

Pregrado

Carrera:Electricidad

Asignatura (UIC):Desarrollo de

proyecto Trabajo de titulación

previo a la obtención del Título en:

Tecnólogo superior en electricidad

Tema:

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
RESPALDO FOTOVOLTAICO PARA EL SISTEMA DE
ILUMINACIÓN EN LA FUNDACIÓN DE ALCOHÓLICOS
ANÓNIMOS REDIMIR UBICADO EN AMAGUÑA**

Autor/s: Luis Adrian Tonato Vargas

Dario Javier Morales Morales

Maicol Stiven Gualotuña Quinga

Tutor metodológico: Andagoya Alba Luis Daniel.

Tutor Técnico: Andagoya Alba Luis Daniel.

Sangolquí, febrero del 2025



Autores: Luis Adrian Tonato Vargas

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.tonato@ister.edu.ec



Autores: Dario Javier Morales Morales

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: dario.morales@ister.edu.ec



Autores: Maicol Stiven Gualotuña Quinga.

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: maicol.gualotuña@ister.edu.ec



Dirigido por: Andagoya Alba Luis Daniel

Título: Master en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico/ Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.andagoya@ister.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario Rumiñahui

SANGOLQUÍ – ECUADOR

Luis Adrian Tonato Vargas

Dario Javier Morales Morales

Maicol Stiven Gualotuña Quinga

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RESPALDO FOTOVOLTAICO
PARA EL SISTEMA DE ILUMINACION EN LA FUNDACION DE ALCOHOLICOS
ANONIMOS REDIMIR UBICADO EN AMAGUÑA

DEDICATORIA

DEDICATORIA DE LUIS TONATO:

A mi familia, a mis hermanos que estado apoyándome con todo, que han sido un gran apoyo para yo poder culminar con este gran paso tan importante que es Cumplir con el proyecto de titulación.

DEDICATORIA DE MAICOL GUALOTUÑA

A mi familia a mis padres, por siempre apoyarme a salir adelante a lo largo de toda mi formación académica quienes fueron mi motivación y su colaboración yo puedo culminar esta etapa tan importante.

DEDICATORIA DE DARIO MORALES

A mi familia, a mis hermanos que estado apoyándome con todo, que han sido un gran apoyo para yo poder culminar con este gran paso tan importante que es Cumplir con el proyecto de titulación.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos manifestar nuestro más sincero agradecimiento al Instituto Rumiñahui, institución que nos ha acompañado a lo largo de nuestra formación académica. Durante este proceso, hemos recibido el apoyo incondicional de un equipo docente altamente comprometido, quienes no solo nos han transmitido conocimientos teóricos, sino también prácticos, esenciales para nuestra carrera profesional. Gracias a esta preparación, hemos adquirido las competencias necesarias para afrontar los retos del presente proyecto.

De manera especial, extendemos nuestro reconocimiento al Ing. Daniel Andagoya, por su invaluable orientación y asesoramiento a lo largo del desarrollo del proyecto. Sus recomendaciones y guía fueron clave para alcanzar los objetivos planteados y lograr una ejecución efectiva.

Asimismo, expresamos nuestro profundo agradecimiento a la Fundación Redimir, entidad beneficiaria de este proyecto. Su confianza al permitirnos implementar el sistema fotovoltaico en sus instalaciones nos brindó la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos en un contexto real y aportar con una solución energética sostenible.

También queremos agradecer a nuestras familias, quienes han sido un pilar fundamental en este proceso. Su respaldo incondicional, comprