fotovoltaicos.

D_r = Demanda energética media diaria.

PR =Factor de funcionamiento global=0,9

Se define un factor de sobredimensionamiento del 30% de la potencia nominal

Resolviendo tenemos:

$$P_{Gf} = \frac{876,54 * 1,30}{3,14 * 0,9}$$

$$P_{Gf} = 403,22 \text{ (Wp)}$$

Se necesita un generador fotovoltaico que genere como mínimo 405 Wp, este generador puede constar de un solo o varios módulos fotovoltaicos, esto depende de la capacidad del panel que se adquiera.

3.5.5. SELECCIÓN DEL ÓPTIMO PANEL FOTOVOLTAICO

A continuación, se muestra una tabla de resumen de los paneles fotovoltaicos y la cantidad necesaria para cubrir la potencia requerida, de los modelos se encontraron actualmente en el mercado (Anexo 3):

CARACTERISTICA DE PANELES FOTOVOLTAICOS DISPONIBLES					
Ítem	Modulo FV	Wp	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	GI POWER GP-150P-36	150	3	\$ 141,75	\$ 425,25
2	Jinko Solar JKM280PP-60	280	2	\$ 148,34	\$ 296,68
3	Panel solar Monocristalino	330	2	\$ 153,00	\$ 306,00
4	Jinko Solar JKM405M-72H-V	405	1	\$ 187,64	\$ 187,64

Tabla 6. Paneles solares en el disponibles en el mercado local.
Fuente: Autor

Como se muestra en la Tabla 6, el panel fotovoltaico escogido es el ítem 4, el Jinko Solar de 405 Wp, debido a que es el que cumple con los requisitos de potencia de generación, a un menor costo económico.

3.5.6. DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERIAS

Para el sistema acumulador de energía se debe tener en cuenta las siguientes características:

3.5.6.1. TENSIÓN DE TRABAJO

Es el nivel de tensión de trabajo, estos pueden ser de 12, 24, 48, 120 Vdc, se recomienda que, si en el sistema predominan cargas en DC, seleccionar el valor de voltaje de la mayor carga. Si en el predominan cargas AC, seleccionar el nivel de voltaje que sea compatible con la entrada del equipo inversor. Cabe recalcar que los inversores mejoran el rendimiento a un voltaje mayor, además de que según el nivel de voltaje elegido se determina la corriente en el sistema, la cual puede tener hasta 100 A en total y no debe excederse de 20 A por circuito.[15]

Para nuestro caso se puede optar por un voltaje de sistema de 12 o 24 V debido a la baja potencia requerida, sin embargo, para esta aplicación se selecciona un voltaje de sistema de 24 Vdc.

3.5.6.2. PROFUNDIDAD MÁXIMA DE DESCARGA

La profundidad máxima de descarga indica el porcentaje de capacidad que tiene la batería para descargarse sin tener repercusiones en su funcionamiento ni disminución de su tiempo de vida útil.

Este valor varía dependiendo del tipo de batería que se vaya a utilizar, para nuestro caso se va a utilizar una de plomo – ácido la cual se indica que su valor de profundidad máxima de descarga recomendado es de 60%. [39]

3.5.6.3. DÍAS DE AUTONOMÍA

Es la cantidad máxima de días que el sistema puede trabajar sin necesidad de recibir radiación solar suficiente ni exceder el límite de profundidad máxima de descarga de la batería, esto depende de los factores climatológicos del lugar y del tipo de uso o aplicación de la instalación. Es importante considerar que mientras mayor sea la cantidad de días de autonomía planificados, la inversión aumentará de forma considerable. [15]

Mes	Días de No sol Consecutivo en 1 semana (días)
JAN	1.37
FEB	1.09
MAR	1.0
APR	0.96
MAY	1.08
JUN	0.97
JUL	0.92
AUG	0.83
SEP	0.98
OCT	1.06
NOV	1.07
DEC	1.36

Tabla 7. Días de no sol consecutivos en 7 días
Fuente: Data Access Viewer, Nasa

Como se muestra en la Tabla 7, debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra la comuna Masa 2, y de acuerdo con la base de datos de data Access viewer de la página de la nasa, se puede constatar que el tiempo máximo que podría estar el panel sin obtener radiación solar, es de 1 día y medio como máximo.

Para este análisis se va a plantear 2 días de autonomía para el sistema de baterías, esto debido a que el análisis que se está realizando para dimensionar el sistema fotovoltaico es tomando los valores máximos de consumo de energía, lo que significa que si en el consumo existen menos consumo de energía el tiempo de autonomía va a ser mayor.

3.5.6.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL BANCO DE BATERÍAS

Para calcular la capacidad que necesita el banco de baterías para cumplir los requisitos planteados, se utiliza la siguiente ecuación:

$$C_{Bat}(Ah) = \frac{D_r * N}{V_{bat} * P_{dm} * F_{ct}} \quad (5)$$

Donde:

C_{Bat} = Capacidad el bando de batería (Ah).

D_r = Demanda energética media diaria.

N = Días de autonomía.

P_{dm} = Profundidad máxima de descarga.

F_{ct} = Factor de compensación térmica.

Reemplazando:

$$C_{Bat}(Ah) = \frac{876,54 * 2}{24 * 0,6 * 1}$$

$$C_{Bat}(Ah) = 121,7 (Ah)$$

3.5.6.5. SELECCIÓN DE LAS BATERÍAS

Se muestra la Tabla 8. Baterías de plomo-ácido disponibles en el mercado local, a modo de resumen de las cotizaciones realizadas para las baterías (Anexo 3):

CARACTERISTICA DE BATERIAS DISPONIBLES									
Ítem	Bateria	Vsist	VBat	Ah	N° Bat Parale	N° Bat Serie	Cant	Precio Unit	Precio Total
1	Ritar Power DC12-1150	24	12	150	1	2	2	\$ 439,90	\$ 879,80
2	Bateria DC12-200Ah	24	12	200	1	2	2	\$ 459,51	\$ 919,02
3	Ritar Power DC12-100	24	12	100	2	2	4	\$ 233,82	\$ 935,28
4	Ritar Power DC12-100	24	12	100	1	2	2	\$ 233,82	\$ 467,64

Tabla 8. Baterías de plomo-ácido disponibles en el mercado local
Fuente: Autor

Como se puede observar en la Tabla 8. Baterías de plomo-ácido disponibles en el mercado local, en ítem 3 y 4 son las mismas baterías, pero lo que cambia es la cantidad de baterías y la forma de conexión, por lo que se da prioridad a cumplir con el voltaje

del sistema por las ventajas mencionadas previamente, la configuración óptima en base a nuestro criterio es la del ítem 4, esto se va a demostrar a continuación.

CARACTERISTICA DE BATERIAS			
Ítem	Bateria	AhTotal	Capacidad cubierta del sistema (%)
1	Ritar Power DC12-150	150	124%
2	Bateria DC12-200Ah	200	165%
3	Ritar Power DC12-100	200	165%
4	Ritar Power DC12-100	100	83%

*Tabla 9. Capacidad cubierta de los bancos de baterías con respecto a la demandada
Fuente: Autor*

En la Tabla 9. Capacidad cubierta de los bancos de baterías con respecto a la demandada, se realizó el análisis de la capacidad (Ah) que los diferentes bancos de batería proporcionan con respecto a la capacidad que el sistema necesita. En este aspecto el sistema que cumple con los requerimientos del sistema de forma óptima es el ítem 1 que cuenta con 2 baterías de 12V, 150 Ah, sin embargo, el aspecto económico es algo que no se puede pasar por alto, por lo que a continuación se presenta el análisis económico de las diferentes configuraciones del sistema de baterías.

CARACTERISTICAS ECONOMICAS			
Ítem	Bateria	Diferencia existente (\$)	Aumento del Costo (%)
1	Ritar Power DC12-150	\$ 412,16	88%
2	Bateria DC12-200Ah	\$ 451,38	97%
3	Ritar Power DC12-100	\$ 467,64	100%
4	Ritar Power DC12-100	-	-

*Tabla 10. Análisis económico de los sistemas de baterías
Fuente: Autores*

En la Tabla 10. Análisis económico de los sistemas de baterías, se muestra el análisis realizado del costo de los diferentes sistemas de baterías, en este análisis se realiza tomando como referencia el ítem 4.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 9 y Tabla 10, el sistema de baterías que describe el ítem 1 cumple la capacidad demandada por el sistema en un 124%, mientras que el ítem 4 cuenta con aproximadamente 17% de déficit de la capacidad demandada, si comparamos los sistemas 1 y 4 se puede decir que el sistema del ítem 1 cuenta con una capacidad (Ah) que es 41% superior a la del ítem 4, sin embargo el costo de los equipos aumenta en un 88% en comparación con el ítem 4.

Los cálculos realizados por seguridad tienen un sobredimensionamiento, lo que significa que el sistema no va a estar trabajando siempre en las condiciones de máximo consumo, por lo que no se considera óptimo un costo 88% superior por un 24% de capacidad extra del sistema, esto debido a que como se muestra en la Tabla 7, en el lugar de estudio no suele haber más de 2 días consecutivos de no sol. Debido a esto el sistema de baterías seleccionado es el ítem 4 el cual cuenta con 2 baterías de 12V,100 Ah.



Ilustración 13. Batería Ritar DC-12-100
Fuente: RITAR

3.5.7. DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA

El controlador o regulador, es el encargado de controlar la carga y descargas del banco de baterías, por lo que debe ser correctamente dimensionado de tal manera que soporte las corrientes de entrada que provienen del generador fotovoltaico y las corrientes de salida para abastecer las cargas.[39]

Para el correcto dimensionamiento de un regulador de carga se recomienda que el controlador soporte entre el 20% y 25% de la corriente máxima de operación.[15]

Para determinar la magnitud de la corriente del regulador de carga se utilizará la ecuación de

$$I_{in} = F_s * I_{modsc} * N_p \quad (6)$$

Donde

I_{in} = Corriente de entrada del regulador.

I_{modsc} =Corriente de cortocircuito de un panel fotovoltaico.

N_p =Número de ramales en paralelo.

F_s = Factor de seguridad del regulador en este caso será de 1,25.

Para calcular la corriente de salida que debe soportar el controlador se hará uso de la ecuación

$$I_{Sal} = \frac{F_s * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{n_{inv}})}{V_{bat}} \quad (7)$$

Donde

I_{Sal} = Corriente de salida del regulador de carga.

P_{DC} = Potencia de carga en DC

P_{AC} =Potencia de carga en AC

Realizando los cálculos correspondientes con la ecuación de

(6), obtenemos un valor de:

$$I_{in} = 1,25 * 10,69 * 1$$

$$I_{in} = 13,36 A$$

Con la ecuación de
de:

(7) obtenemos un valor

$$I_{sal} = \frac{1,25 * (0 + \frac{190(W)}{0,9})}{24V}$$

$$I_{sal} = 11 A$$

3.5.7.1. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA

En la Tabla 11 se muestran los controladores de carga cotizados en el mercado local (Anexo 3)

CARACTERISTICA DE CONTROLADORES DE CARGA DISPONIBLES					
Ítem	Controlador de Carga	I (A)	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Blue Solar PWM 12/24V-30A	30	1	\$ 82,68	\$ 82,68
2	Blue Solar MPPT 100/30	30	1	\$ 370,96	\$ 370,96
3	Smart Solar MPPT 75/15	15	1	\$ 150,17	\$ 150,17

Tabla 11. Controladores de carga disponibles en el mercado local
Fuente: Autor

Con los resultados obtenidos y debido a que se busca en controlador de carga que pueda aprovechar de mejor manera la generación fotovoltaica se va a seleccionar el regulador del ítem 3 Smart Solar MPPT 75/15.



Ilustración 14. Controlador MPPT 75/15 SmartSolar
Fuente: Victron Energy

3.5.8. DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR

En los sistemas eléctricos que poseen cargas en corriente alterna es necesario adquirir un inversor DC/AC, las características principales de estos dispositivos son:

- Potencia Nominal
- Voltaje Nominal en la entrada
- Voltaje Nominal en la salida
- Frecuencia de trabajo
- Rendimiento

Para dimensionar la potencia del inversor utilizamos la ecuación (8):

$$P_{inv} = 1,2 * P_{AC} \quad (8)$$

Reemplazando obtenemos

$$P_{inv} = 1,2 * 190$$

$$P_{inv} = 228(W)$$

3.5.8.1. SELECCIÓN DEL INVERSOR DC/AC

CARACTERÍSTICA DE INVERSORES DISPONIBLES					
Ítem	Inversor	VA	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Phoenix Inverter 12/250 120V	250	1	\$ 181,91	\$ 181,91
2	Phoenix Inverter 12/250 120V	250	1	\$ 160,75	\$ 160,75
3	Phoenix Inverter 24/250 120V	250	1	\$ 205,79	\$ 205,79

Tabla 12. Característica de Inversores en el mercado local
Fuente: Autor

Como se muestra en la Tabla 12, el inversor seleccionado es el del ítem 3 ya que este cumple con los requisitos de voltaje y potencia del sistema.



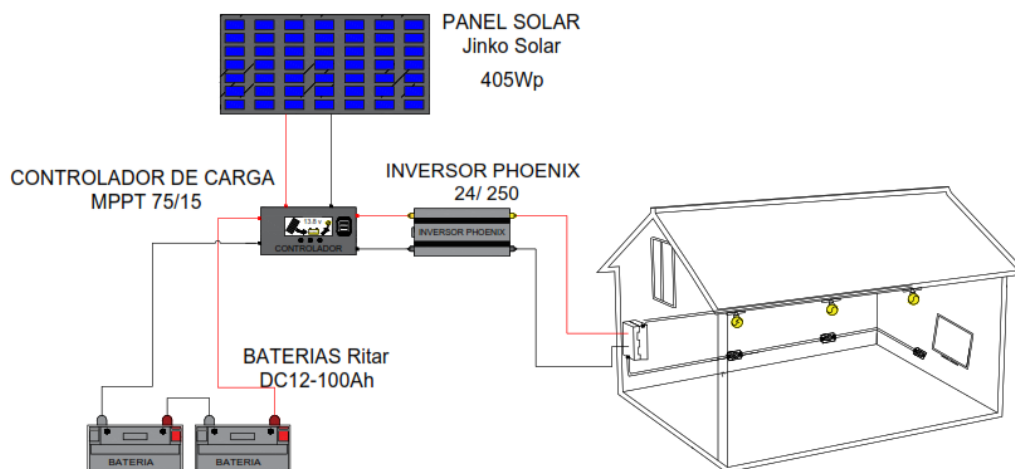
Ilustración 15. Inversor DC/AC Victron energy.
Fuente: Victronenergy

3.6. SISTEMA FOTOVOLTAICO PROPUESTO

Del procedimiento realizado con la finalidad dimensionar un sistema fotovoltaico autónomo que sea capaz de cubrir las necesidades que se plantearon en la sección 3.4.2, se obtuvo un sistema fotovoltaico que cuenta con las siguientes características:

- 1 panel solar fotovoltaico Jinko Solar JKM405-72H-V 405 Wp.
- 1 controlador de carga Victron Energy SmartSolar MPPT-75/15.
- 2 baterías Ritar Power 12Vdc 100AH.
- 1 inversor Phoenix 24/250.

A continuación, en la Ilustración 16 se muestra el esquema de conexión del sistema fotovoltaico en la vivienda, las hojas de datos de los diferentes elementos del sistema fotovoltaico se encuentran en el anexo 8.



*Ilustración 16. Esquema de conexión del sistema fotovoltaico
Fuente: Autor*

3.7. SIMULACION POR SOFTWARE PVSyst

El uso de software para la simulación de los diferentes escenarios nos permite en verificar los posibles comportamientos de los sistemas a implementarse de una manera rápida y con resultados muy cercanos a la realidad.

El software PVSyst tiene la capacidad de dependiendo de los requerimientos del usuario recomendar el óptimo sistema fotovoltaico para cumplir con los requerimientos, donde los parámetros a ingresar son:

- Número de elementos.
- Potencia de cada elemento.
- Horas de trabajo de cada elemento.

Por otra parte, también se puede ingresar todos los elementos del sistema previamente seleccionados, esto gracias a que el software cuenta con una amplia gama de catálogos de los diferentes dispositivos que conforman un sistema fotovoltaico, esta opción nos permite ser un poco más acertados en los resultados de la simulación.

El software PVSyst en este estudio se va a emplear para verificar el comportamiento del sistema fotovoltaico previamente dimensionado.

El software tiene la capacidad de analizar el comportamiento del sistema de generación fotovoltaica en los diferentes ángulos de inclinación, orientación estaciones climáticas y analizar las sombras que existen en el entorno de instalación.

La simulación realizada es en base al esquema que se muestra en la Ilustración 16, por lo cual se cargó las características del sistema en el software para realizar el respectivo análisis.

En la Ilustración 17 se muestran los datos ya cargados del sistema dimensionado y ya indicado el punto donde se va a realizar la instalación mediante georreferencia.

The screenshot displays the PVSyst software interface for a project named 'Simulación MASA 2.PRJ'. The interface is divided into several sections:

- Project Configuration (Proyecto):** Includes fields for 'Nombre del proyecto' (Simulacion1_MASA2), 'Nombre del cliente' (No definido), 'Archivo del sitio' (San Carlos_MN80.SIT), and 'Archivo meteo' (San Carlos_MN73_SYN.MET). It also shows weather data: 'Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100%' and 'Ecuador'.
- Simulation Status:** A green banner indicates 'Simulación realizada (versión 7.2.0, fecha 14/12/21)'.
- Variante Configuration (Variante):** Shows 'Variante n°' as 'VCO : SIMULACION_MASA3_15grados'. It includes sections for 'Parámetros principales' (Orientation, User needs, System, Detailed losses), 'Opcional' (Horizon, Nearby shadows, Economic evaluation), and 'Simulación' (Execute simulation, Advanced simulation, Report, Detailed results).
- Summary of Results (Resumen de resultados):** Displays key performance indicators for a 'Sistema independiente con baterías':

Metric	Value
Producción del sistema	567 kWh/año
Producción específica	1401 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento	0.430
Producción normalizada	2.00 kWh/kWp/día
Pérdidas del conjunto	1.56 kWh/kWp/día
Pérdidas del sistema.	1.10 kWh/kWp/día

Ilustración 17. Datos cargados al software PVSyst
Fuente: PVSyst, Autor

En la Ilustración 18 se muestra un resumen de los resultados obtenidos de la simulación realizada en PVSyst (Anexo 4), el cual nos indica que el rendimiento, producción normalizada del sistema, distribución diaria del estado de carga que tiene el sistema fotovoltaico cumple con la demanda establecida.

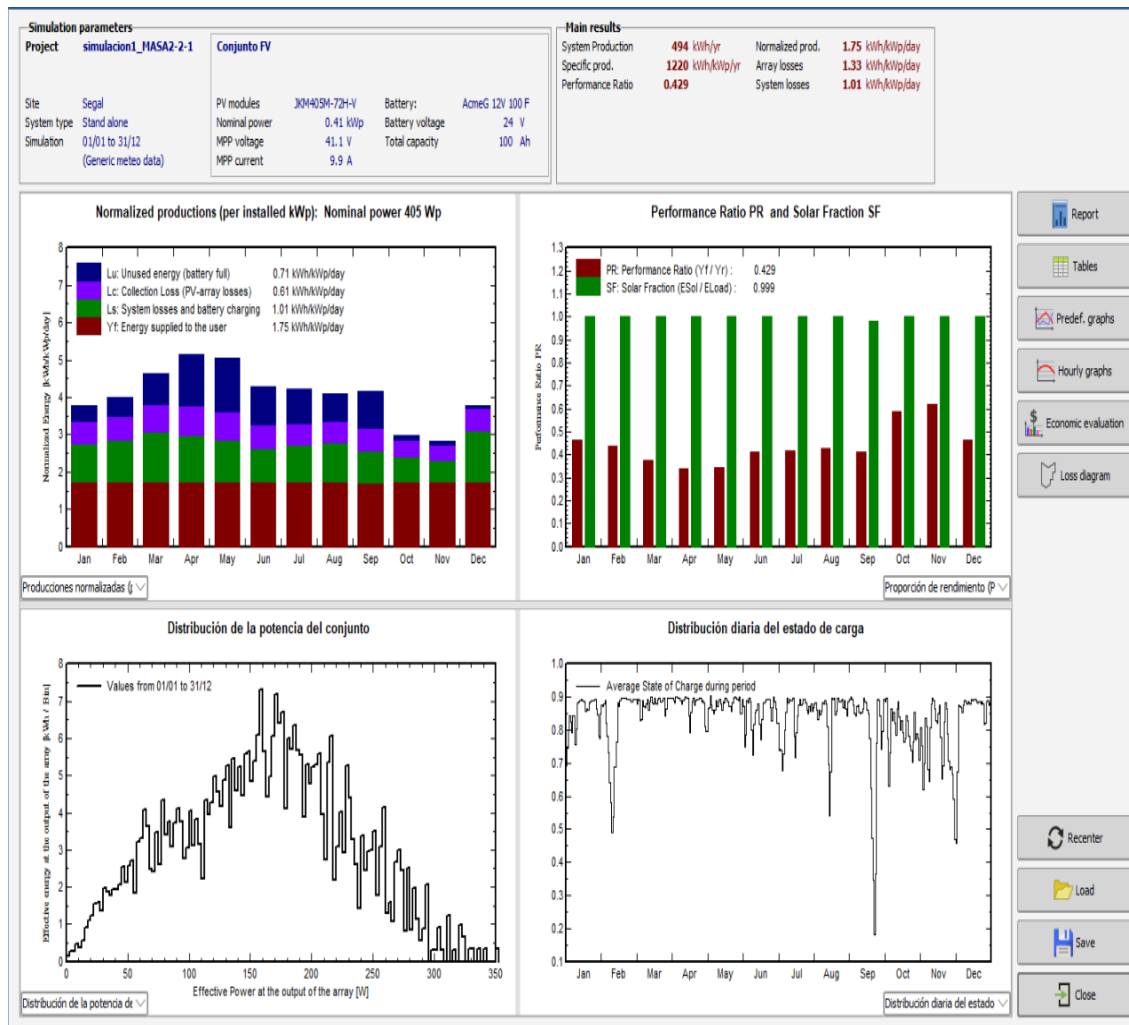


Ilustración 18. Resumen de resultados de la simulación
Fuente: PVSyst, Autor

3.8. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y AMBIENTAL DEL GRUPO ELECTRÓGENO

De acuerdo con los resultados obtenidos de las simulaciones y cálculos realizados se efectúa el análisis de la posible incidencia del sistema fotovoltaico en el entorno ambiental y económico comparado con los datos obtenidos en las encuestas realizadas (Anexo 1).

Para analizar los posibles efectos resultante, se plantean 2 escenarios para el abastecimiento del servicio eléctrico, en el primer escenario el generador a gasolina abastece la demanda del sistema y en el segundo escenario planteado el sistema fotovoltaico abastece la demanda básica como iluminación, entretenimiento y comunicación, mientras que el generador abastece la demanda de los equipos de mayor potencia que tiene menor tiempo de trabajo.

3.8.1. ANÁLISIS EN EL ENTORNO AMBIENTAL

En esta sección nos basaremos en determinar la huella de carbono del generador a gasolina, ya que se proyecta, mediante el sistema fotovoltaico se reduzcan las horas de uso y permita disminuir la contaminación generada.

3.8.1.1. HUELLA DE CARBONO

La huella de carbono mide el impacto de los gases de efecto invernadero (GEI) generados por las actividades que realizamos ya sea de manera eventual, individual, colectiva y de los productos generados o consumidos), con la finalidad de identificar la aportación al cambio climático.[40]

Existen definiciones de literaturas que se enfocan en el CO_2 como principal punto de análisis, sin embargo, el alcance de esta huella permite incluir un equivalente de los otros gases de efecto invernadero con respecto al CO_2 . La huella de carbono hace referencia al peso en toneladas o kilogramos de emisiones de GEI que se generan al realiza una actividad o por una persona.[41]

Se realiza el análisis de los resultados teóricos que se espera obtener para la disminución de los gases de efecto invernadero (GEI) mediante la implementación del sistema de generación fotovoltaico.

Para obtener los datos de emisión de GEI actuales se realizó la adquisición de datos, sin embargo, no se encontró ningún tipo de registro del consumo de energía que existe en la vivienda, además resaltó el estado actual en el que se encontraba el sistema de iluminación, ya que este estaba conectado directamente al generador o planta de generación, lo que significaba que desde el primer momento en el que se encendiera la planta de generación, el sistema de iluminación empezaría a funcionar al 100%, es decir que la iluminación trabajaba indiscriminadamente de si el área en cuestión se encontraba en uso o no, estas situaciones nos pueden dar una idea de la poca eficiencia con la que cuenta el actual sistema eléctrico, escenarios similares a este se deben evitar ya que se pretende reducir el consumo innecesario de energía en el sistema fotovoltaico.

3.8.1.2. CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

Ya que no existen registros del consumo de energía de la vivienda se realiza el cálculo de la huella de carbono mediante las emisiones de GEI generadas por el consumo promedio mensual de combustible que necesitan para abastecerse de energía, información que se obtuvo mediante una encuesta (Anexo 1) y para calcular la disminución de la emisión de GEI, debido a la falta de datos se va a hacer una estimación del porcentaje del tiempo de trabajo que el generador a combustión ya no va a estar en funcionamiento, lo cual representa una disminución de la horas de trabajo del generador y por lo consiguiente la disminución de emisión de gases.

3.8.1.2.1. ESCENARIO 1: EL GENERADOR ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA

De acuerdo con la información obtenida de la vivienda, el generador de combustión con el que cuentan para abastecerse de energía eléctrica consume 1 galón de gasolina diario, si tomamos un promedio mensual de 31 días, se tendría un consumo mensual de 31 galones de gasolina.

Melo Castillo [42], plantea la ecuación (9) para cuantificar las emisiones de CO_2 equivalente:

$$Emis_e = A * Fe \quad (9)$$

Donde:

$Emis_e$ = Emisiones de CO_2 expresadas en kg/mes .

A = Fuente de emisión de la actividad desarrollada la cual en nuestro caso va a estar en litros/mes.

Fe = Factor de emisión del IPCC en este caso en $kgCO_2/litro$.

Otro dato importante para tener en cuenta en el estudio de Melo Castillo [42], nos presenta un factor de emisión de $2,196(kg CO_2/litro)$ para el consumo de gasolina. Cabe recalcar que 1 galón equivale a 3,785 litros, reemplazando en la ecuación (9) (10) tenemos:

$$Emis_e = 31(galón/mes) * 3,785(litro/galón) * 2,196 (kg CO_2/litro)$$

$$Emis_e = 257,67 kg CO_2 al mes$$

Como resultado obtenemos que el generador en las condiciones ya mencionadas y con un tiempo de trabajo conocido de 4 horas diarias por las noches, lo que corresponde a un total de 124 horas de trabajo al mes, sin embargo, existe una cantidad de horas de trabajo que no se está tomando en cuenta ya que se desconoce el tiempo exacto que el generador trabaja en horas del día, no obstante mediante los datos obtenidos en las encuestas se estima un 35% extra del consumo total mensual, esto indica que por $124 * 1,35 = 167,4$ h de trabajo emite $257,67 kg CO_2/mes$, o que anualmente representa una emisión de $3,09 Tn CO_2/año$.

Con los datos obtenidos se puede estimar el consumo de gasolina por hora mediante una relación entre el consumo de gasolina y las horas de trabajo mensual del generador:

$$C_{gh} = \frac{C_{tc}(Gl)}{t_h(h)} \quad (10)$$

Donde

C_{gh} = Consumo estimado de gasolina por hora.

C_{tc} = Consumo total de gasolina.

t_h = Tiempo de uso del generador en horas

Evaluando los datos obtenemos:

$$C_{gh} = \frac{31(Gl)}{167,4(h)}$$

$$C_{gh} = 0,18(gl/h)$$

El generador tiene un consumo estimado de 0,18 galones por hora de trabajo, lo cual se va a tomar como referencia de consumo por hora.

3.8.1.2.2. ESCENARIO 2: EL GENERADOR Y EL SISTEMA FOTOVOLTAICO ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA

La estimación de reducción de emisiones de GEI se realiza analizando la reducción de las horas de trabajo del generador, ya que no se dispone de datos puntuales de generación o consumo del generador ni de los habitantes.

Debido que el sistema fotovoltaico va a cubrir la energía base del sistema, tal como se indica en Tabla 3, se va a suponer que el generador va a seguir trabajando el 35% de horas extras que se había mencionado anteriormente, ya que en esa franja horaria se engloba el uso de los equipos con mayor consumo los cuales deben ser cubiertos por el uso del generador. Por lo cual se espera un consumo de aproximadamente 43 horas mensuales, y reemplazando dicho valor y despejando los galones consumidos en la ecuación de Consumo estimado de gasolina por hora (10) ,obtenemos

$$C_{tc}(Gl) = C_{gh} * t_h (h)$$

$$C_{gh}(Gl) = 0,18(gl/h) * 43 (h)$$

$$C_{gh}(Gl) = 7,74(gl)mensual$$

Sustituyendo en la ecuación Emisiones de (9) tenemos que la nueva huella de carbono estimada es de:

$$Emis_e = 7,74(galón/mes) * 3,785(litro/galón) * 2,196 (kg CO_2/litro)$$

$$Emis_e = 64,3 kg CO_2 al mes o 0,772 Tn CO_2/año$$

3.8.1.2.3. RESULTADOS ESTIMADOS

A continuación, se muestra una comparación de la emisión anual de $kg CO_2$ en los 2 escenarios planteados anteriormente.

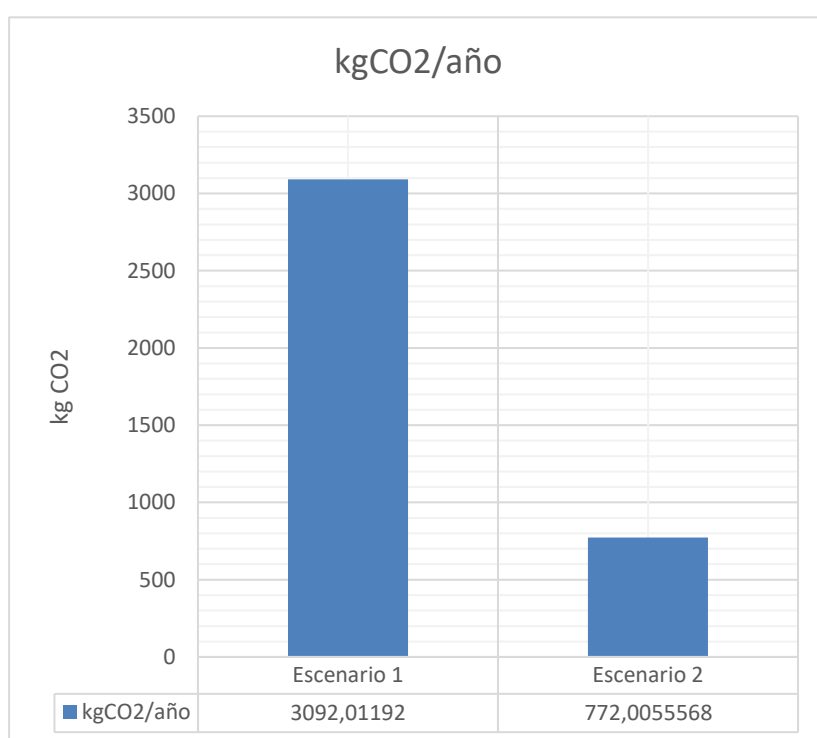


Ilustración 19. Comparación de emisión anual de KgCO2 en los diferentes escenarios
Fuente: Autor

De acuerdo con la Ilustración 19, se estima una disminución del 75% de las emisiones de $kg CO_2$ al ambiente, como resultado de la aplicación del sistema fotovoltaico, ya que gracias a las baterías que se incorporan en el sistema, es capaz brindar energía eléctrica en horas de la noche, con lo que se disminuye el tiempo uso de generadores.

3.8.2. ANÁLISIS EN EL ENTORNO ECONÓMICO

En esta sección se analiza y se compara los 2 escenarios mencionados anteriormente para analizar el posible efecto que resultaría de la implementación del sistema fotovoltaico en el aspecto económico de la familia tomando como referencia cálculos ya antes mencionados.

Se va a realizar una estimación de la reducción de gastos ocasionador por el tiempo de uso del generador a gasolina.

Gasto Mensual por Generador a Gasolina					
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Gasolina	Gal	31	\$ 3,00	\$ 93,00
2	Aceite	Unid.	1	\$ 5,00	\$ 5,00
3	Bujía	Unid.	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Gasto total mensual					\$ 104,00

Tabla 13. Gasto mensual por uso del generador en el escenario 1
Fuente: Autor

3.8.2.1. ESCENARIO 1: EL GENERADOR ABASTECE LA DEMANDA DEL SISTEMA

A continuación, se presenta una recopilación de los gastos mensuales que los moradores de la vivienda indicaron que ocasionaba el uso del generador. continuación de muestra un resumen de los gastos anuales.

Gasto Anual por Generador a Gasolina				
Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Gastos mensuales	12	\$ 104,00	\$ 1.248,00
2	Reparación en taller	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Gasto total anual				\$ 1.398,00

Tabla 14. Gasto anual por el uso del generador en el escenario 1
Fuente: Autor

En la Tabla 14 se muestra un resumen del gasto anual que ocasiona el uso del generador, en esta tabla se indica en el ítem 2 los gastos por reparación, ya que de acuerdo con los moradores esto no sucede de la misma manera todos los años, en ocasiones esto ocurre 2 o hasta 3 veces en el año, sin embargo, indicaban que al año mínimo 1 vez hay que llevarla al taller a repararla, y los costos pueden ser desde \$100 hasta \$200, por lo cual se seleccionó un promedio de \$150.

3.8.2.2. ESCENARIO 2: SISTEMA FOTOVOLTAICO Y GENERADOR ABASTECEN LA DEMANDA DEL SISTEMA.

Para realizar este estudio, se tomará como referencia los valores de horas de trabajo y consumo de gasolina obtenidos en el análisis ambiental, en el que nos indicaba que con la implementación del SFV el consumo de combustible gasolina se reduce a 7,74 galones, no obstante, por motivo de que es un valor estimado este valor se va a redondear a 8 galones mensuales.

Debido a que se reducen las horas de trabajo del generador, también se reducen los costos por mantenimiento, como ya se indicó esta reducción es de aproximadamente el 75%, sin embargo, solo se va a reducir los costos de mantenimiento a la mitad, de la misma manera se va a mantener el gasto anual por reparación en el taller, a continuación en la Tabla 15 y Tabla 16 se muestran los resultados.

Gasto Mensual por Generador a Gasolina					
Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Gasolina	Gal	8	\$ 3,00	\$ 24,00
2	Aceite	Unid.	1	\$ 2,50	\$ 2,50
3	Bujía	Unid.	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Gasto total mensuales					\$ 29,50

Tabla 15. Gasto mensual por uso del generador en el escenario 2
Fuente: Autor

Gasto Anual por Generador a Gasolina				
Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit	Precio Total
1	Gastos mensuales	12	\$ 29,50	\$ 354,00
2	Reparación en taller	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Gasto total anual				\$ 504,00

Tabla 16. Gasto anual por uso del generador en el escenario 2
Fuente: Autor

3.8.2.3. RESULTADO ESTIMADO

El análisis realizado es en base a los datos estimados que se adquirieron de los moradores de la vivienda, por lo cual los resultados obtenidos no son exactamente los reales, sin embargo, nos permite tener una aproximación muy cercana a la realidad.

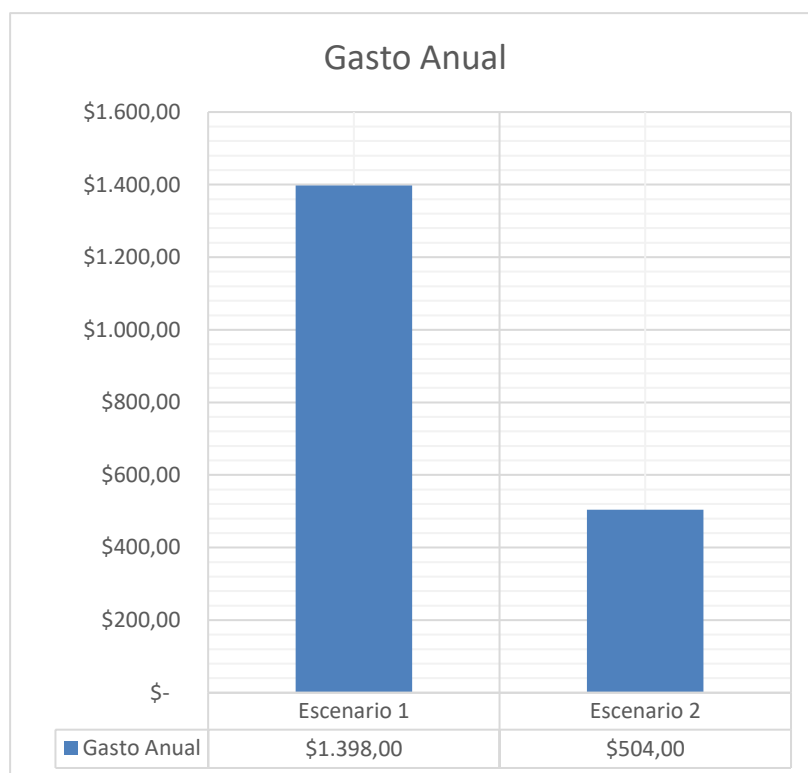


Ilustración 20. Comparación de los gastos anuales en los diferentes escenarios

Fuente: Autor

Como se puede observar en la Ilustración 20 existe una considerable diferencia de los gastos que conlleva el uso continuo del generador a gasolina, con la implementación del sistema fotovoltaico se estima una reducción de aproximadamente 64% de gastos, como se muestra en el escenario 2, por lo cual se considera que el proyecto tiene un impacto positivo en la economía de la familia.

3.9. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Una vez se ha dimensionado y comprobado mediante simulación el funcionamiento del sistema fotovoltaico, para proceder a realizar la implementación del sistema propuesto se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

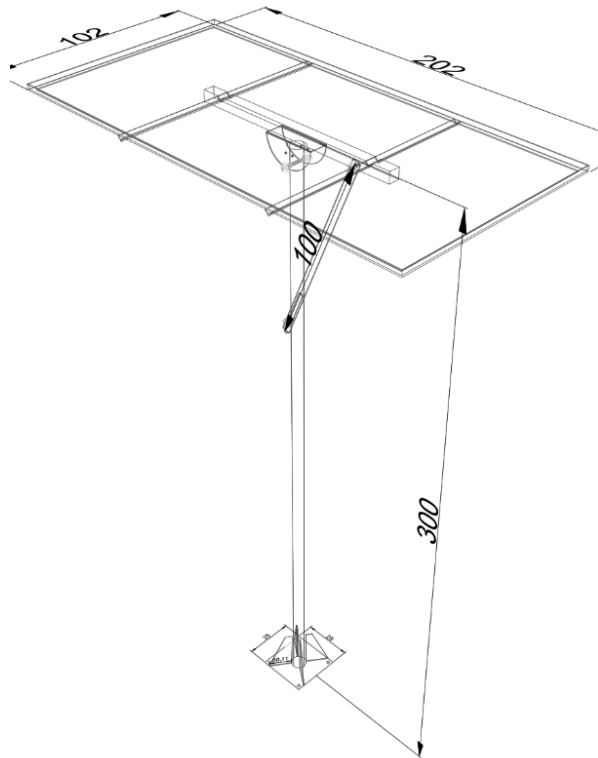
- Estructura para soporte del Panel fotovoltaico.
- Estructura para Banco de Baterías.
- Prueba de los diferentes elementos del sistema fotovoltaico
- Adecuaciones del sistema eléctrico de la vivienda.
- Instalación del sistema fotovoltaico.
- Pruebas en campo del sistema fotovoltaico.

En el anexo 3 se encuentra el presupuesto del proyecto donde se presentan los gastos en las diferentes etapas del proyecto y del proyecto en general.

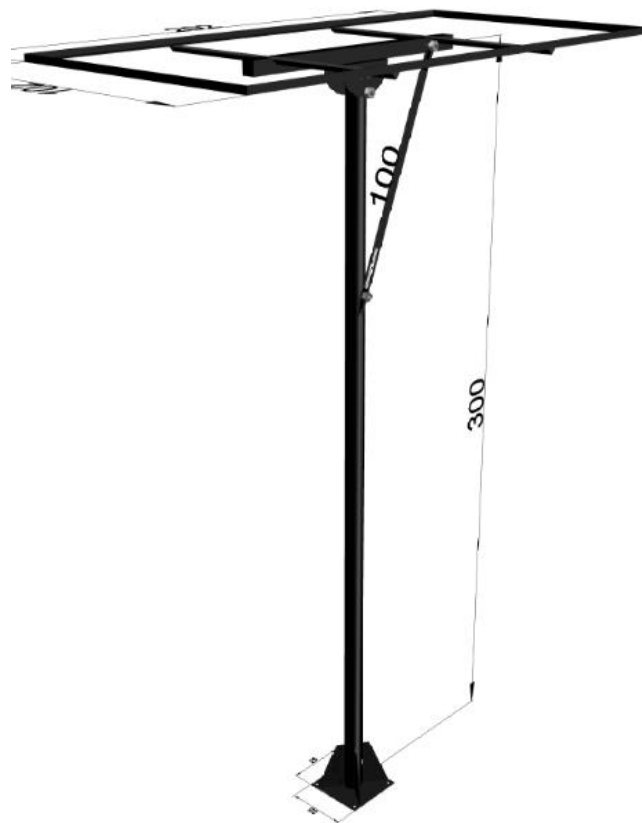
3.9.1. ESTRUCTURA PARA SOPORTE DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Primero se realizó un modelo en 3D en AutoCAD para idear un soporte el cual nos permita obtener varios ángulos diferentes para lograr ubicarnos en el ángulo óptimo calculado anteriormente.

A continuación, se muestran varias ilustraciones de las diferentes vistas de la base del panel fotovoltaico, los planos completos de las estructuras del panel fotovoltaico se encuentran en el anexo 6 para obtener más información del diseño.



*Ilustración 22. Diagrama 2D de la Base del Panel Fotovoltaico.
Fuente: Autor*



*Ilustración 21. Diagramas 3D de la Base del Panel Fotovoltaico.
Fuente: Autor*

Luego diseñar la estructura del panel fotovoltaico, Ilustración 22 e Ilustración 23, se procede a construir la estructura para la cual se utilizó los siguientes materiales:

- Tubo galvanizado de 3x2 de 3 m de largo.
- Ángulo de 1'x 3/16.
- Tubo cuadrado de 2 pulg.
- Varilla roscada de ½.
- Anillo plano, de presión y tuerca de ½.
- Pintura anticorrosiva.



a) Construcción de la base



b) Construcción de la base



c) Base del Panel a 0°



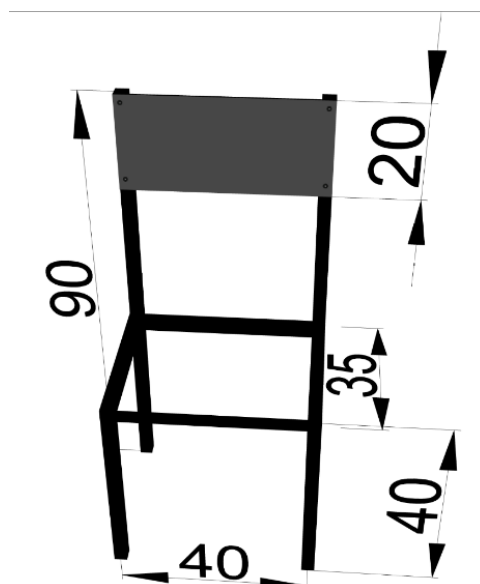
d) Base del Panel a 45°

Ilustración 23. Construcción de la base para el panel fotovoltaico

Como se observa en la Ilustración 23, el modelo construido nos permite variar el ángulo de inclinación del panel desde 0° a 45° aproximadamente, lo que nos posibilita colocar el panel al ángulo previamente calculado.

3.9.2. ESTRUCTURA PARA BANCO DE BATERÍAS.

A continuación, se muestra el modelo realizado en AutoCAD del banco de baterías, debido a que en la vivienda no se cuenta con una superficie robusta, se proyectó ubicar los elementos como el inversor y regulador de carga del sistema en la misma base del banco de baterías, en el anexo 6 se encuentra el plano con mayor detalle.



*Ilustración 24. Esquema 3D en AutoCAD de la base del banco de baterías.
Fuente: Autor*

Una vez ya se obtuvo el diseño en AutoCAD, Ilustración 24, se procedió a realizar la construcción del modelo con los siguientes materiales:

- Tubo cuadrado de 1"x 2 mm
- Angulo de 1"x 3/16.
- Pintura anticorrosiva



a) Construcción de la base de baterías



b) Base de baterías terminada

Ilustración 25. Construcción de la base del banco de baterías.

Fuente: Autor

3.9.3. PRUEBA DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Previa la implementación del sistema fotovoltaico en la comunidad Masa 2, se realizaron pruebas a los equipos que se instalarán en la vivienda con el fin de constatar el correcto funcionamiento de estos.



a) Prueba de los equipos



b) Prueba de los equipos en las bases construidas



c) Conexión de los equipos para las pruebas



d) Comparación de valores medidos

Ilustración 26. Pruebas del funcionamiento de los equipos.

Fuente: Autor

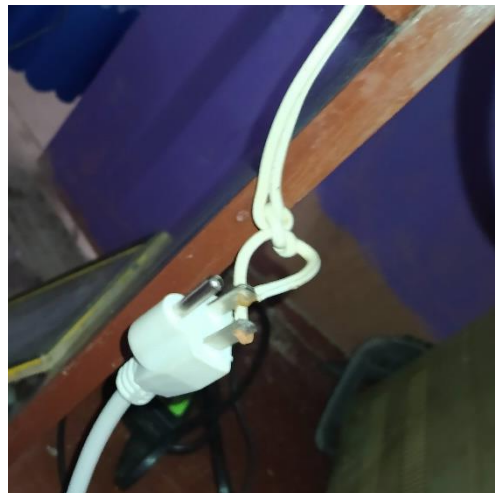
Se comprobaron los voltajes y corrientes entregados por el panel fotovoltaico, controlador de carga, baterías e inversor y se los comparó con los que medía el controlador de carga, ya que internamente tiene sensores que miden voltaje y corriente de los diferentes elementos, a las cuales se puede acceder a través de la aplicación de VICTRON ENERGY desde un dispositivo móvil el cual se conecta a través de bluetooth al controlador de carga.

3.9.4.ADECUACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA.

Las instalaciones eléctricas de la vivienda se encontraban en mal estado, esto debido al poco conocimiento del tema, debido a que para nuestro sistema fotovoltaico se pretende optimizar y aprovechar lo mejor posible la energía que brinda este sistema se realizaron las adecuaciones del sistema eléctrico de la vivienda.



a) Empalmes a la intemperie



b) Empalmes sin aislamiento



c) Cables expuestos



d) Tomacorrientes sin fijación ni aislamiento

Ilustración 27. Sistema eléctrico de la vivienda
Fuente: Autor

Cómo observa en la Ilustración 27 no existían tuberías ni cajas de paso para aislar los circuitos de alumbrado y toma corriente de la intemperie, por lo cual se realizaron las adecuaciones del caso con los siguientes materiales:

- Tubo PVC $\frac{3}{4}$.
- Tubo PVC $\frac{1}{2}$.
- Conectores de $\frac{1}{2}$.
- Conectores de $\frac{3}{4}$.
- Cajas 4x4.
- Cajas octogonales.
- Rosetones.
- Cable THHN 12 rojo y verde.

- Cable THHN 14 blanco y azul.
- Caja de breaker.
- Breaker de 15 A.
- Breaker de 20 A.



a) Cableado del circuito de tomacorrientes



b) Cableado del circuito de iluminación



c) Adecuación de una habitación



d) Caja de breakers

Ilustración 28. Adecuaciones del sistema eléctrico de la vivienda.

Fuente: Autor

3.9.5. INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

Una vez ya se realizaron las adecuaciones correspondientes en la vivienda y las estructuras para los diferentes elementos del sistema fotovoltaico, se procede a realizar las adecuaciones para instalar el sistema fotovoltaico.



Ilustración 29. Fabricación de la estructura del plinto
Fuente: Autor

Para colocar la estructura del panel fotovoltaico se necesita una base para asentar y asegurarla, para eso se fabricó un plinto el cual tiene una base inferior de 70cm x 70cm, con una profundidad de 80cm, mientras que la base superior es de 27cm x 27cm.



a) Estructura del plinto



b) Mezcla para el plinto



c) Fundición del plinto



d) Plinto terminado

*Ilustración 30. Construcción del plinto
Fuente: Autor*

Una vez terminado el plinto se instaló la varilla para el sistema de puesta a tierra , Ilustración 31, para las instalaciones internas de la vivienda y para el sistema fotovoltaico.



*Ilustración 31. Instalación de varilla de puesta a tierra.
Fuente: Autor*

A continuación, se realizó la fijación del panel fotovoltaico en su respectiva base para proceder a realizar el montaje en la estructura.



a) Colocación del panel en la base



b) Fijación del panel a la base



c) Montaje del Panel en la base



d) Ajuste del Angulo de inclinación

Ilustración 32. Instalación del panel fotovoltaico

Fuente: Autor

Después de instalar el panel fotovoltaico se instaló los demás componentes del sistema en la parte interna de la vivienda, debido a que los equipos como controlador de carga, inversor y baterías necesitan estar en un ambiente fresco y ventilado, por lo cual se los colocó en la sala ya que en ese lugar existe un buen flujo de aire.



a) Instalación y conexión al panel de distribución



b) Instalación finalizada

Ilustración 33. Instalación de controlador, inversor y batería.

Fuente: Autor

3.9.6. PRUEBAS EN CAMPO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

Luego de terminar completamente la instalación del sistema fotovoltaico se realiza la medición de voltajes y corrientes, Ilustración 34, de los diferentes elementos del sistema fotovoltaico para verificar el correcto funcionamiento del sistema.



a) Medición de voltajes y corrientes del sistema



b) Voltajes y corrientes medidos por el controlador de carga

Ilustración 34. Medición de voltaje y corriente en el sistema.

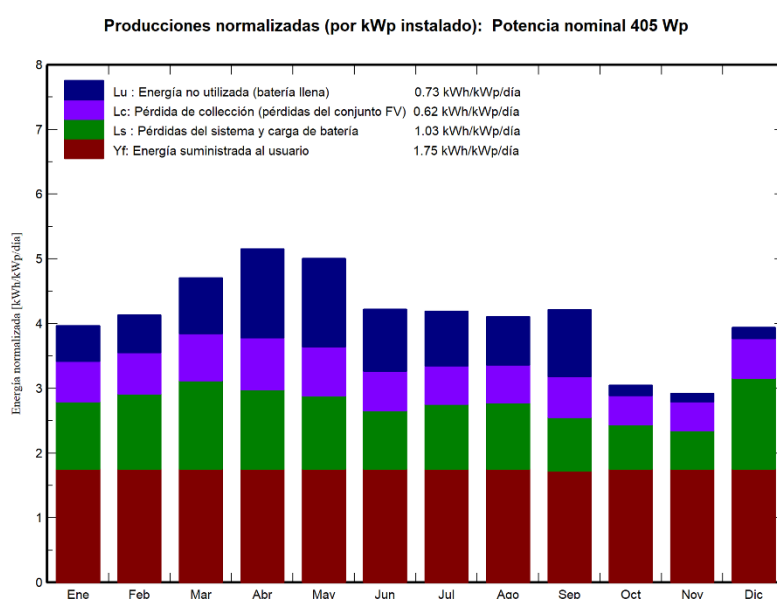
Fuente: Autor

4. CAPITULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1.RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

En el anexo 4 se muestra el archivo completo de los resultados de la simulación, a continuación, se muestra un resumen de los aspectos más importantes.



*Ilustración 36. Producción normalizada del sistema fotovoltaico.
Fuente: PVSyst, Autor*

Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	EArray kWh	E_Load kWh	EffArrR %
Enero	135.7	115.3	40.33	6.89	0.000	22.01	22.01	35.07	22.01	14.17
Febrero	122.7	109.2	38.13	6.55	0.000	19.88	19.88	33.06	19.88	14.20
Marzo	148.5	138.0	48.41	10.79	0.000	22.01	22.01	39.15	22.01	13.33
Abril	150.7	146.7	51.54	16.69	0.000	21.30	21.30	36.24	21.30	11.65
Mayo	145.1	147.5	51.95	17.14	0.000	22.01	22.01	36.24	22.01	11.60
Junio	117.7	120.1	42.49	11.60	0.000	21.30	21.30	32.29	21.30	12.67
Julio	122.4	123.0	43.62	10.53	0.000	22.01	22.01	34.58	22.01	13.24
Agosto	123.9	120.6	42.71	9.37	0.000	22.01	22.01	34.87	22.01	13.60
Septiembre	126.8	119.8	42.01	12.54	0.349	20.95	21.30	31.01	21.30	12.18
Octubre	98.5	88.8	30.75	1.99	0.000	22.01	22.01	30.57	22.01	16.08
Noviembre	94.2	82.2	28.37	1.56	0.000	21.30	21.30	28.57	21.30	16.18
Diciembre	134.5	114.6	40.10	2.17	0.000	22.01	22.01	39.66	22.01	16.13
Año	1520.7	1426.0	500.41	107.81	0.349	258.80	259.15	411.30	259.15	13.54

Legendas

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	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
EUused	Energía no utilizada (batería llena)	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Miss	Energía faltante	EffArrR	Efficien. Eout conjunto / área rugosa

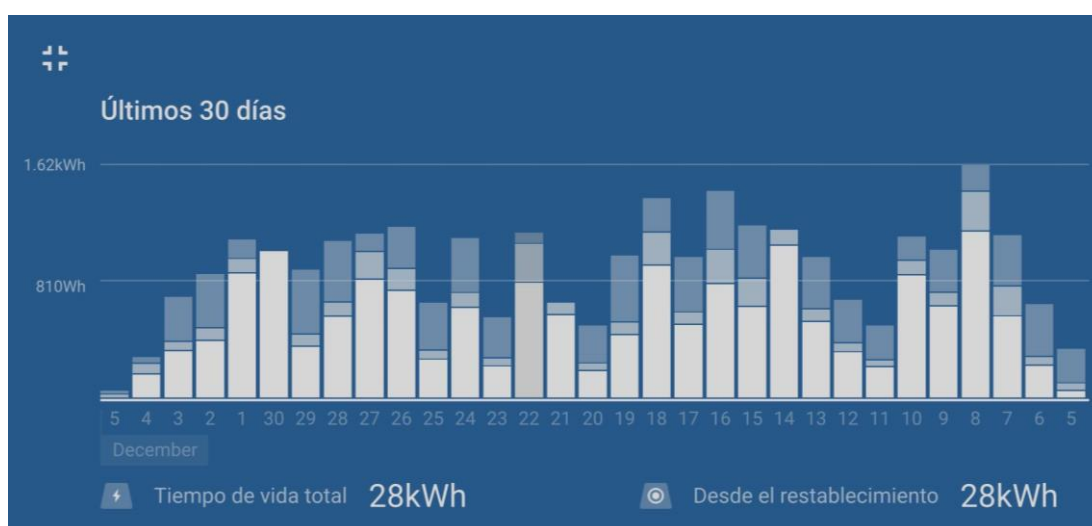
*Ilustración 35. Resumen de resultados
Fuente: PVSyst, Autor*

Los resultados de la simulación muestran que el sistema propuesto es capaz que cubrir la demanda planteada hasta en el mes con menor presencia de la radiación solar, en la Ilustración 36 se muestran los resultados mediante diagrama de barra donde de forma gráfica se presenta la energía que el sistema ofrece al usuario y las diferentes pérdidas del sistema, baterías, paneles.

En la Ilustración 35 se muestran los valores de generación de energía, consumo y pérdidas del sistema y demás componentes, en el cual se puede apreciar de forma más acertada que el sistema fotovoltaico cumple con la demanda de energía planteada y en todos los meses muestra un excedente de energía, esto varía dependiendo de la cantidad de radiación solar que recibe el panel.

4.1.2.RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Los resultados de la implementación del sistema fotovoltaico se obtuvieron del controlador de carga SmartSolar 75/15 de Victron Energy el cual mediante una conexión bluetooth se puede acceder a un histórico de generación, consumo, tiempos de carga de la batería y fallos de los últimos 30 días, esto se muestra en Ilustración 37.



*Ilustración 37. Histórico de generación y consumo de la vivienda desde la aplicación de VictronConnect
Fuente: VictronConnet, Autor*

En base a estos datos se va a analizar la respuesta del sistema fotovoltaico ante el comportamiento real de las cargas a través del tiempo.

En el anexo 7 se encuentra el documento completo con todos los datos adquiridos del controlador de carga, a continuación, se presentan diagrama de barras donde se

muestra el consumo y la generación de energía el cual se mide en Wh, además de tiempos de carga de las baterías de forma diaria, el mismo que inicio el 5 de noviembre del 2021 cuando el sistema quedó operativo, hasta el 31 de diciembre del 2021, que se realizó la adquisición de los datos para el respectivo análisis.

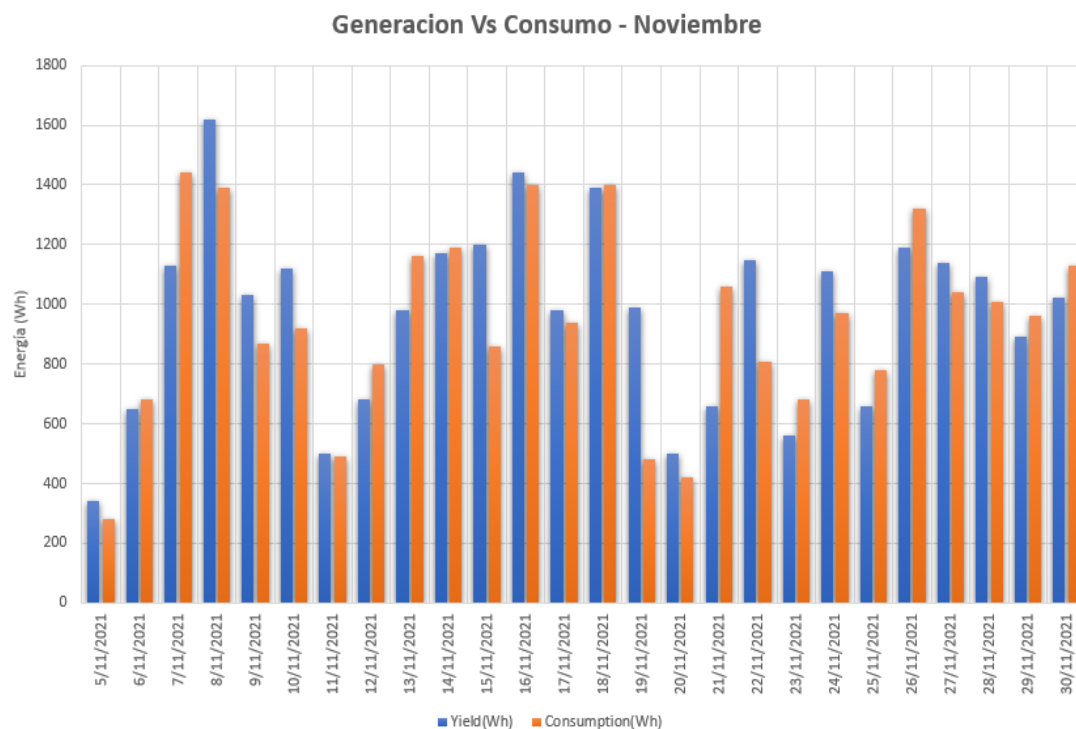


Ilustración 38. Generación y consumo del sistema fotovoltaico en noviembre.
Fuente: Autor

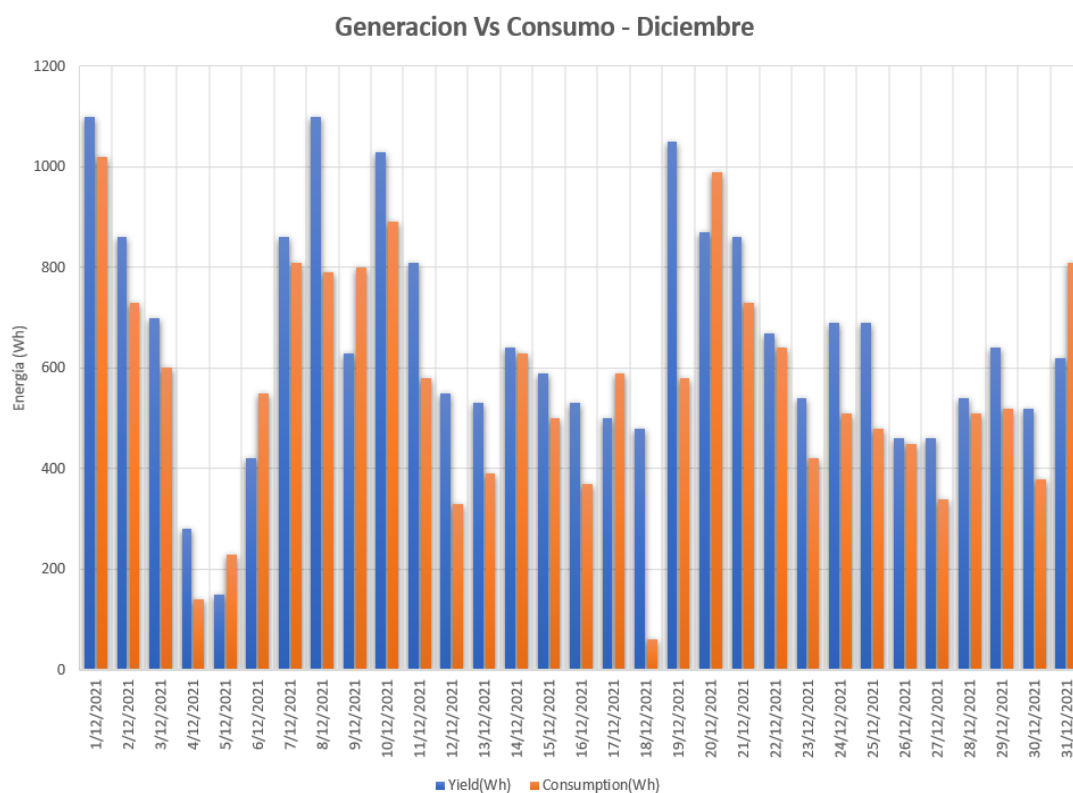


Ilustración 39. Generación y consumo del sistema fotovoltaico en diciembre.
Fuente: Autor

Resumen del Comportamiento Energético del sistema Fotovoltaico							
Mes	Gen. (kWh)	Cons. (kWh)	Exced. (kWh)	Máx. Gen (kWh/día)	Máx. Cons (kWh/día)	Promedio Gen (kWh/día)	Promedio Cons (kWh/día)
Noviembre	25,19	24,48	0,71	1,62	1,44	0,97	0,94
Diciembre	20,37	17,37	3,00	1,10	1,02	0,66	0,56
Total	45,56	41,85	3,71	1,62	1,44	0,81	0,75

Tabla 17. Resumen del Comportamiento Energético del sistema Fotovoltaico.
Fuente: Autor

De acuerdo con la Tabla 17 y con la Ilustración 38 e Ilustración 39, en la mayoría de los días el sistema de generación fotovoltaica produce mayor energía de la que se consume diariamente, sin embargo, existen días donde se ha consumido mucha más energía de la considerada, lo cual se ha logrado sustentar con el sistema de almacenamiento de energía.

Hasta la fecha que se realizó la adquisición de datos el sistema ha generado 45,56 kWh de los cuales la vivienda ha aprovechado 41,85 kWh, el promedio de generación de energía es mayor que el de consumo en todo momento en el rango de tiempo de los 2 meses, por lo cual se comprueba que el sistema cubre en su totalidad la demanda que se planteó

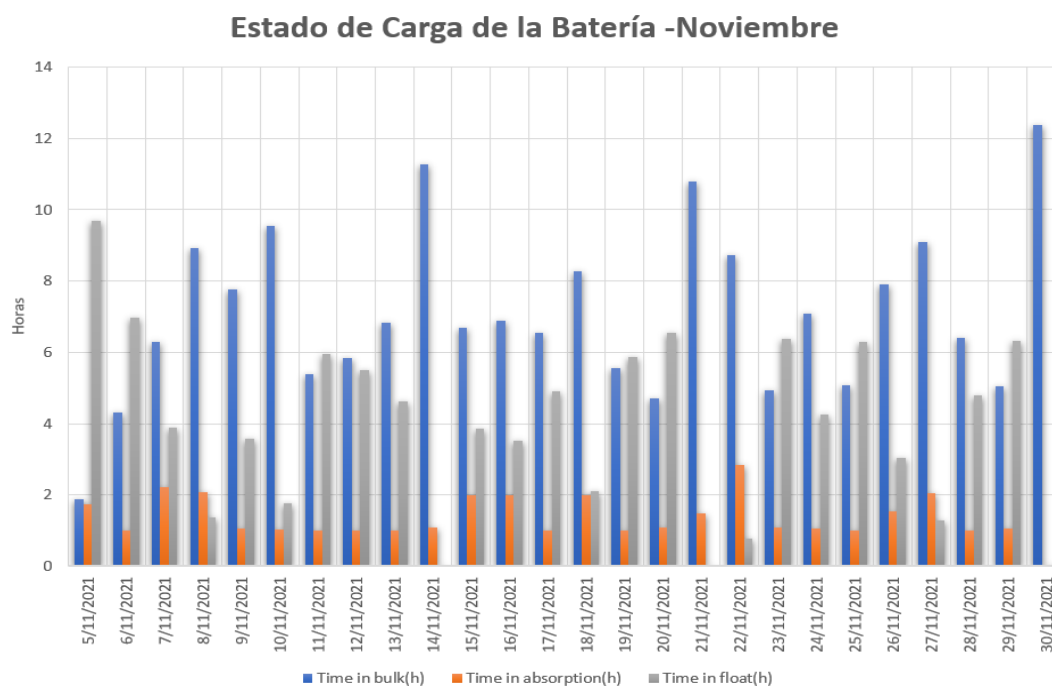


Ilustración 40. Tiempos de estados de carga de las Baterías en noviembre.
Fuente: Autor

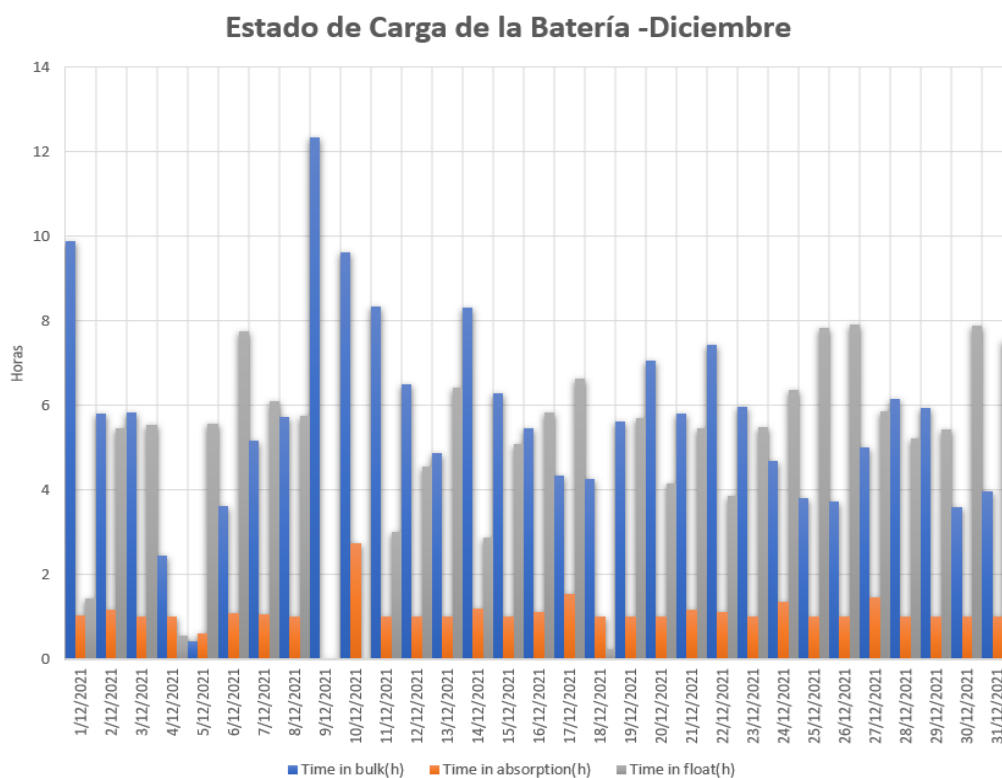


Ilustración 41. Tiempos de estados de carga de las Baterías en diciembre.
Fuente: Autor

Resumen de Tiempos y Estados de Carga						
Mes	Tiempo promedio en estado de carga inicial (h)	Tiempo promedio en estado de absorción (h)	Tiempo promedio en estado de flotación (h)	Tiempo de carga Promedio (h)	No alcanza estado de absorción (Días)	No alcanza estado de flotación (Días)
Noviembre	7,08	1,36	3,97	12,42	1	3
Diciembre	5,75	1,09	4,89	11,73	1	2
Total	6,42	1,23	4,43	12,07	2	5

Tabla 18. Resumen de Tiempos y de Carga del sistema de baterías.
Fuente: Autor

Como se evidencia en las ilustraciones y en la Tabla 18, los tiempos de estados de carga de la batería se confirma de 3 etapas: Time in Bulk o tiempo en carga inicial, time in absorption o tiempo de absorción y time float o tiempo de flotación, como se observa en la ilustración 40 e ilustración 41, en la mayoría de los casos las baterías cumplen con su ciclo de carga lo cual es lo óptimo para preservar el tiempo de vida útil, ya que se recomienda que la batería en días con abundante radiación solar permanezca mínimo una hora en estado de flotación [43].

Tiempos de Carga Diaria -Noviembre

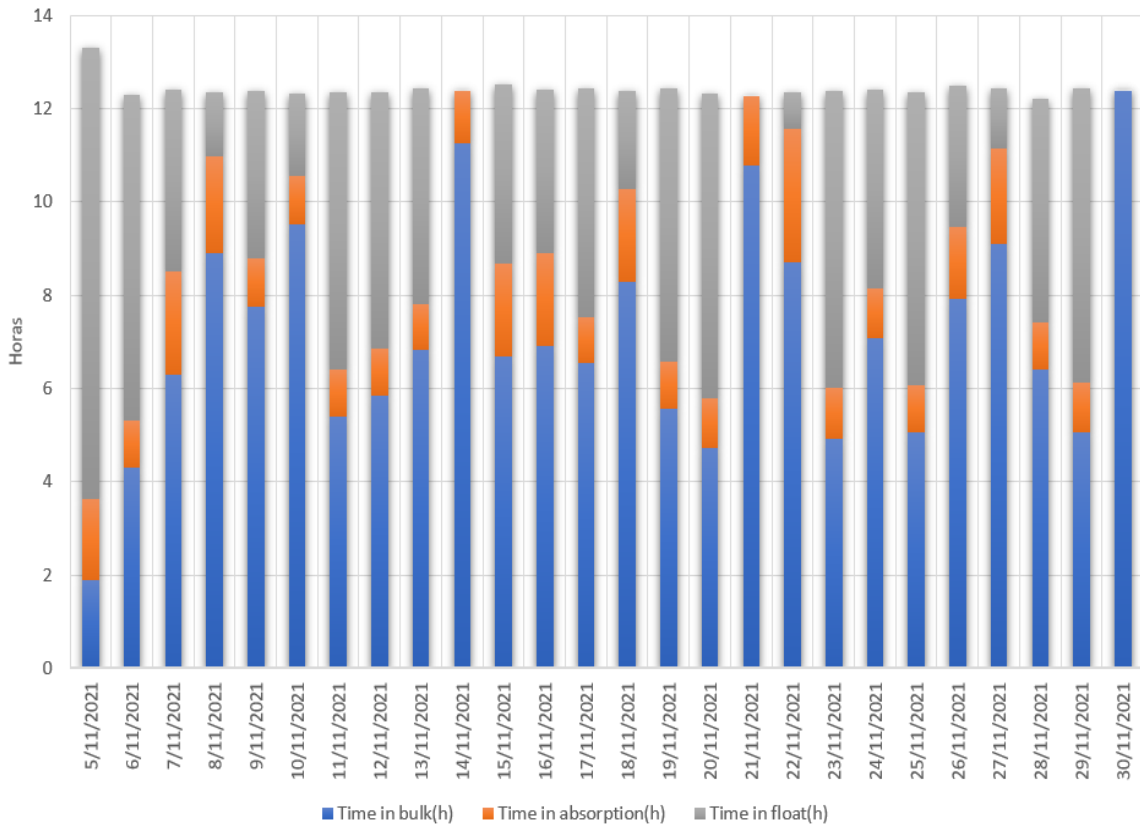


Ilustración 43. Tiempo de Carga Diaria de la Batería - noviembre.
Fuente: Autor

Tiempo de Carga Diaria de las Baterías Diciembre

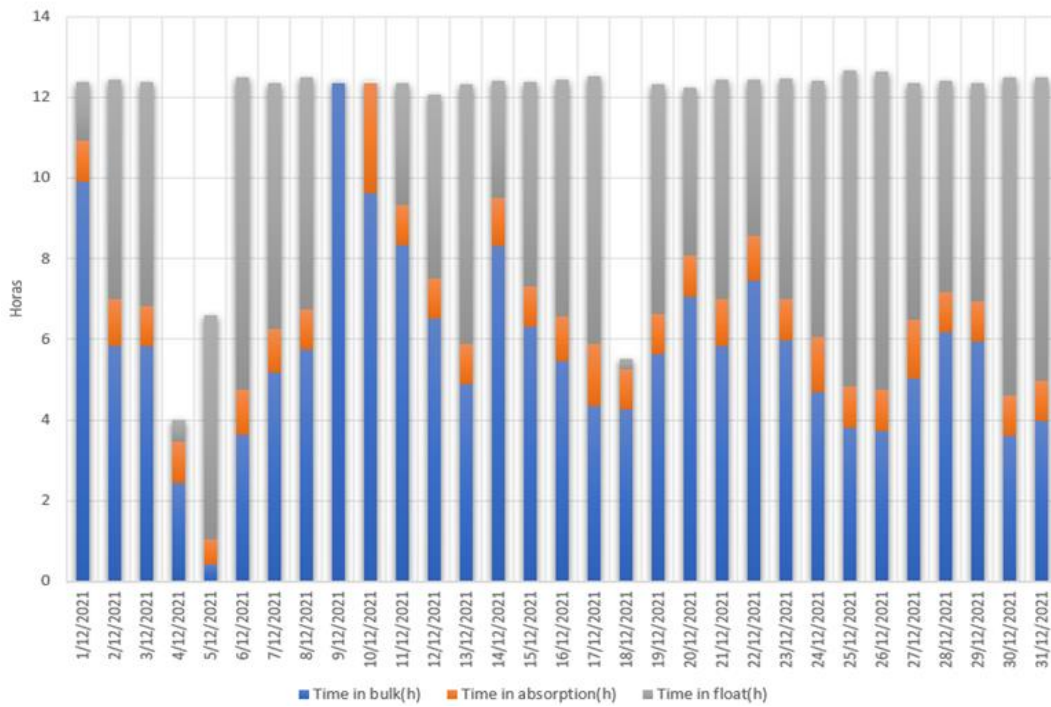


Ilustración 42. Tiempo de Carga Diaria de la Batería - diciembre.
Fuente: Autor

En la Ilustración 42 e Ilustración 43 se presentan los diferentes tiempos de cargas diarios, en el cual se puede apreciar que solo en el mes de diciembre existen dos días en los cuales al parecer por situaciones climatológicas no existió una constante incidencia de radiación solar en el lugar, por lo cual no los tiempos de carga son mucho menores en comparación con los otros días, no obstante, aun en esos días el sistema logra cargar las baterías al 100%.

A continuación, se presenta la Ilustración 44, Ilustración 45 y Tabla 19 donde se muestran un historial de los valores máximos y mínimos de voltaje de la batería forma diaria, con estos datos se puede estimar una idea del nivel de carga que tiene las baterías ya que el controlador de carga instalado cuenta con varios tipos de algoritmos de carga y descarga de la batería para mantener el tiempo de vida útil con las que están diseñadas, estos algoritmos de descarga tiene los siguientes voltajes para desconexión de carga por baja tensión: 22,2 V / 23,6 V / BatteryLife.

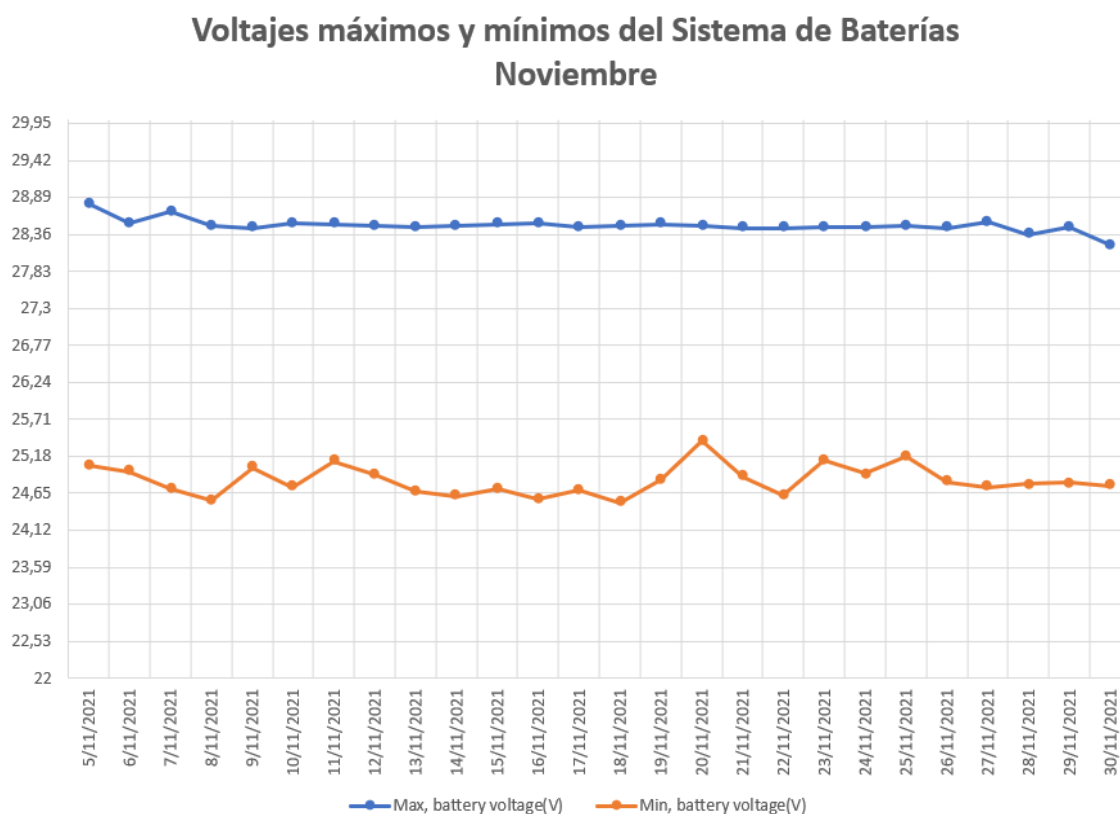


Ilustración 44. Voltajes máximos y mínimos registrados en el mes de noviembre.
Fuente: Autor

Voltajes máximos y mínimos del Sistema de Baterías Diciembre

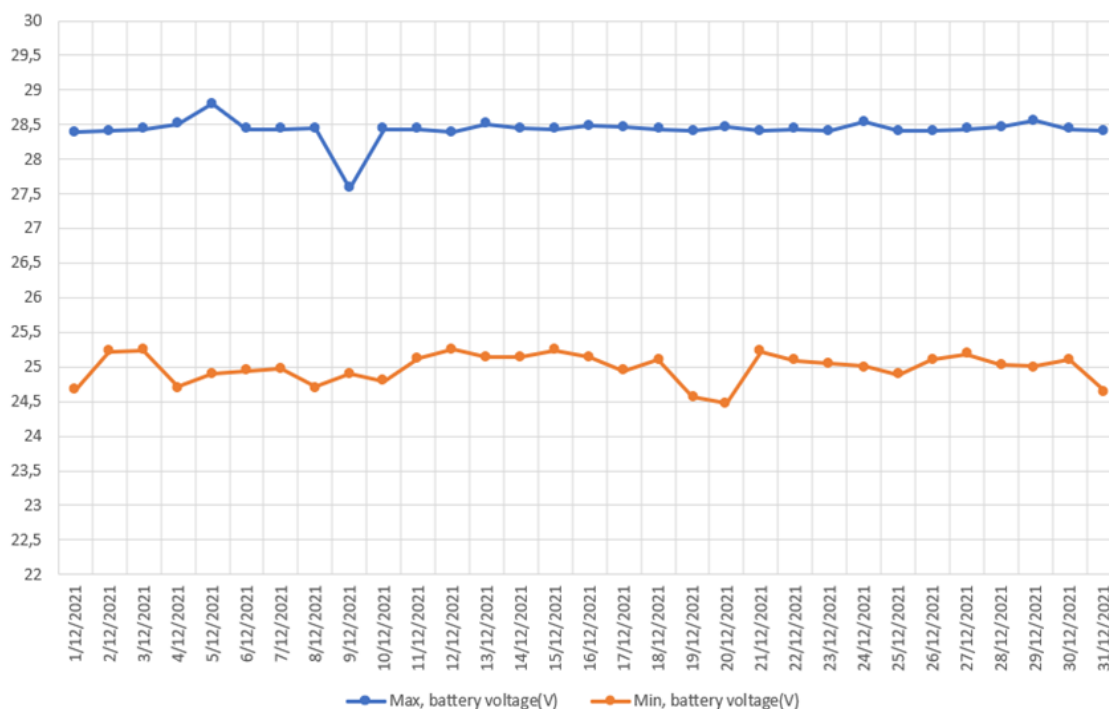


Ilustración 45. Voltajes máximos y mínimos registrados en el mes de diciembre.
Fuente: Autor

Resumen del comportamiento del Generador Fotovoltaico y Sistema de Baterías				
Mes	Pmax Prom FV (Wh)	Vmax prom FV (V)	Vbat min prom (V)	Vbat max prom (V)
Noviembre	303,31	44,75	24,84	28,49
Diciembre	238,55	45,00	24,99	28,43
Máximo Registrado	421	46,24	24,48	28,8

Tabla 19. Resumen del Generador Fotovoltaico y Sistema de Baterías.
Fuente: Autor

El algoritmo de carga y descarga de la batería BatteryLife es el que se encuentra configurado por defecto, ya que este algoritmo es capaz de analizar los tiempos y niveles de carga y descarga de la batería, y de acuerdo con eso aumentar o mantener el valor de voltaje para la desconexión de carga por baja tensión, es decir que si las baterías no alcanzan el 100% de su carga, el controlador de carga SmartSolar va ir aumentando el valor del voltaje límite para que la desconexión por bajo voltaje suceda antes, y se va a enfocar en capturar la mayor energía del generador fotovoltaico, hasta lograr que la batería se cargue completamente, una vez ya se haya alcanzada la máxima carga, el

voltaje para la desconexión de la carga se modulará de forma que la batería alcance su carga completa al menos una vez a la semana, para mayor información puede consultar en el anexo 8 donde se encuentran las hojas de datos de los equipos instalados o en la página oficial de VICTRON ENERGY.

Resumen de la Autonomía del Sistema							
Mes	Tensión Banco de Baterías (V)	Capacidad Banco de Baterías (Ah)	Promedio Consumo (Wh/día)	Promedio Consumo (Ah/día)	Profundidad máx. descarga (%)	Promedio Autonomía (Días)	% de consumo teórico
Noviembre	24	100	941,54	39,23	60%	1,5	131%
Diciembre	24	100	560,32	23,35	60%	2,6	78%
Escenario ideal	24	100	720,00	30,00	60%	2,00	100%
Máx. Consumo permitido	24	100	1440,00	60,00	60%	1,00	200%

*Tabla 20. Resumen de la Autonomía del Sistema.
Fuente: Autor*

En la Tabla 20 se presenta un promedio diario de días de autonomía del sistema con la carga real consumida, en la cual para el mes de diciembre ya que existió un mayor consumo promedio de energía se obtuvo una media de un día y medio de autonomía, mientras que en diciembre disminuyó el consumo promedio de energía lo que significaba un poco más de dos días y medio de autonomía, adicionalmente se presentan 2 ítems más, en los cuales se indica el escenario ideal que sería el consumo promedio que debería tener el sistema para que cumpla con los 2 días de autonomía que se habían establecido inicialmente y el segundo escenario corresponde al máximo consumo que se recomienda debería existir para mantener como mínimo un día de autonomía por cualquier deficiencia de radiación solar por cuestiones climatológicas, sin embargo no se recomienda ese nivel consumo sea constante ya que si al siguiente día la baterías no se logra cargar al 100% y si el consumo es elevado se puede generar una desconexión de la carga por bajo voltaje del banco de baterías, cabe indicar que en estos dos escenarios planteados se asume que las baterías se encuentran cargadas al 100%.

4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO AMBIENTAL

Para esta sección se planteaba realizar la comparación del análisis efectuado en la sección 3.8 con los datos adquiridos del tiempo de funcionamiento y los costos de operatividad real del generador mientras funcionaba en conjunto con el sistema fotovoltaico, para así determinar la reducción de los costos por la operatividad del generador y las emisiones de CO_2 , sin embargo, una semana después de que se instaló el sistema fotovoltaico, el generador a combustión con el que ellos contaban se averió, debido a que el costo de reparación es elevado y la familia es de recursos limitados no se ha logrado realizar la reparación del equipo, por lo que en estos momentos se abastecen completamente del sistema fotovoltaico instalado.

Debido a que actualmente el generador no se encuentra operativo todos los gastos mensuales por mantenimiento del generador se han eliminado, de la misma manera las emisiones de CO_2 al ambiente por el uso del generador se han eliminado por el momento, sin embargo, se espera que, en un futuro el generador funcione para cubrir las demandas de mayor potencia en la vivienda tal como se lo indicó en el análisis realizado en la sección 3.8.

5. CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1. CONCLUSIONES

- Se logró realizar un correcto levantamiento de información y de las cargas en la vivienda.
- Con los datos obtenidos en el levantamiento de información, se logró realizar un óptimo diseño del sistema eléctrico para suplir las necesidades eléctricas de la vivienda.
- Se realizó un adecuado dimensionamiento del sistema fotovoltaico, como se observa en la Tabla 17, se cumple con el consumo de energía diario de la vivienda.
- Mediante el software PVSyst se logró obtener una aproximación cercana del comportamiento real del sistema fotovoltaico, lo que nos permitió corroborar la efectividad del sistema fotovoltaico propuesto para la vivienda.
- Se implementó de manera exitosa el sistema fotovoltaico en la vivienda.
- Se logró reducir la necesidad del uso del generador a gasolina, en la Tabla 20, se puede observar que con el sistema de baterías se logra cubrir aumentos de consumo de energía, sin embargo esto reduce los días de autonomía del sistema.
- El análisis técnico económico nos indica que el sistema fotovoltaico le permite a la familia ahorrar un 64% de gastos de operación del generador y una reducción del 75% de emisión de CO_2 al ambiente.

5.1.2.RECOMENDACIONES

- A los usuarios que se abastecen del sistema fotovoltaico, se recomienda mantener el consumo de energía que se indicó en el estudio, puede existir un aumento en el consumo de energía, sin embargo se recomienda tener como referencia la Tabla 20 para no afectar considerablemente la autonomía del SFV.
- A los usuarios de sistemas fotovoltaicos aislados, se recomienda realizar mantenimientos básicos de forma periódica al sistema implementado, ya que debido a la presencia de abundante polvo y de aves en el lugar, puede generar una reducción de la producción de energía diaria, otro punto importante es realizar el reajuste de terminales de todo el sistema ya que con el pasar del tiempo se pueden generar puntos calientes por falso contacto en un algún terminal, lo que puede ocasionar cortocircuitos, daños en la vivienda y en los equipos.
- Se recomienda a los moradores de la vivienda no tener contacto innecesario y no colocar ningún elemento cerca de los equipos instalados, ya que esto puede obstaculizar el flujo de aire o generar alguna anomalía en el sistema por contactos indirectos o cualquier otra situación, lo que puede ocasionar daños a los moradores, a la vivienda o acortar el tiempo de vida útil de los equipos.
- A la Universidad Politécnica Salesiana se recomienda mantener contacto con la comunidad y de ser posible realizar visitas técnicas periódicas para mantenimientos completos, corroborar el buen estado y el correcto manejo de los equipos con el fin de preservar el sistema fotovoltaico y mejorar la calidad de vida de los moradores.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] M. Abad, “Elección de tecnologías de energía renovable para uso en ciudades intermedias, utilizando criterios de sostenibilidad, caso de estudio, Cuenca-Ecuador,” p. 88, 2017, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14762>.
- [2] N. Chuquín and F. Marquez, “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN SISTEMA PUBLICITARIO ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR, Y CONTROLADO CON UN RELÉ INTELIGENTE (ZELIO),” 2011.
- [3] A. F. MALLAGUARI BARROS and F. R. SHICAY ARIAS, “Determinación de parámetros para obtener valores de eficiencia representativos para la enseñanza de las energías renovables (solar, eólica, hidrógeno-electrólisis y pilas de combustible) utilizando el equipo de laboratorio ‘Clean Energy Trainer,’” *Univ. Politec. Sales.*, 2015.
- [4] 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,” 2121.
- [5] F. D. Vélez Mosquera and C. X. Grijalva Campoverde, “Estudio e implementación de un sistema fotovoltaico aplicado a luminarias: caso de estudio Unidad educativa Dr. Francisco Falquéz Ampuero,” *Repos. Inst. la Univ. Politécnica Sales.*, vol. 0, no. 0, 2020.
- [6] G. Gonzalez, J. Zambrano, and E. Estrada, “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,” 2014.
- [7] W. Borbor, “SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA CASAS INDIVIDUALES EN LA COMUNIDAD MASA 2 – GOLFO DE GUAYAQUIL,” *POLITÉCNICA SALESIANA*, 2021.
- [8] L. Carrion and K. Mendoza, *Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil*. 2021.
- [9] D. S. Behar Rivero, *Metodología de a Investigación*. 2008.
- [10] F. Arias G, *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científico*. 2016.
- [11] D. Armijos and C. Encarnación, *Análisis de un sistema fotovoltaico residencial acoplado a la red utilizando un convertidor Q-Z con acumuladores de energía*. 2018.
- [12] I. Candial Benavente, “Análisis de un sistema fotovoltaico híbrido doméstico,” *Univ. Carlos Iii Madrid Esc. Politécnica Super.*, p. 102, 2015, [Online]. Available: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23575/TFG_Ismael_Candial_Benavente_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [13] P. Toalongo and J. Sancho, “Análisis de la producción de energía fotovoltaica

- mediante el uso de espejos en configuración dinámica,” 2021.
- [14] A. E. Ceriz Veléz, “Estudio de la confiabilidad de sistemas fotovoltaicos en el Ecuador y construcción de un generador sola a escala de energía eléctrica a 200 W,” p. 102, 2010, [Online]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8579/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-102.pdf>.
- [15] M. Alonso Abella, “Dimensionado de Sistemas Fotovoltaicos autónomos - Master en Energías Renovables y Mercado Energético Escuela de Organización Industrial,” p. 15, 2011, [Online]. Available: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45340/componente45338.pdf.
- [16] L. Basurto Gustines, “PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA COMERCIALIZACIÓN, INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PANELES SOLARES EN EL ÁREA RURAL DEL CANTÓN SANTA LUCÍA, PROVINCIA DEL GUAYAS,” 2015.
- [17] J. P. Macancela Cabrera, “Dimensionamiento Optimo para Pequeños Sistemas Híbridos Aislados Aplicado en las Islas Galapagos,” 2018.
- [18] AutoSolar, “Etapas de carga de una batería,” 25-01-2021, 2021. <https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/etapas-de-carga-de-una-bateria>.
- [19] E. Jimenez and E. García, “Asignación de recursos en una micro-red social con sistemas fotovoltaicos basado en el control de carga,” 2020.
- [20] P. Byron, “Análisis Técnico - Económico De Una Instalación Fotovoltaica En Consumidores Residenciales En Áreas Rurales Aisladas,” p. 118, 2020, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19154>.
- [21] J. F. Romero Crespo and I. J. Flores Peralta, “Estudio e implementación de un sistema de micro generación solar fotovoltaico para autoconsumo (caso de estudio considerando la regulación Nro. ARCONEL- 003/18),” 2013.
- [22] J. D. Rivera, “Viabilidad Técnica Y Económica De Instalar Sistemas Fotovoltaicos Conectados a La Red Eléctrica En Entornos Residenciales De La Ciudad De Loja,” *Univ. Nac. Loja*, p. 151, 2020, [Online]. Available: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf.
- [23] Asamblea Nacional del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador,” *Iusrectusecart*, no. 449, pp. 1–219, 2008, [Online]. Available: <https://bde.fin.ec/wp-content/uploads/2021/02/Constitucionultimodif25enero2021.pdf>.
- [24] ARCONEL, “Regulación Nro. ARCONEL-003/18,” *Arconel*. p. 42, 2018, [Online]. Available: <https://www.regulacioneolica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/042-18.pdf%0Awww.regulacioneolica.gob.ec>.
- [25] E. J. Siguencia Macero and J. A. Zuñiga Bautista, “CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE DEMANDA ELÉCTRICA DEL CAMPUS ‘EL VECINO’ DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA,” UNIVERSIDAD

POLITÉCNICA SALESIANA, 2017.

- [26] O. J. Miranda Villao and E. R. Consuegra Mite, “Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico a través de herramientas computacionales en zonas aisladas,” 2021.
- [27] A. GARGALLO TATAY, “MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS RECEPTORES DOMÉSTICOS EN CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO: APLICACIÓN A UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR,” *Ciateqdigital*, p. 112, 2017, [Online]. Available: [https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/140/1/Analisis del consumo de energia electronica en casas.pdf](https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/140/1/Analisis%20del%20consumo%20de%20energia%20electronica%20en%20casas.pdf).
- [28] P. S. MELO MOLINA, “REVISIÓN CRÍTICA DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA GESTIÓN DE LAS REDES ELÉCTRICAS ANTE LA INCORPORACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA,” p. 92, 2020.
- [29] M. R. Gamez, *La energía fotovoltaica en la provincia de Manabí*, no. June 2018. 2019.
- [30] M. F. Recalde Rodríguez, J. C. Páez Egüez, K. E. Zumarraga Marroquin, R. Haro Haro, and M. Cueva Andrade, *La Huella De Carbono Y La Campaña De Marketing Verde*, vol. 53, no. 9. 2018.
- [31] J. P. MOYA GUEVARA, “EVALUACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA Y APORTE PARA BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA FINCA AGROECOTURÍSTICA ‘LOS CHÍPAROS’, SECTOR MARIANITAS-PUERTO QUITO.,” 2017.
- [32] D. Perez Neira, O. De Marco Larrauri, and P. Alvarez Muñoz, “La huella ecológica de las naciones. Reflexiones globales, particularidades ecuatorianas / The ecological footprint of nations. Overall thoughts and the ecuadorian context,” *Cienc. Unemi*, vol. 8, no. 14, pp. 93–103, 2015, doi: 10.29076/issn.2528-7737vol8iss14.2015pp93-103p.
- [33] C. N. de I. de la C. CNIC, “Centro Nacional de Información de la Calidad,” pp. 1–13, 2016, [Online]. Available: http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=f1b06546-2488-453f-96fd-54d3ed5e6a30&groupId=10128.
- [34] MEER, “Informe Factor de CO2 2020,” 2020, [Online]. Available: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/11/factor_de_emision_de_co2_del_sistema_nacional_interconectado_de_ecuador_-_informe_2019.pdf.
- [35] D. Revelo Vaca, F. Ordóñez, and J. Villada López, “Atla Solar Ecuador,” *Scinergy*, pp. 12–26, 2019, [Online]. Available: https://www.ingenieriaverde.org/wp-content/uploads/2020/01/Mapa_Solar_del_Ecuador_2019.pdf.
- [36] J. Cevallos-Sierra and J. Ramos-Martin, “Spatial assessment of the potential of renewable energy: The case of Ecuador,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 81, no. August 2017, pp. 1154–1165, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.08.015.

- [37] A. D. S. Unamuno, “Norma Ecuatoriana de la Construcción,” *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>.
- [38] Asociación Municipal de Colonos del Pato - AMCOP, “Informe de calculos para sistema solar fotovoltaico,” *Abb*, 2017.
- [39] P. S. ABAD MARIÑOS and E. A. FLORES MENDO, “DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA PLATAFORMA DE DESCARGA DE LA PESQUERA EXALMAR - CHIMBOTE PERÚ,” 2016.
- [40] J. I. ALBIÑO CARGUA and B. C. VARGAS RAMÍREZ, “MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y OBTENCIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA ABSORCIÓN DE CARBONO EN LOS 11 SUMIDEROS DEL D.M. DE QUITO,” *Tesis*, pp. 1–100, 2016, [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.
- [41] J. Schneider, Heloísa; Samaniego, “La Huella de carbono en la Producción, distribución y consumo de bienes y servicios,” *Com. Económica para Am. Lat. y el Caribe*, p. 46, 2010, [Online]. Available: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf?sequence=1.
- [42] M. C. PATRICIA GABRIELA, “MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR MATRIZ QUITO,” 2018.
- [43] A. Fernandez, “Etapas de carga de una batería de ciclo profundo acido-plomo,” *FESAT*, 2021. <https://www.fesatsolar.com/post/etapas-de-carga-de-una-batería-de-ciclo-profundo-acido-plomo>.
- [44] N. E. Hernández Rueda and A. X. Ramírez Contreras, “Estudio sobre la sustitución por energías renovables (solar fotovoltaica) en las instituciones educativas de básica primaria y secundaria en Colombia: análisis y posibilidades,” *Univ. St. Tomás*, no. July 2015, pp. 0–128, 2015, [Online]. Available: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/1071>.
- [45] V. F. Martín, “Energías renovables,” 2021. <https://www.villafloresmartin.com/es/servicios/energias-renovables/>.

7. ANEXOS

Anexo 1 Encuesta Realizada

ENCUESTA DESTINADA A LAS FAMILIAS DE LA COMUNA MASA 2

El presente formulario, tiene como finalidad dar a conocer la situación en la que viven los moradores de la comuna Masa 2 ubicada en el golfo de guayaquil en su vida cotidiana.

Preguntas Generales

¿Qué tiempo tiene viviendo en la Comuna Masa 2?

65 años

¿Cuántas personas residen en su vivienda?

6 personas, 3 familias

¿Cuál es la principal labor que genera ingresos económicos?

Pesca blanca

¿De qué manera almacena y conserva los alimentos?

Se conserva en contenedores con bloques de hielos

¿En qué tipo de cocina preparan los alimentos?

Cocina a gas

¿Cuántas personas aportan a la economía de la vivienda?

3 personas

¿Posee conocimiento sobre las energías renovables?

Si

No

¿Posee conocimiento sobre los sistemas de energía solar fotovoltaica?

Si

No

¿Usted estaría de acuerdo con la implementación de un sistema fotovoltaico por parte de estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana?

Si

No

¿Usted aceptaría recibir una o dos visitas anuales de estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana en las cuales se realice una revisión y mantenimiento del sistema fotovoltaico?

Si

No

Preguntas Técnicas

¿Su vivienda posee energía eléctrica?

Si No

¿Cómo posee energía eléctrica en su vivienda?

Generador a combustión propio Compra energía a vecino No posee

¿Con cuántas horas de energía eléctrica cuenta su vivienda diariamente?

4 a 6 horas 6 a 12 horas 12 a 24 horas

Especifique brevemente el uso mensual del generador.

Todas las noches de 18:00 a 22:00, y 2 o 3 horas en la tarde en aproximadamente 15 días.

¿Cuáles son los elementos que consumen energía eléctrica en su vivienda?

<i>Dispositivos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tiempo de uso (h)</i>	<i>Potencia/Unit. (W)</i>	<i>Potencia total (W)</i>
<i>Televisión 32' TCL</i>	1	6	45	45
<i>Directv decod.</i>	1	6	15	15
<i>Parlante</i>	1	1	150	150
<i>Lavadora</i>	1	0,33	500	500
<i>Focos</i>	6	4	65	390
<i>Celulares</i>	2	2	20	40

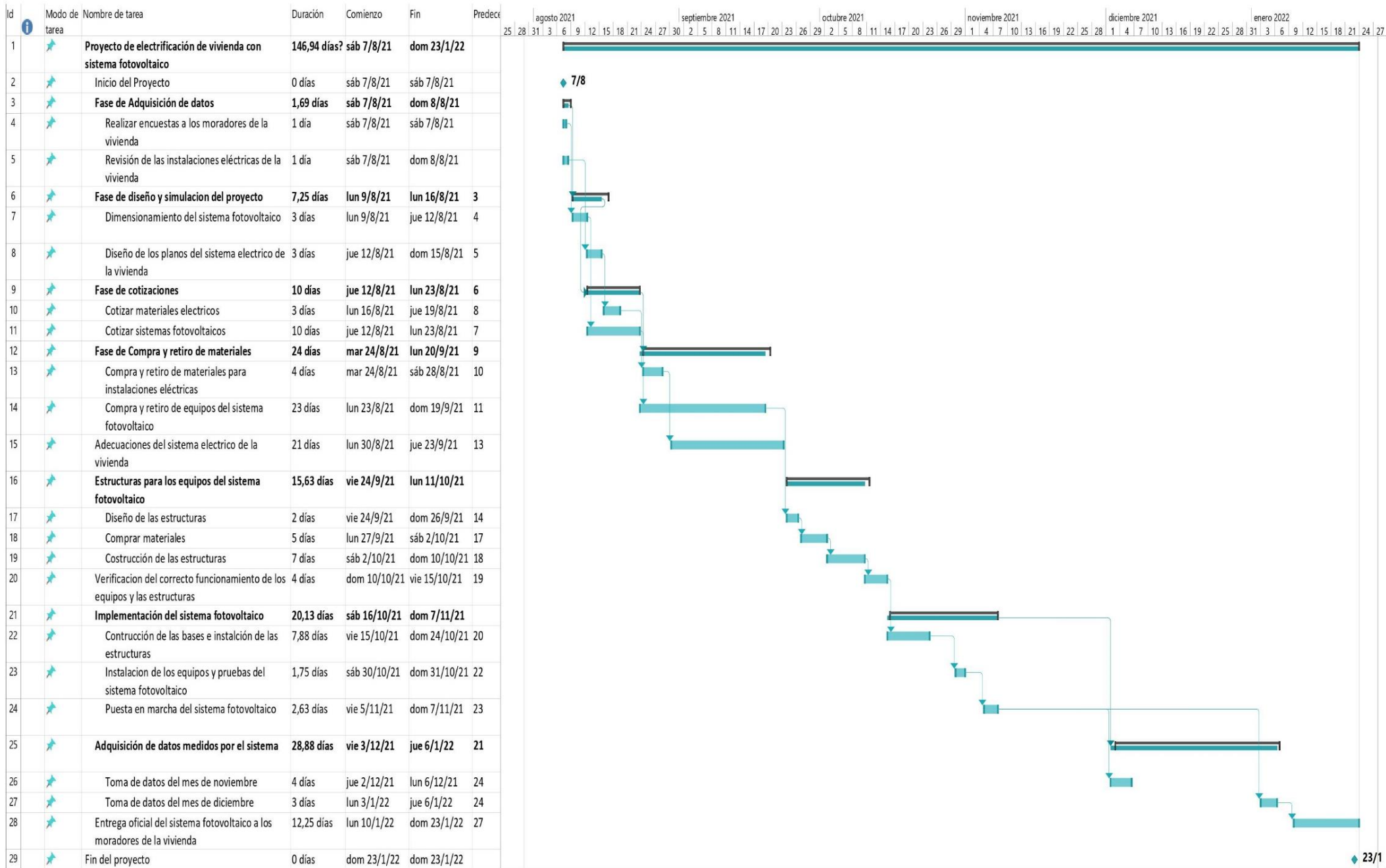
¿Cuánto invierte mensualmente en mantener el actual servicio eléctrico?

Descripción	Unidad	Cant.	Precio Unit	Precio Total
Gasolina	Gal	31	\$ 3,00	\$ 93,00
Aceite	Unid.	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Bujía	Unid.	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Total gastos mensuales				\$ 104,00

¿Posee conocimiento sobre instalaciones eléctricas residenciales?

Si No

Anexo 2. Cronograma del Proyecto



Anexo 3. Cotizaciones y Presupuesto

- **Cotizaciones Realizadas**
- **Factura de Equipos Adquiridos**
- **Presupuesto del Proyecto**



ENERGYCONTROL S.A.
Oficinas: Cdla. Urdesa Central – Bálsamos Sur 118 entre
 Todos los Santos. Edificio Semaroup. Planta Baja
 Código Postal: 090507 Guayaquil, Ecuador
Telefax: (593-4) 372-6779 **Celular:** 0994104356
E-mail: info@eneravcontrolsa.com
Web: www.eneravcontrolsa.com
R.U.C. No. 0992284714001

CLIENTE:	ABEL SAA	FECHA:	01/03/2021
ATTE:		REF:	
PROYECTO:	MATERIAL FV	OFERTA :	4916-21
CIUDAD:			

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO U.	PRECIO T.
1	17	U	Panel Solar Monocristalino 330Wp	\$ 153,12	\$ 2.603,04
2	17	U	BATERIAS DC12-200Ah	\$ 459,51	\$ 7.811,74
3	17	U	CONTROLADOR DE CARGA BLUE SOLAR MPPT 100/30	\$ 370,96	\$ 6.306,24
4	17	U	INVERSOR PHOENIX 12/250	\$ 160,75	\$ 2.732,70
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
VALIDEZ DE LA OFERTA:				30 DIAS	
FORMA DE PAGO:				50% ANTICIPO - 50% CONTRA ENTREGA	
PLAZO DE ENTREGA:				45 A 60 DIAS	
				SUBTOTAL	\$ 19.453,71
				I.V.A. 12%	\$ 2.334,45
				TOTAL	\$ 21.788,16

Firma Autorizada

R.U.C.: 1792187567001

FACTURANo. **001-001-000004387**

Número de Autorización:

2007202101179218756700120010010000043871234567815

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:

2021-07-20T15:06:05

Ambiente: Producción

Emisión: Normal

CLAVE DE ACCESO:

2007202101179218756700120010010000043871234567815

**RENOVAENERGIA S.A.****RENOVAENERGIA S.A.**Dir Matriz: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO
PLAZA LASSODir Sucursal: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO
PLAZA LASSO

Teléfono: 022 403 643

Contribuyente Especial Nro:

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

AGENTE DE RETENCIÓN Resol: NAC-DNCRASC20-00000001

Razón Social/ Nombres y Apellidos: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Identificación: 0190151530001

Vendedor:

Fecha Emisión: 20/07/2021

Guía Remisión: 001-001-000000000

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Unidad Artículo	PRECIO UNITARIO	DESCUENT O	PRECIO TOTAL
17,0000	MD095	Panel Solar JKM405M-72H-V		187,6400	0,00	3.189,88
10,0000	RP060	Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 Retail (SCC075015060R)		150,1900	0,00	1.501,90
13,0000	BT047	Baterías, Ritar Power 12Vdc 100AH DC12-100 (RA12-100D)		233,8200	0,00	3.039,66
11,0000	IN075	Phoenix Inverter 24/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R		205,7900	0,00	2.263,69

Información Adicional del Cliente	
Dirección:	Chambers 227 y 5 de Junio
Teléfono:	000000
Email:	kpluas@ups.edu.ec

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	10,811.76	0	Días

Notas:	
Oferta 14270	
Ing. David Aguirre	

SUBTOTAL 12 %	6805,25
SUBTOTAL 0%	3.189,88
SUBTOTAL No Objeto De IVA	0,00
SUBTOTAL Exento De IVA	0,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	9.995,13
TOTAL DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 12 %	816,63
IRBPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	10.811,76
VALOR A PAGAR	10.811,76

R.U.C.: 1792187567001

FACTURANo. **001-001-000004399**

Número de Autorización:

2707202101179218756700120010010000043991234567812

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:

2021-07-27T14:21:23

Ambiente: Producción

Emisión: Normal

CLAVE DE ACCESO:

2707202101179218756700120010010000043991234567812

**RENOVAENERGIA S.A.****RENOVAENERGIA S.A.**

Dir Matriz: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO PLAZA LASSO

Dir Sucursal: LA LUZ PASAJE SÁNCHEZ MELO OE1-37 Y AV. GALO PLAZA LASSO

Teléfono: 022 403 643

Contribuyente Especial Nro:

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

AGENTE DE RETENCIÓN Resol: NAC-DNCRASC20-00000001

Razón Social/ Nombres y Apellidos: Megan Samira Maldonado Ramírez

Identificación: 0927838136

Vendedor:

Fecha Emisión: 27/07/2021

Guía Remisión: 001-001-000000000

CANTIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Unidad Artículo	PRECIO UNITARIO	DESCUENT O	PRECIO TOTAL
2,0000	MD094	Eagle Poly JINKO SOLAR JKM280PP-60,280Wp		148,3400	0,00	296,68
8,0000	RP060	Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15 Retail (SCC075015060R)		150,1700	0,00	1.201,36
23,0000	BT047	Baterías, Ritar Power 12Vdc 100AH DC12-100 (RA12-100D)		233,8200	0,00	5.377,86
7,0000	IN075	Phoenix Inverter 24/250 120V VE.Direct NEMA 5-15R		205,7900	0,00	1.440,53

Información Adicional del Cliente	
Dirección:	Salinas, Av. Las Américas, calles entre Argentina y Chile
Email:	meganmaldonado@live.com

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	9,278.80	0	Días

Notas:
Oferta 14307

SUBTOTAL 12 %	8019,75
SUBTOTAL 0%	296,68
SUBTOTAL No Objeto De IVA	0.00
SUBTOTAL Exento De IVA	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	8.316,43
TOTAL DESCUENTO	0,00
ICE	0,00
IVA 12 %	962,37
IRBPNR	0,00
PROPINA	0,00
VALOR TOTAL	9.278,80
VALOR A PAGAR	9.278,80

FACTURA PROFORMA

Fecha: miércoles, 06 de enero de 2021

Proforma: RNV - OF - GYQ - 0536 - 06/01/21

RENOVAENERGIA S.A.

RUC: 1792187567001

Pasaje S.Melo OE1-37 y Av. Galo Plaza Lasso

Quito - Ecuador

Celulares: 0958929339

e-mail: mestrella@renova-energia.com

www.renova-energia.com

CLIENTE: Juan Carlos Lata

RUC:

DIRECCIÓN: Guayaquil Ecuador

TELÉFONO:

E-MAIL:

WEB:

OFERTA ECONÓMICA

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

MIL CIENTO SETENTA Y OCHO CON 29/100**DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA**

INCLUYE IMPUESTO AL VALOR AGREGADO IVA

Subtotal:	1.097,61 \$
Neto:	1.178,29 \$
	0,00 \$
Subtotal IVA	
12%	672,36 \$
0%:	425,25 \$
IVA 12%	80,68 \$
Total:	1.178,29 \$

CONDICIONES DE OFERTA

La presente oferta tiene condición de entrega en la ciudad de:

Guayaquil

DISPONIBILIDAD

La disponibilidad para la entrega de los equipos ofertados es de: 2 días calendario contados a partir de la aceptación de la oferta y sus condiciones.

Importante.

La vigencia de la oferta está sujeta a la disponibilidad de los equipos en stock, previo a la compra el cliente deberá consultar la existencia.

VALIDEZ

La validez de la presente oferta es de 15 días calendario contados a partir de la fecha de emisión de la proforma.

Importante.

Presupuesto del Proyecto

Materiales Bases de los equipos			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	Tubo galv 3x2	\$ 22,88	\$ 22,88
2	Angulo 1x3/16	\$ 10,56	\$ 21,12
2	Placa H/N 4 perf 25cm x25cm x6mm	\$ 4,40	\$ 8,80
1	Varilla corrugada de 1/2	\$ 11,44	\$ 11,44
1	Pintura anticorrosiva	\$ 8,80	\$ 8,80
1	Kilo de soldadura AGA(1/8)	\$ 5,28	\$ 5,28
2	Disco de corte 4 1/2 x 1/16	\$ 2,64	\$ 5,28
1	tubo cuadrado 1 x 1.1	\$ 8,80	\$ 8,80
1	Varilla roscada 1/2	\$ 6,60	\$ 6,60
1	Platina 1 1/2 x 3/16	\$ 5,28	\$ 5,28
4	Tuerca, anillo plano y presión galv G2 1/2	\$ 0,62	\$ 2,46
2	Piedra chispa (sacos)	\$ 1,76	\$ 3,52
3	Arena (sacos)	\$ 1,76	\$ 5,28
1	Cemento (saco)	\$ 6,16	\$ 6,16
1	Litro de diluyente	\$ 1,76	\$ 1,76
Subtotal sin impuesto		\$	123,46
Iva		\$	14,82
Valor a Pagar		\$	138,28

Resumen de Gastos		
Item	Descripción	Gastos
1	Equipos del sistema fotovoltaico	\$ 1.103,30
2	Materiales instalaciones electricas	\$ 174,75
3	Materiales Bases de los equipos	\$ 138,28
4	Movilización	\$ 80,00
5	Otros Gastos	\$ 104,74
Total Gastos		\$ 1.601,07

Presupuesto del Proyecto

Equipos del sistema fotovoltaico			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	Panel Fotovoltaico JKM405-72H-V	\$ 187,64	\$ 187,64
1	Controlador de carga Victron Energy SmartSolar MPPT 75/15	\$ 150,19	\$ 150,19
2	Batería Ritar Power 12 Vdc 100AH (RA12-100D)	\$ 233,82	\$ 467,64
1	Inversor Phoenix 24/250 120V VE.Direct Noma 5-15R	\$ 205,70	\$ 205,70
Subtotal 12 %		\$	715,84
Subtotal 0 %		\$	301,56
Subtotal sin impuesto		\$	1.017,40
Iva		\$	85,90
Valor a Pagar		\$	1.103,30

Materiales instalaciones electricas			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio Total
1	Cable #12 rojo - 50m	\$ 22,00	\$ 22,00
1	Cable #12 blanco - 50m	\$ 22,00	\$ 22,00
1	Cable #12 verde - 50m	\$ 22,00	\$ 22,00
1	Cable #14 azul - 50m	\$ 15,84	\$ 15,84
1	Cable #14 blanco - 50m	\$ 15,84	\$ 15,84
6	Foco led	\$ 0,70	\$ 4,22
4	Toma doble sobrepuesto polarizado	\$ 1,32	\$ 5,28
7	caja rectangular	\$ 0,35	\$ 2,46
2	Cinta aislante negra	\$ 0,70	\$ 1,41
3	Roseton baquelita	\$ 0,70	\$ 2,11
5	Caja octogonal con tapa	\$ 0,35	\$ 1,76
3	Caja 4*4	\$ 0,79	\$ 2,38
4	Interruptor sencillo	\$ 1,14	\$ 4,58
1	Breaker 1*15A	\$ 3,30	\$ 3,30
1	Breaker 1*20A	\$ 3,30	\$ 3,30
1	Panel breaker monofasico(2-4 esp)	\$ 13,20	\$ 13,20
8	tubo pvc 1/2	\$ 0,88	\$ 7,04
2	tubo pvc 3/4	\$ 1,14	\$ 2,29
1	Varilla tierra Copperweld	\$ 4,40	\$ 4,40
1	Grillete varilla Copperweld	\$ 0,62	\$ 0,62
Subtotal sin impuesto		\$	156,02
Iva		\$	18,72
Valor a Pagar		\$	174,75

Anexo 4. Resultados del software PVSyst.



PVsyst - Informe de simulación

Sistema independiente

Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

Sistema independiente con baterías

Potencia del sistema: 405 Wp

Segal - Ecuador



Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
Segal	Latitud -2.38 °S	Albedo 0.20
Ecuador	Longitud -79.86 °W	
	Altitud 8 m	
	Zona horaria UTC-5	
Datos meteo		
Segal		
Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

Resumen del sistema

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	Necesidades del usuario	
Plano fijo	Consumidores domésticos diarios	
Inclinación/Azimut 15 / 0 °	Constante durante el año	
	Promedio	0.7 kWh/Día
Información del sistema		Paquete de baterías
Conjunto FV		Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel
Núm. de módulos 1 Unidad		Núm. de unidades 2 unidades
Pnom total 405 Wp		Voltaje 24 V
		Capacidad 100 Ah

Resumen de resultados

Energía disponible	500.4 kWh/año	Producción específica	1236 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	42.33 %
Energía usada	258.8 kWh/año			Fracción solar (SF)	99.87 %

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Necesidades detalladas del usuario	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos especiales	8



Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Parámetros generales

Sistema independiente	Sistema independiente con baterías	
Orientación campo FV	Configuración de cobertizos	
Orientación	Modelos usados	
Plano fijo	Sin escena 3D definida	Transposición Perez
Inclinación/Azimut 15 / 0 °		Difuso Perez, Meteonorm
		Circunsolar separado
Necesidades del usuario		
Consumidores domésticos diarios		
Constante durante el año		
Promedio 0.7 kWh/Día		

Características del conjunto FV

Módulo FV	Batería	
Fabricante Jinkosolar	Fabricante Narada	
Modelo JKM405M-72H-V	Modelo AcmeG 12V 100 F	
(Base de datos PVsyst original)	Tecnología Plomo-ácido, sellado, Gel	
Unidad Nom. Potencia 405 Wp	Núm. de unidades 2 en series	
Número de módulos FV 1 Unidad	Descarga mín. SOC 10.0 %	
Nominal (STC) 405 Wp	Energía almacenada 2.2 kWh	
Módulos 1 Cadena x 1 En series	Características del paquete de baterías	
En cond. de funcionam. (50°C)	Voltaje 24 V	
Pmpp 370 Wp	Capacidad nominal 100 Ah (C10)	
U mpp 37 V	Temperatura Temperatura ambiente exterior	
I mpp 9.9 A		
Controlador	Control de gestión de la batería	
Fabricante Victron	Comandos de umbral como Voltaje de batería	
Modelo SmartSolar MPPT 75/15 24V	Cargando 30.8 / 25.8 V	
Tecnología Convertidor MPPT	SOC corresp. 0.96 / 0.85	
Coef. temp. -2.7 mV/°C/Elem.	Descarga 22.7 / 24.6 V	
Convertidor	SOC corresp. 0.10 / 0.40	
Eficiencias máxi y EURO 98.0 / 96.0 %		
Potencia FV total		
Nominal (STC) 0 kWp		
Total 1 módulos		
Área del módulo 2.0 m ²		
Área celular 1.8 m ²		

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto	Factor de pérdida térmica	Pérdidas de cableado CC
Fracción de pérdida 3.0 %	Temperatura módulo según irradiancia	Res. conjunto global 62 mΩ
	Uc (const) 29.0 W/m ² K	Fracción de pérdida 1.5 % en STC
	Uv (viento) 0.0 W/m ² K/m/s	
Pérdida diodos serie	Pérdida de calidad módulo	Pérdidas de desajuste de módulo
Caída de voltaje 0.7 V	Fracción de pérdida -0.8 %	Fracción de pérdida 2.0 % en MPP
Fracción de pérdida 1.7 % en STC		
Pérdidas de desajuste de cadenas		
Fracción de pérdida 0.1 %		



Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR, $n(\text{vidrio})=1.526$, $n(\text{AR})=1.290$

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



Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

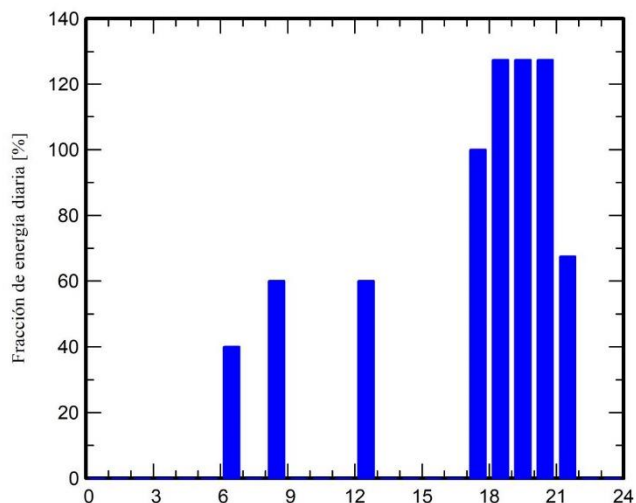
Necesidades detalladas del usuario

Consumidores domésticos diarios, Constante durante el año, promedio = 0.7 kWh/día

Valores anuales

	Número	Potencia W	Uso Hora/día	Energía Wh/día
Lámparas (LED o fluo)	5	9W/lámpara	4.0	180
TV / PC / móvil	2	20W/apar.	2.0	80
Directv	1	15W/apar.	6.0	90
tv	1	45W tot	6.0	270
iluminacion exterior	1	45W tot	2.0	90
Energía diaria total				710Wh/día

Distribución por hora





Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Resultados principales

Producción del sistema

Energía disponible 500.4 kWh/año
Energía usada 258.8 kWh/año
Exceso (sin usar) 107.8 kWh/año

Producción específica 1236 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento (PR) 42.33 %
Fracción solar (SF) 99.87 %

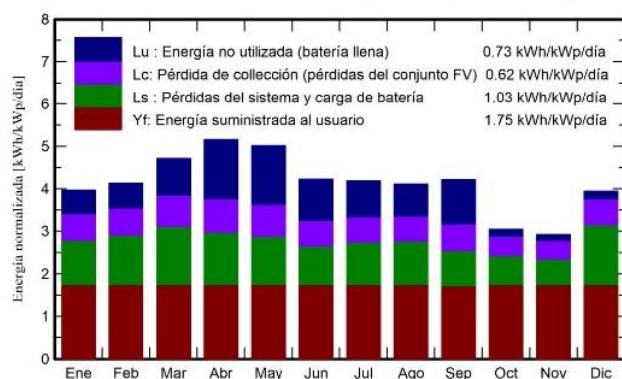
Pérdida de carga

Fracción de tiempo 0.2 %
Energía faltante 0.3 kWh/año

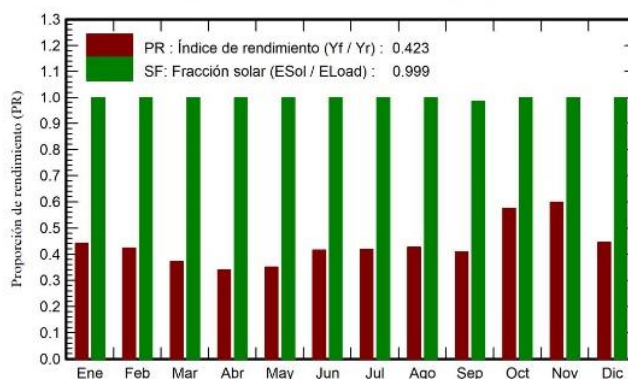
Envejecimiento de la batería (Estado de desgaste)

Ciclos SOW 87.5 %
SOW estático 91.2 %
Duración de vida de batería 8.0 años

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	EArray	E_Load	EffArrR
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	%
Enero	135.7	115.3	40.33	6.89	0.000	22.01	22.01	35.07	22.01	14.17
Febrero	122.7	109.2	38.13	6.55	0.000	19.88	19.88	33.06	19.88	14.20
Marzo	148.5	138.0	48.41	10.79	0.000	22.01	22.01	39.15	22.01	13.33
Abril	150.7	146.7	51.54	16.69	0.000	21.30	21.30	36.24	21.30	11.65
Mayo	145.1	147.5	51.95	17.14	0.000	22.01	22.01	36.24	22.01	11.60
Junio	117.7	120.1	42.49	11.60	0.000	21.30	21.30	32.29	21.30	12.67
Julio	122.4	123.0	43.62	10.53	0.000	22.01	22.01	34.58	22.01	13.24
Agosto	123.9	120.6	42.71	9.37	0.000	22.01	22.01	34.87	22.01	13.60
Septiembre	126.8	119.8	42.01	12.54	0.349	20.95	21.30	31.01	21.30	12.18
Octubre	98.5	88.8	30.75	1.99	0.000	22.01	22.01	30.57	22.01	16.08
Noviembre	94.2	82.2	28.37	1.56	0.000	21.30	21.30	28.57	21.30	16.18
Diciembre	134.5	114.6	40.10	2.17	0.000	22.01	22.01	39.66	22.01	16.13
Año	1520.7	1426.0	500.41	107.81	0.349	258.80	259.15	411.30	259.15	13.54

Legendas

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	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
EUnused	Energía no utilizada (batería llena)	E_Load	Necesidad energética del usuario (Carga)
E_Miss	Energía faltante	EffArrR	Efficien. Eout conjunto / área rugosa



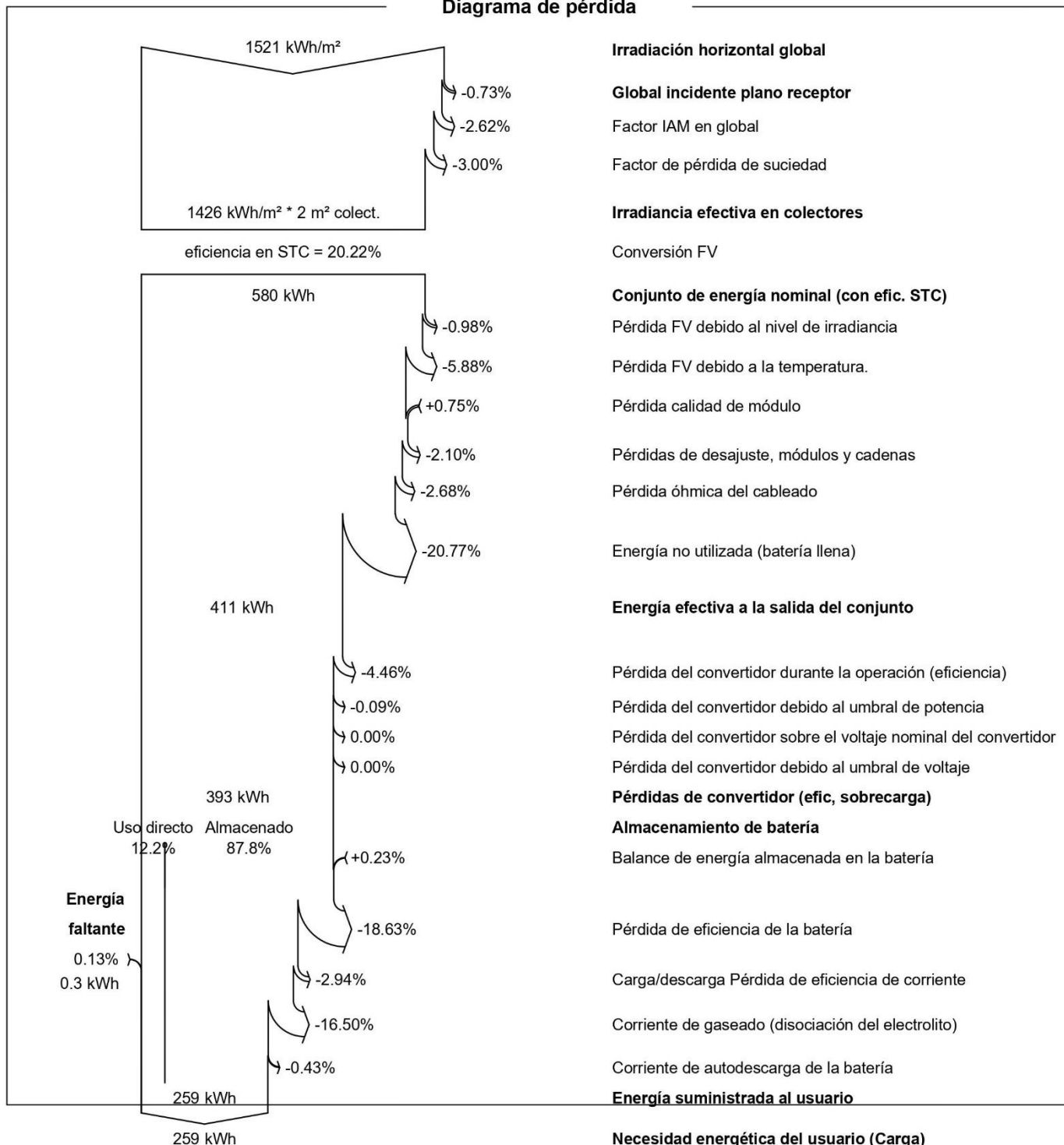
Proyecto: Electrificación_Masa-2

Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Diagrama de pérdida





Proyecto: Electrificación_Masa-2

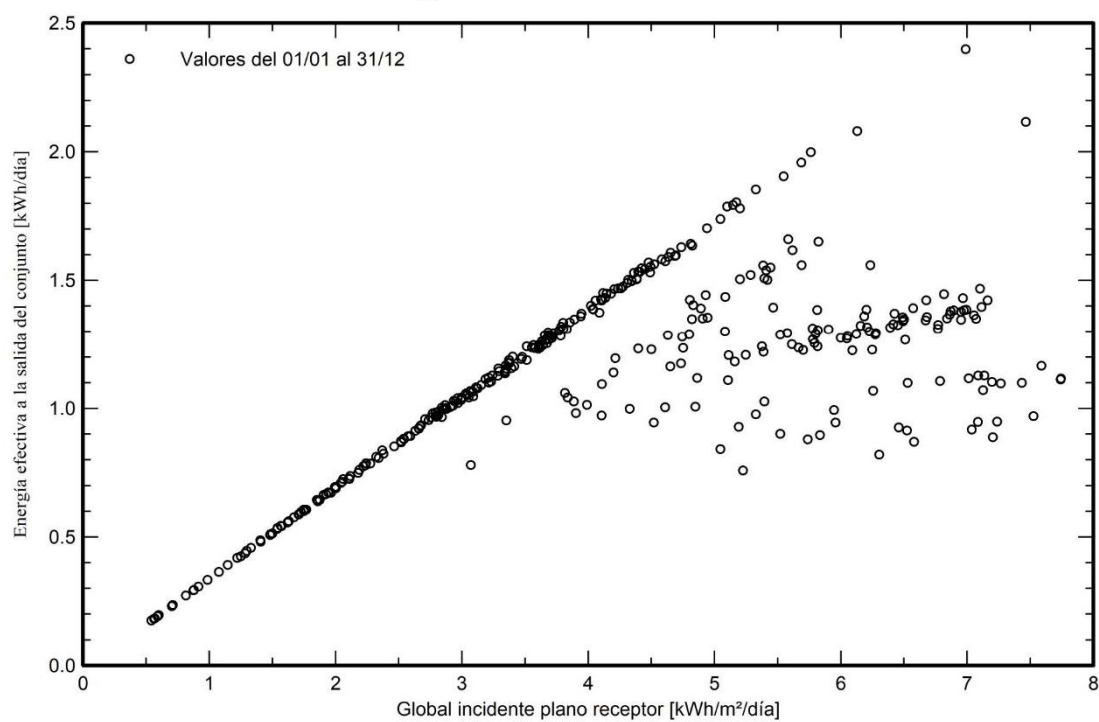
Variante: Electrificación Masa 2

PVsyst V7.2.0

VCB, Fecha de simulación:
13/01/22 14:12
con v7.2.0

Gráficos especiales

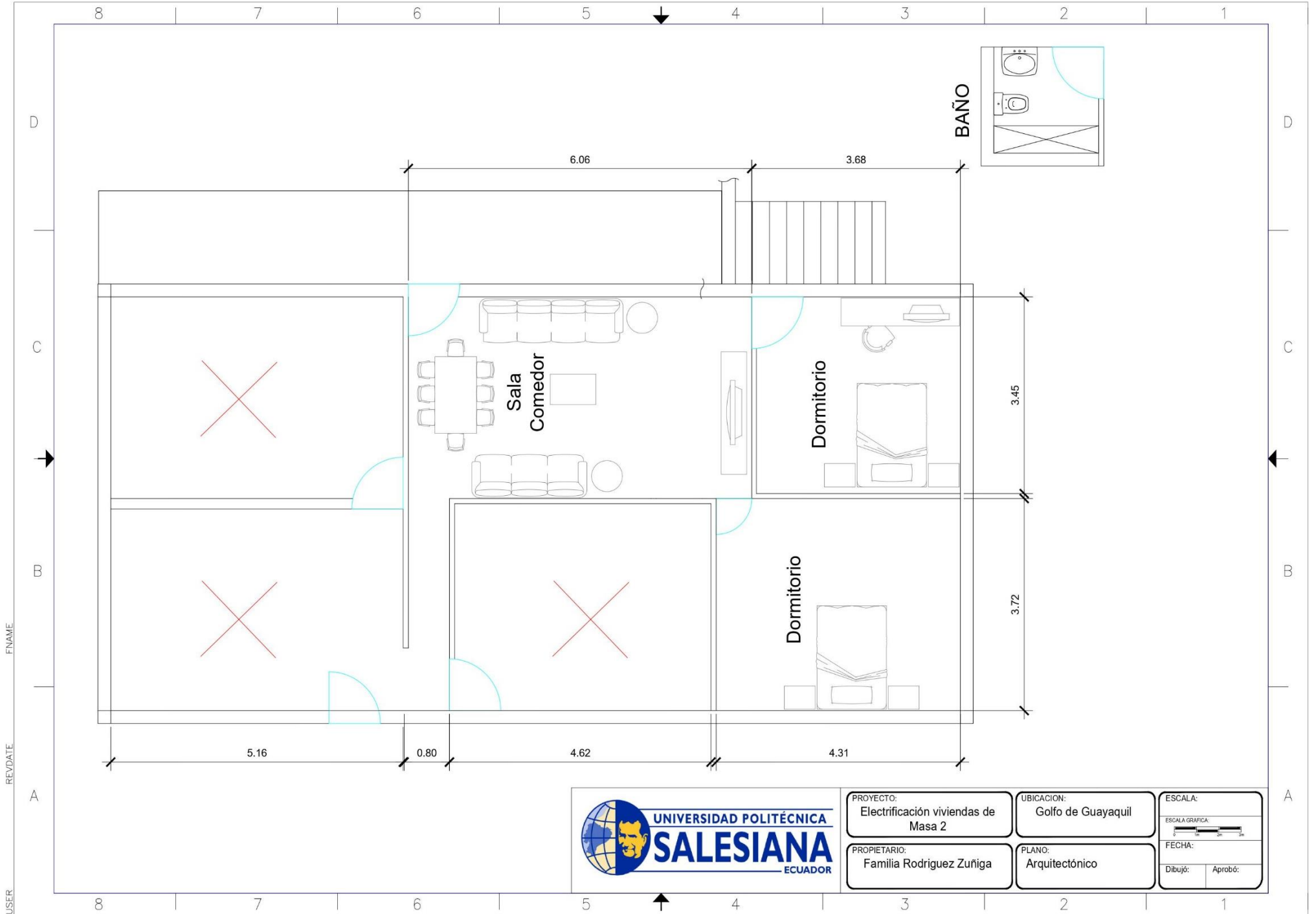
Diagrama entrada/salida diaria



Anexo 5. Diagramas de la vivienda.

- **Plano Arquitectónico de la vivienda.**
- **Plano Eléctrico de la vivienda.**

Plano Arquitectónico de la vivienda



PROYECTO:
Electrificación viviendas de Masa 2

PROPIETARIO:
Familia Rodríguez Zuñiga

UBICACION:
Golfo de Guayaquil

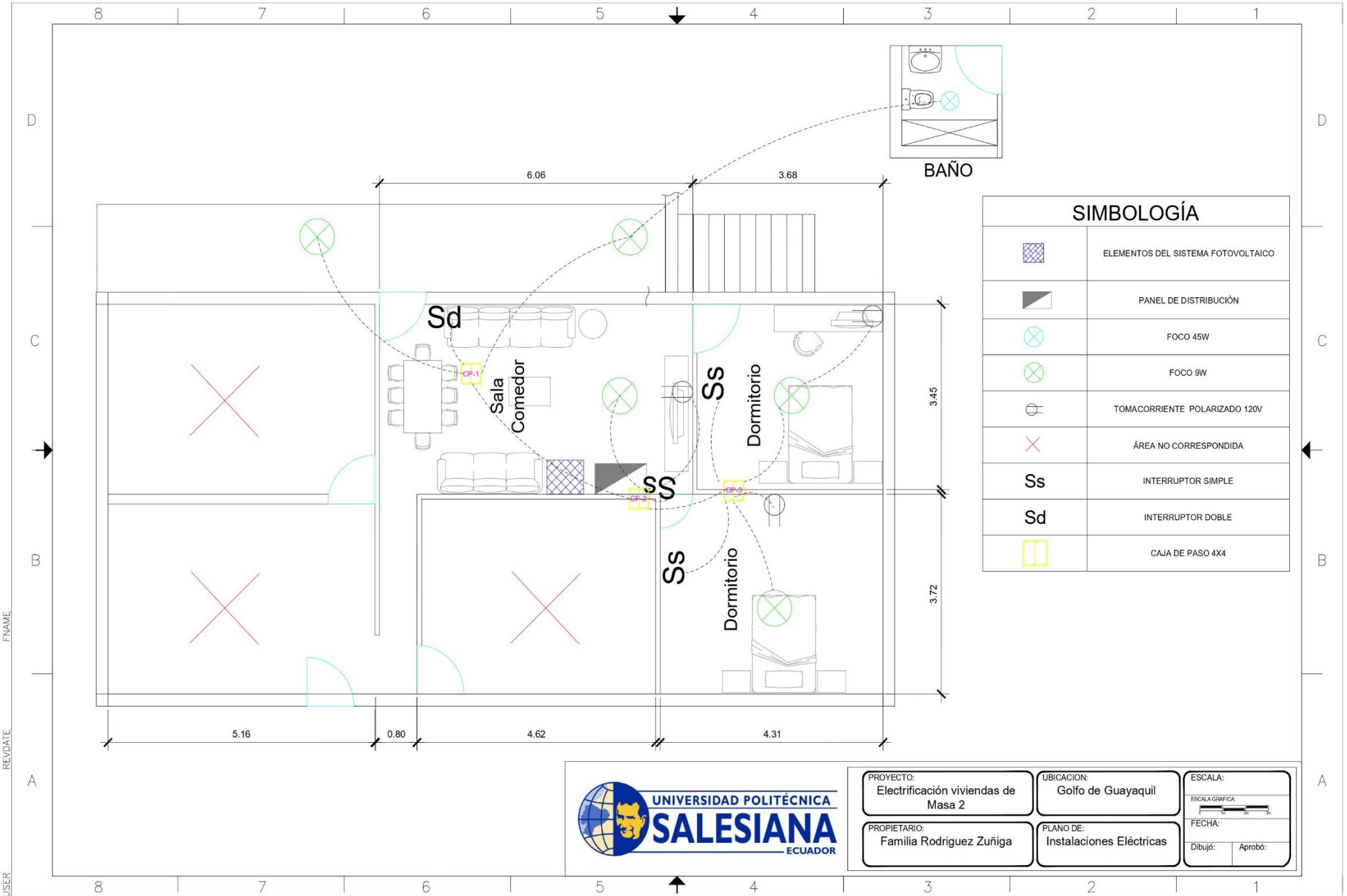
PLANO:
Arquitectónico

ESCALA:
ESCALA GRÁFICA
0 1m 2m 3m

FECHA:

Dibujó: Aprobó:

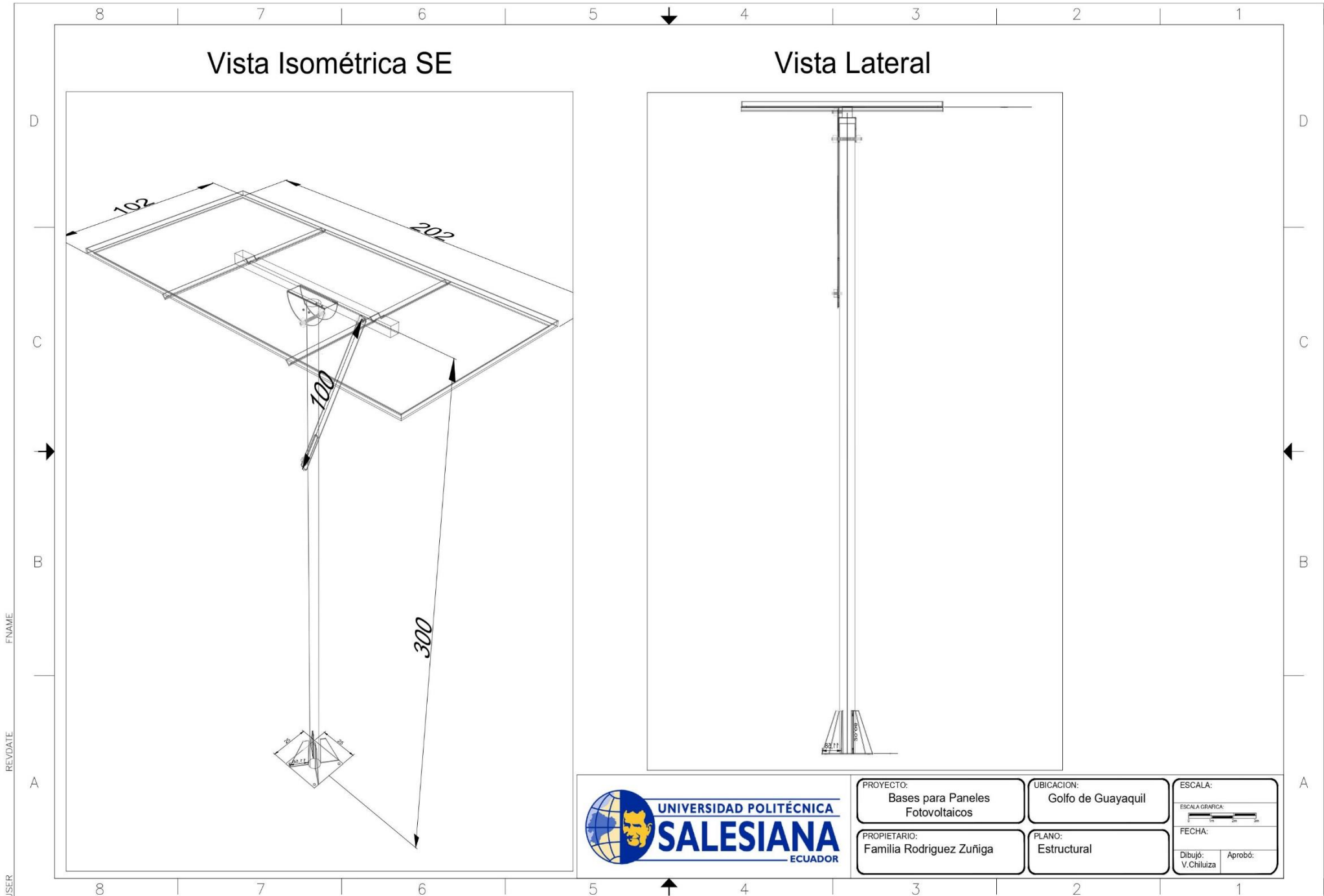
Plano Eléctrico de la vivienda



Anexo 6. Diagramas de las estructuras de los equipos del SFV.

- **Base del Panel Fotovoltaico**
- **Base del Banco de Baterías**

Diagramas Estructurales de las Bases del Panel



PROYECTO:
Bases para Paneles
Fotovoltaicos

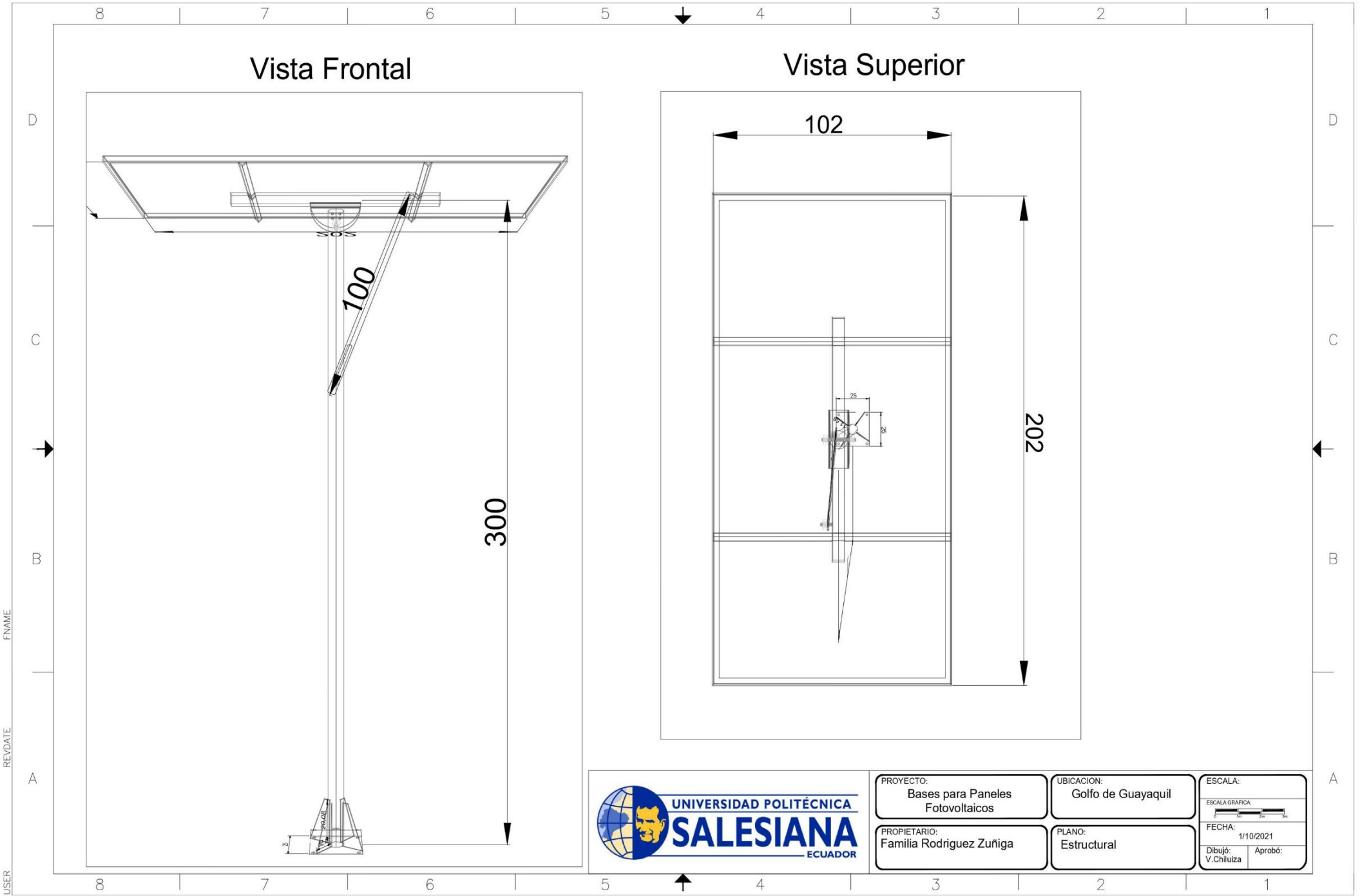
UBICACION:
Golfo de Guayaquil

ESCALA:
ESCALA GRAFICA:
FECHA:
Dibujó: V. Chiluzza Aprobó:

PROPIETARIO:
Familia Rodriguez Zuñiga

PLANO:
Estructural

Diagramas Estructurales de las Bases del Panel.



FNAME

RE/DATE

USER



PROYECTO:
Bases para Paneles
Fotovoltaicos

UBICACION:
Golfo de Guayaquil

ESCALA:
ESCALA GRAFICA
0 1m 2m 3m

PROPIETARIO:
Familia Rodriguez Zuñiga

PLANO:
Estructural

FECHA:
1/10/2021
Dibujó:
V.Chiluitza Aprobó:

Diagramas Estructurales de las Bases del Panel.



PROYECTO:
Bases para Paneles Fotovoltaicos

UBICACION:
Golfo de Guayaquil

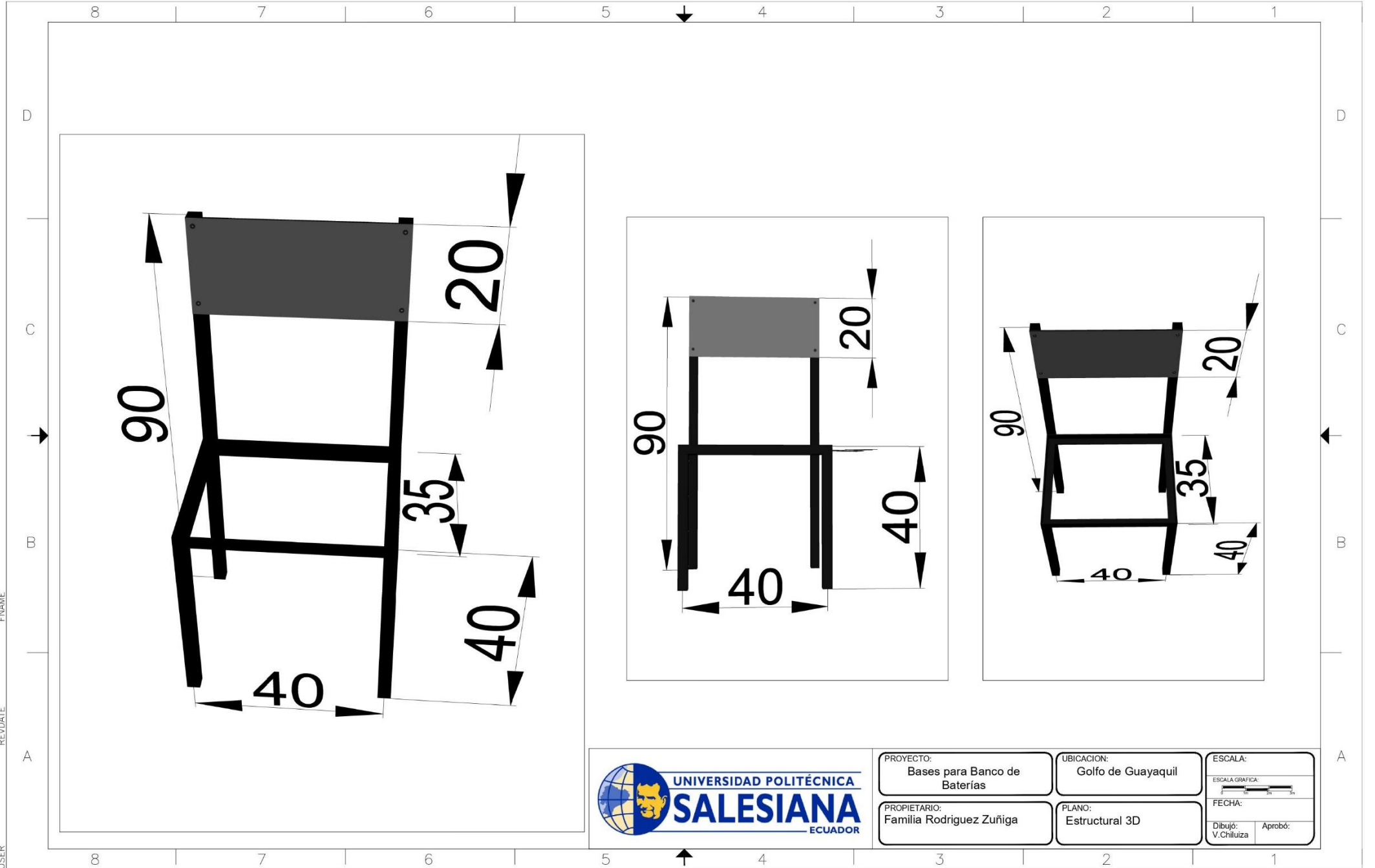
ESCALA:
ESCALA GRAFICA:

PROPIETARIO:
Familia Rodriguez Zuñiga

PLANO:
Estructural 3D

FECHA:
Dibujó: V.Chiluitza Aprobó:

Diagramas Estructurales de la Base del conjunto de Baterías



PROYECTO:
Bases para Banco de
Baterías

UBICACION:
Golfo de Guayaquil

ESCALA:
ESCALA GRAFICA:

PROPIETARIO:
Familia Rodriguez Zuñiga

PLANO:
Estructural 3D

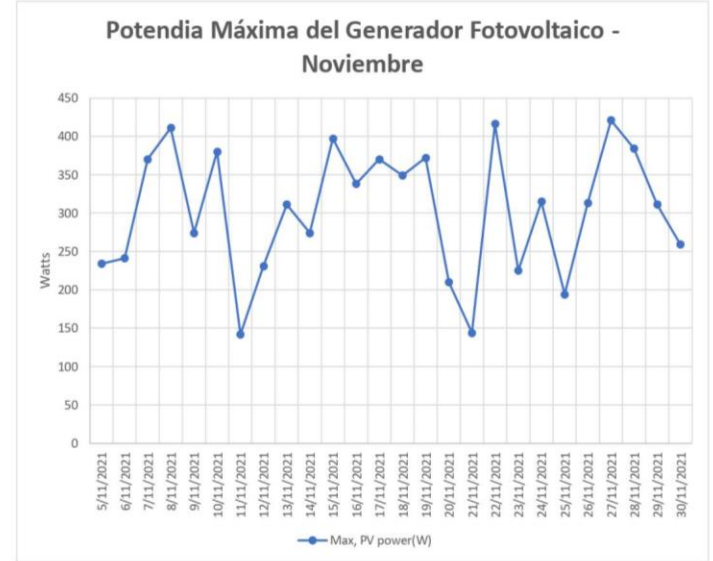
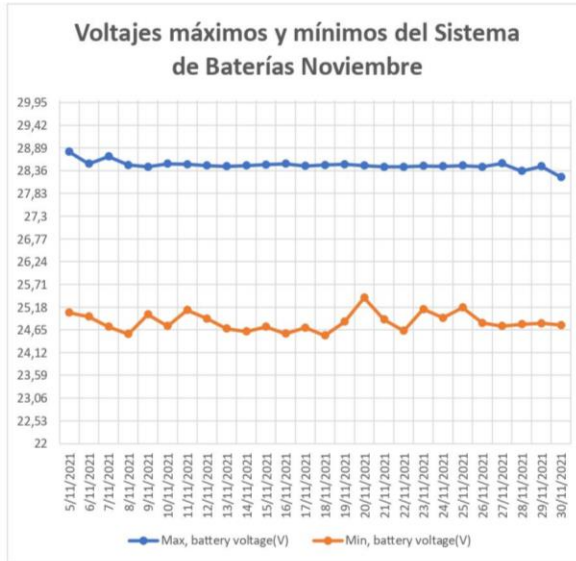
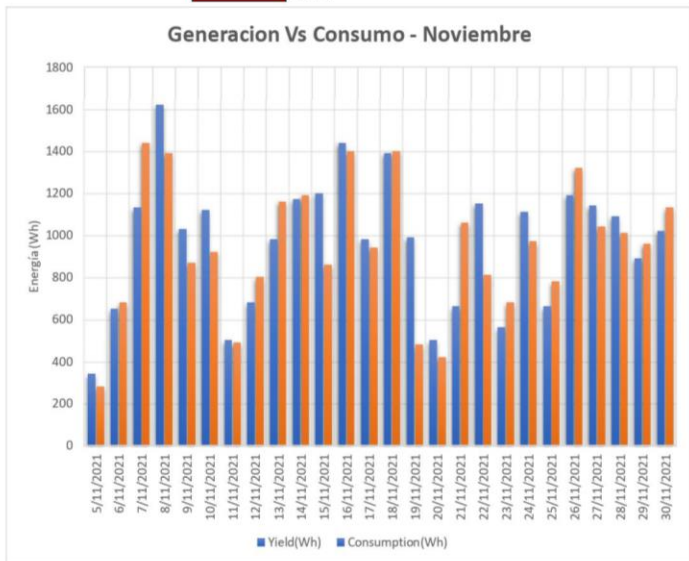
FECHA:
Dibujo:
V.Chiluiza Aprobó:

Anexo 7. Datos obtenidos del sistema fotovoltaico instalado

- **Datos del mes de noviembre**
- **Datos del mes de diciembre**

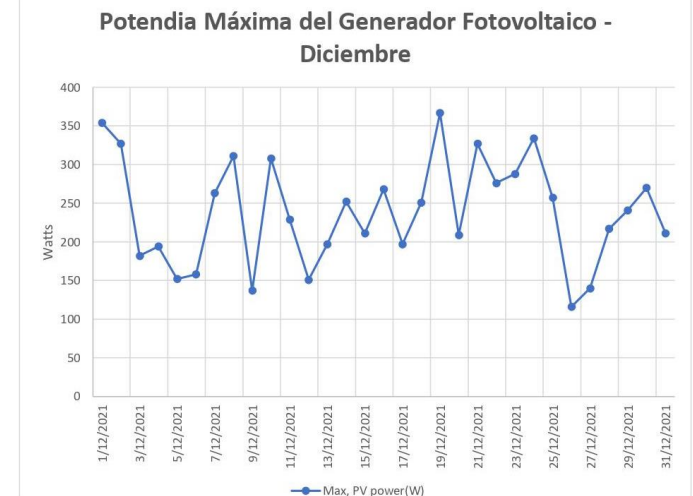
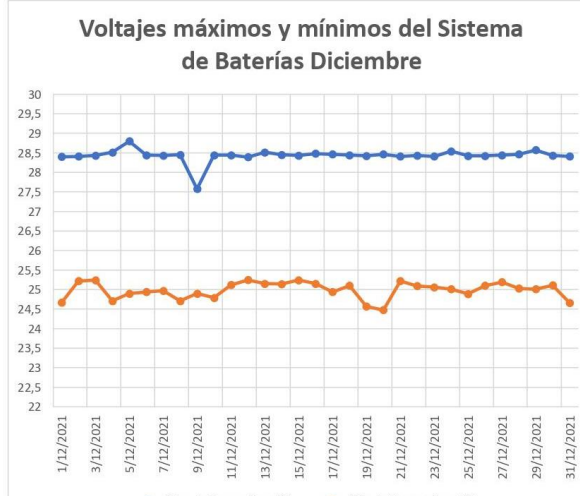
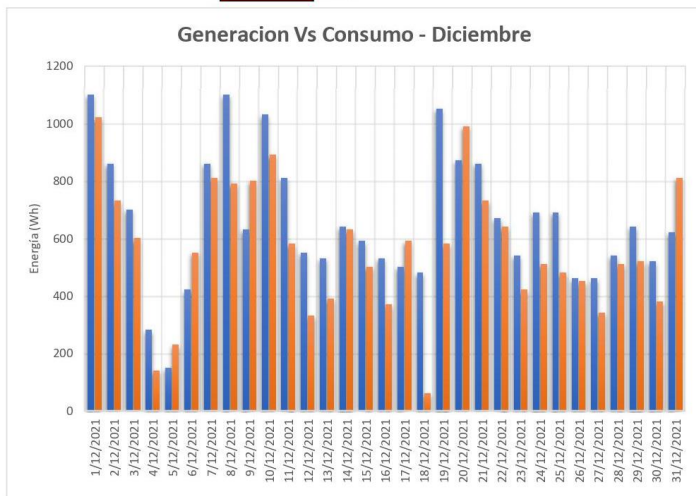
Date	Yield(Wh)	Consumption(Wh)	Max, PV power(W)	Max, PV voltage(V)	Min, battery voltage(V)	Max, battery voltage(V)	Time in bulk(m)	Time in absorption(m)	Time in float(m)	Time in bulk (h)	Time in absorption (h)	Time in float (h)	Tiempo de carga (h)	Last error	2nd last error	3rd last error	4th last error
5/11/2021	340	280	234	46,24	25,05	28,8	113,00	105,00	581,00	1,88	1,75	9,68	13,32	0	0	0	0
6/11/2021	650	680	241	46,1	24,96	28,52	258,00	61,00	419,00	4,30	1,02	6,98	12,30	0	0	0	0
7/11/2021	1130	1440	370	45,34	24,72	28,69	378,00	133,00	233,00	6,30	2,22	3,88	12,40	0	0	0	0
8/11/2021	1620	1390	411	44,86	24,55	28,49	535,00	124,00	82,00	8,92	2,07	1,37	12,35	0	0	0	0
9/11/2021	1030	870	274	45,01	25,01	28,45	465,00	63,00	214,00	7,75	1,05	3,57	12,37	0	0	0	0
10/11/2021	1120	920	380	45,13	24,74	28,52	572,00	62,00	106,00	9,53	1,03	1,77	12,33	0	0	0	0
11/11/2021	500	490	142	45,65	25,11	28,51	324,00	60,00	357,00	5,40	1,00	5,95	12,35	0	0	0	0
12/11/2021	680	800	231	44,78	24,91	28,48	351,00	60,00	330,00	5,85	1,00	5,50	12,35	0	0	0	0
13/11/2021	980	1160	311	45,03	24,68	28,46	409,00	60,00	278,00	6,82	1,00	4,63	12,45	0	0	0	0
14/11/2021	1170	1190	274	41,69	24,61	28,48	676,00	66,00	0,00	11,27	1,10	0,00	12,37	0	0	0	0
15/11/2021	1200	860	397	45,4	24,72	28,5	401,00	120,00	231,00	6,68	2,00	3,85	12,53	0	0	0	0
16/11/2021	1440	1400	338	44,24	24,56	28,52	414,00	120,00	211,00	6,90	2,00	3,52	12,42	0	0	0	0
17/11/2021	980	940	370	45,44	24,7	28,47	392,00	60,00	295,00	6,53	1,00	4,92	12,45	0	0	0	0
18/11/2021	1390	1400	349	44,43	24,52	28,49	497,00	120,00	126,00	8,28	2,00	2,10	12,38	0	0	0	0
19/11/2021	990	480	372	45,16	24,84	28,51	334,00	60,00	352,00	5,57	1,00	5,87	12,43	0	0	0	0
20/11/2021	500	420	210	45,53	25,4	28,48	283,00	65,00	392,00	4,72	1,08	6,53	12,33	0	0	0	0
21/11/2021	660	1060	144	42,87	24,89	28,45	647,00	89,00	0,00	10,78	1,48	0,00	12,27	0	0	0	0
22/11/2021	1150	810	416	45,14	24,63	28,45	523,00	171,00	47,00	8,72	2,85	0,78	12,35	0	0	0	0
23/11/2021	560	680	225	45,38	25,13	28,47	296,00	65,00	382,00	4,93	1,08	6,37	12,38	0	0	0	0
24/11/2021	1110	970	315	44,71	24,93	28,46	425,00	64,00	255,00	7,08	1,07	4,25	12,40	0	0	0	0
25/11/2021	660	780	194	45,12	25,17	28,48	304,00	60,00	377,00	5,07	1,00	6,28	12,35	0	0	0	0
26/11/2021	1190	1320	313	44,68	24,81	28,45	475,00	92,00	183,00	7,92	1,53	3,05	12,50	0	0	0	0
27/11/2021	1140	1040	421	44,79	24,74	28,53	546,00	123,00	78,00	9,10	2,05	1,30	12,45	0	0	0	0
28/11/2021	1090	1010	384	44,62	24,78	28,35	385,00	60,00	287,00	6,42	1,00	4,78	12,20	0	0	0	0
29/11/2021	890	960	311	45,13	24,8	28,46	303,00	64,00	380,00	5,05	1,07	6,33	12,45	0	0	0	0
30/11/2021	1020	1130	259	40,96	24,76	28,21	743,00	0,00	0,00	12,38	0,00	0,00	12,38	0	0	0	0

Escala de colores:



Date	Yield(Wh)	Consumption(Wh)	Max, PV power(W)	Max, PV voltage(V)	Min, battery voltage(V)	Max, battery voltage(V)	Time in bulk(m)	Time in absorption(m)	Time in float(m)	Time in bulk(h)	Time in absorption(h)	Time in float(h)	Tiempo de carga	Last error	2nd last error	3rd last error	4th last error
1/12/2021	1100	1020	354	44,49	24,67	28,4	594	62	87	9,9	1,03333333	1,45	12,3833333	0	0	0	0
2/12/2021	860	730	327	45,99	25,22	28,41	349	70	328	5,81666667	1,16666667	5,46666667	12,45	0	0	0	0
3/12/2021	700	600	182	45,45	25,24	28,43	350	60	333	5,83333333	1	5,55	12,3833333	0	0	0	0
4/12/2021	280	140	194	44,94	24,71	28,51	147	60	34	2,45	1	0,56666667	4,01666667	0	0	0	0
5/12/2021	150	230	152	46,22	24,9	28,8	25	37	334	0,41666667	0,61666667	5,56666667	6,6	0	0	0	0
6/12/2021	420	550	158	44,94	24,94	28,44	218	66	466	3,63333333	1,1	7,76666667	12,5	0	0	0	0
7/12/2021	860	810	263	44,69	24,97	28,43	311	64	367	5,18333333	1,06666667	6,11666667	12,3666667	0	0	0	0
8/12/2021	1100	790	311	45,86	24,71	28,45	344	60	346	5,73333333	1	5,76666667	12,5	0	0	0	0
9/12/2021	630	800	137	40,76	24,9	27,58	741	0	0	12,35	0	0	12,35	0	0	0	0
10/12/2021	1030	890	308	42,12	24,79	28,44	577	165	0	9,61666667	2,75	0	12,3666667	0	0	0	0
11/12/2021	810	580	229	44,27	25,12	28,44	500	60	181	8,33333333	1	3,01666667	12,35	0	0	0	0
12/12/2021	550	330	151	45,07	25,25	28,39	391	60	273	6,51666667	1	4,55	12,0666667	0	0	0	0
13/12/2021	530	390	197	45,32	25,15	28,51	293	60	386	4,88333333	1	6,43333333	12,3166667	0	0	0	0
14/12/2021	640	630	252	45,72	25,14	28,45	499	72	173	8,31666667	1,2	2,88333333	12,4	0	0	0	0
15/12/2021	590	500	211	45,5	25,24	28,43	378	60	305	6,3	1	5,08333333	12,3833333	0	0	0	0
16/12/2021	530	370	268	45,13	25,15	28,48	328	67	351	5,46666667	1,11666667	5,85	12,4333333	0	0	0	0
17/12/2021	500	590	197	45,1	24,94	28,46	261	92	398	4,35	1,53333333	6,63333333	12,5166667	0	0	0	0
18/12/2021	480	60	251	44,91	25,1	28,44	256	60	15	4,26666667	1	0,25	5,51666667	0	0	0	0
19/12/2021	1050	580	367	44,81	24,57	28,42	338	60	342	5,63333333	1	5,7	12,3333333	0	0	0	0
20/12/2021	870	990	209	45,22	24,48	28,46	424	60	250	7,06666667	1	4,16666667	12,2333333	0	0	0	0
21/12/2021	860	730	327	45,99	25,22	28,41	349	70	328	5,81666667	1,16666667	5,46666667	12,45	0	0	0	0
22/12/2021	670	640	276	45,02	25,09	28,43	447	67	232	7,45	1,11666667	3,86666667	12,4333333	0	0	0	0
23/12/2021	540	420	288	45,61	25,06	28,41	359	60	329	5,98333333	1	5,48333333	12,4666667	0	0	0	0
24/12/2021	690	510	334	44,48	25,01	28,54	282	81	382	4,7	1,35	6,36666667	12,4166667	0	0	0	0
25/12/2021	690	480	257	44,48	24,89	28,42	229	60	471	3,81666667	1	7,85	12,6666667	0	0	0	0
26/12/2021	460	450	116	46,09	25,1	28,42	224	60	475	3,73333333	1	7,91666667	12,65	0	0	0	0
27/12/2021	460	340	140	46,17	25,19	28,44	301	88	352	5,01666667	1,46666667	5,86666667	12,35	0	0	0	0
28/12/2021	540	510	217	45,36	25,03	28,46	370	60	314	6,16666667	1	5,23333333	12,4	0	0	0	0
29/12/2021	640	520	241	45,48	25,01	28,57	356	60	326	5,93333333	1	5,43333333	12,3666667	0	0	0	0
30/12/2021	520	380	270	44,75	25,11	28,43	216	60	473	3,6	1	7,88333333	12,4833333	0	0	0	0
31/12/2021	620	810	211	44,93	24,66	28,41	238	60	452	3,96666667	1	7,53333333	12,5	0	0	0	0

Escala de colores:



Anexo 8. Hoja de datos de los elementos del sistema fotovoltaico

- **Hoja de Datos Panel Fotovoltaico**
- **Hoja de Datos Controlador de Carga**
- **Hoja de Datos Baterías**
- **Hoja de Datos inversor DC/AC**

Cheetah HC 72M-V

390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell



PERC



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell

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



High Voltage

UL and IEC 1500V certified; lowers BOS costs and yields better LCOE



High Efficiency

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



PID Resistance

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



Low-light Performance

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



Severe Weather Resilience

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



Durability Against Extreme Environmental Conditions

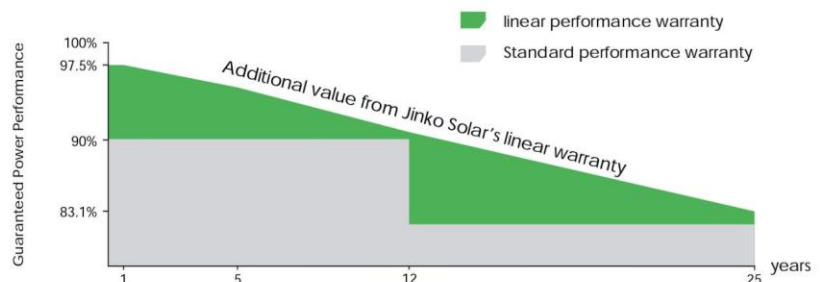
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

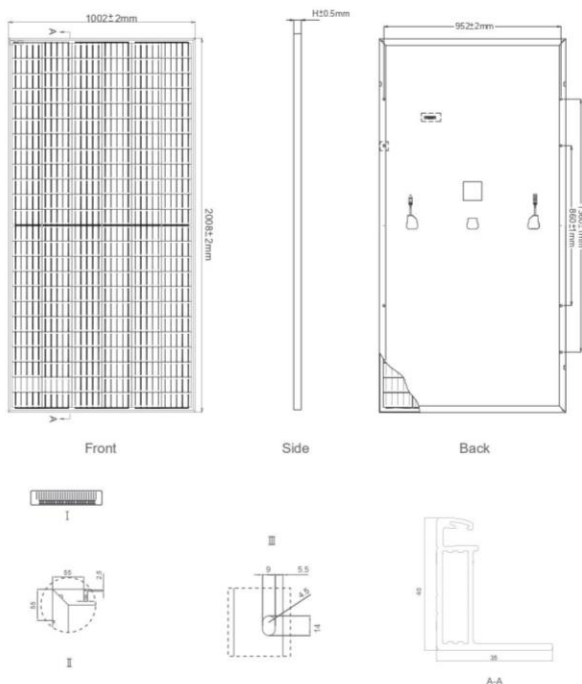
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



- ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product



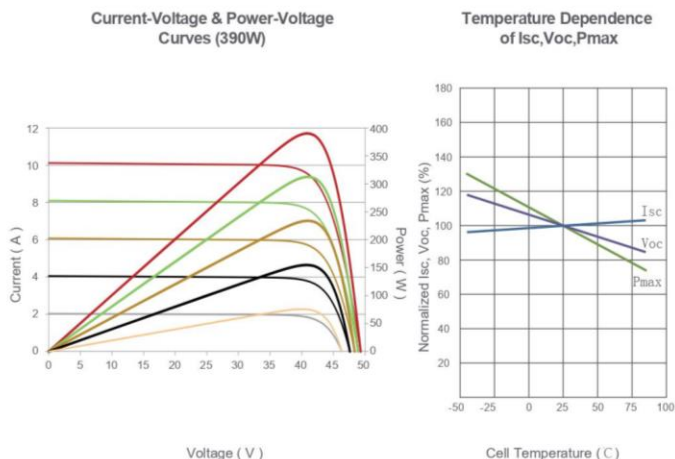
Engineering Drawings



Packaging Configuration

(Two pallets =One stack)
 27pcs/pallet , 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No.of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1x4.0mm ² , Anode 290mm, Cathode 145mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V		JKM405M-72H-V		JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

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

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

* Power measurement tolerance: ± 3%

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

www.victronenergy.com


Controlador de carga SmartSolar
MPPT 75/15



Detección de Bluetooth
Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth
BMV-712 Smart Battery Monitor



Bluetooth Smart integrado

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

VE.Direct

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

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Salida de carga

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

BatteryLife: gestión inteligente de la batería

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

Algoritmo de carga de batería programable

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

Sensor de temperatura interna

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

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

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

Función de recuperación de baterías completamente descargadas

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios.

Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección automática)	12 / 24V			12 / 24 / 48V
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	145W	220W	220W	290W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	290W	440W	440W	580W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	13A	15A	15A	20A
Desconexión automática de la carga	Sí			
Tensión máxima del circuito abierto FV	75V		100V	
Eficiencia máxima	98%			
Autoconsumo – on de la carga	12V: 19 mA	24V: 16 mA	26 / 20 / 19 mA	
Autoconsumo – off de la carga	12V: 10 mA	24V: 8 mA	10 / 8 / 7 mA	
Tensión de carga de "absorción"	14,4V / 28,8V (ajustable)			14,4V / 28,8V / 57,6V (adj.)
Tensión de carga de "flotación"	13,8V / 27,6V (ajustable)			13,8V / 27,6V / 55,2V (adj.)
Algoritmo de carga	adaptativo multifase			
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.			
Corriente de carga continua	15A			20A / 20A / 1A
Desconexión de carga por baja tensión	11,1V/22,2V/44,4V u 11,8V/23,6V/47,2V o algoritmo BatteryLife			
Reconexión de carga por baja tensión	13,1V/26,2V/52,4V o 14V/28V/56V o algoritmo BatteryLife			
Protección	Cortocircuito de salida/Sobrecalentamiento			
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales de conexión	6 mm ² / AWG10			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	0,5 kg	0,6 kg		0,65 kg
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40 mm		100 x 113 x 50 mm	100 x 113 x 60 mm
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2			
1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia. 1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.				
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.				

DC12-100(12V100Ah)



Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	100Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 30.0 Kg (Tolerance ±2%)
Internal Resistance	Approx. 5 mΩ
Terminal	F12(M8)/F5 (M8)
Max. Discharge Current	1000A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Maximum Charging Current	30.0 A
Reference Capacity	C3 74.4AH C5 83.5AH C10 95.0AH C20 100.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/°C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/°C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charged batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



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



ISO 9001



ISO 14001



OHSAS 18001



MH 28539



G4M20206-0910-E-16

Dimensions

<table border="1"> <tr> <td>Length</td> <td>328±2mm (12.9 inches)</td> </tr> <tr> <td>Width</td> <td>172±2mm (6.77 inches)</td> </tr> <tr> <td>Height</td> <td>215±2mm (8.46 inches)</td> </tr> <tr> <td>Total Height</td> <td>220±2mm (8.66 inches)</td> </tr> <tr> <td>Terminal</td> <td>Value</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>6~7 N*m</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>8~10 N*m</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>10~12 N*m</td> </tr> </table>					Length	328±2mm (12.9 inches)	Width	172±2mm (6.77 inches)	Height	215±2mm (8.46 inches)	Total Height	220±2mm (8.66 inches)	Terminal	Value	M5	6~7 N*m	M6	8~10 N*m	M8	10~12 N*m
Length	328±2mm (12.9 inches)																			
Width	172±2mm (6.77 inches)																			
Height	215±2mm (8.46 inches)																			
Total Height	220±2mm (8.66 inches)																			
Terminal	Value																			
M5	6~7 N*m																			
M6	8~10 N*m																			
M8	10~12 N*m																			
Unit: mm																				

Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	225.4	173.7	100.7	59.3	35.5	26.5	20.9	17.6	12.0	10.2	5.20
1.65V	217.9	168.5	98.6	58.2	34.9	26.1	20.6	17.4	11.9	10.1	5.15
1.70V	208.1	161.7	95.8	56.7	34.1	25.5	20.3	17.1	11.7	10.0	5.09
1.75V	195.0	152.5	92.0	54.6	33.0	24.8	19.7	16.7	11.5	9.77	5.00
1.80V	177.4	140.2	86.8	51.9	31.5	23.8	19.0	16.2	11.1	9.50	4.88
1.85V	153.5	123.1	79.4	47.9	29.3	22.3	17.9	15.4	10.6	9.12	4.70

Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

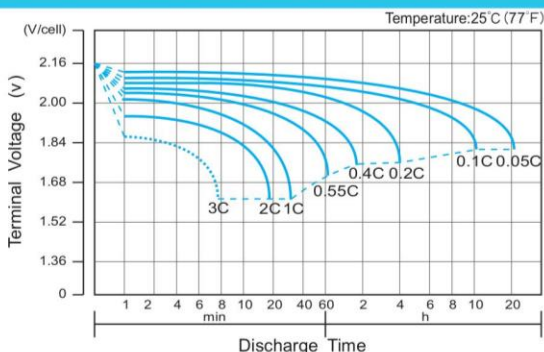
F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	403	320	193	117	70.8	53.2	42.3	35.8	24.7	21.1	10.8
1.65V	400	317	191	116	70.1	52.7	41.9	35.5	24.5	20.9	10.7
1.70V	386	306	187	113	68.7	51.7	41.2	35.0	24.2	20.7	10.6
1.75V	369	293	181	110	66.8	50.5	40.3	34.3	23.7	20.3	10.4
1.80V	341	273	173	105	64.1	48.6	39.0	33.3	23.1	19.8	10.2
1.85V	300	244	160	97.2	60.0	45.8	36.9	31.7	22.1	19.0	9.80

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values.

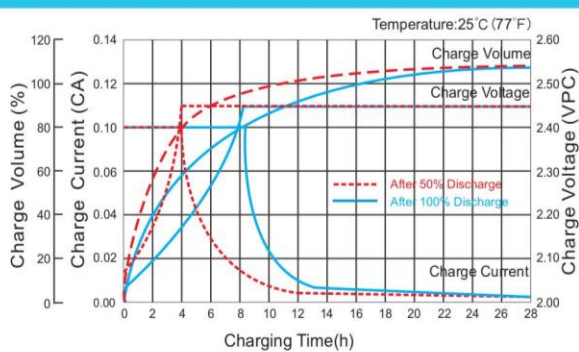
DC12-100(12V100Ah)



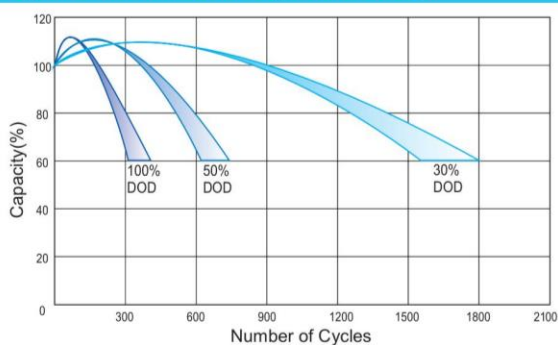
Discharge Characteristics Curve



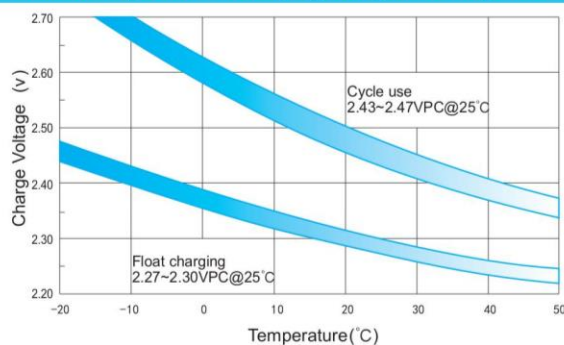
Charge Characteristic Curve for Cycle Use(IU)



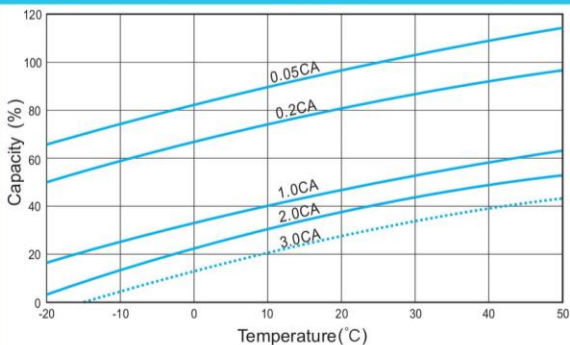
Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



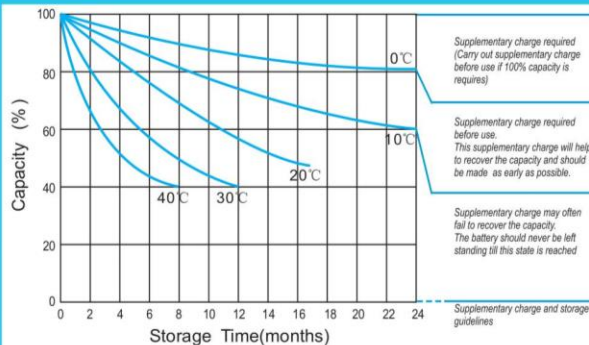
Relationship Between Charging Voltage and Temperature



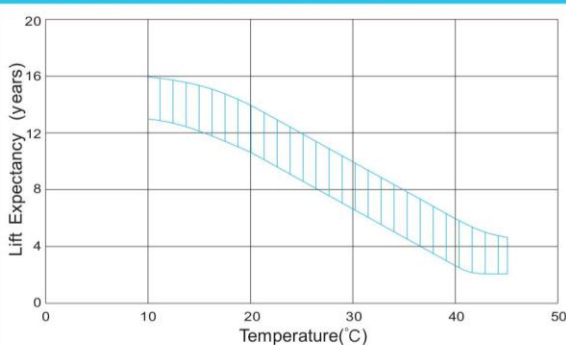
Temperature Effects on Capacity



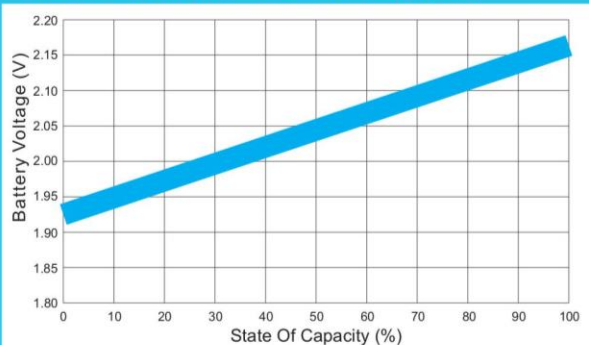
Storage Characteristics



Effect of Temperature on Long Term Life



Relationship of OCV And State of Charge(20°C)



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

Inversores Phoenix

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

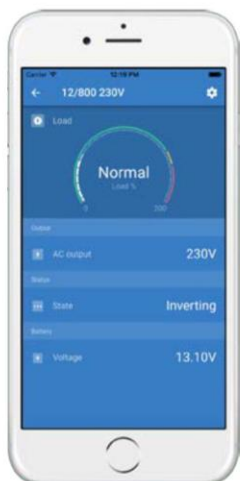
www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

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

Totalmente configurable:

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

Seguimiento:

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

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

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

Modo ECO

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

Interruptor on/off remoto

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

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

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

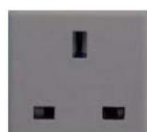
Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas

Schuko



UK



AU/NZ



IEC-320
(enchufe macho incluido)



Nema 5-15R



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)	230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%					
Rango de tensión de entrada	9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V					
Desconexión por CC baja (ajustable)	9,3 / 18,6 / 37,2V					
Dinámica (dependiente de la carga)	Desconexión dinámica, ver					
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)	https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff					
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)	10,9 / 21,8 / 43,6V					
Detector de batería cargada (ajustable)	14,0 / 28,0 / 56,0V					
Eficacia máx.	87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%	
Consumo en vacío	4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W	
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)	0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0	
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO	Ajustable					
Protección (2)	a - f					
Rango de temperatura de trabajo	-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)					
Humedad (sin condensación)	máx. 95%					
CARCASA						
Material y color	Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)					
Conexión de la batería	Bornes de tornillo					
Sección de cable máxima:	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	10mm ² / AWG8	25/10/10mm ² / AWG4/8/8	35/25/25 mm ² / AWG 2/4/4	
Tomas de corriente CA estándar	230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R					
Tipo de protección	IP 21					
Peso	2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs	
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)	
ACCESORIOS						
On/Off remoto	Sí					
Conmutador de transferencia automático	Filax					
ESTÁNDARES						
Seguridad	EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1					
EMC	EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3					
Directiva de automoción	ECE R10-4					
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja e) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



Alarma de batería

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



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



Monitor de baterías BMV

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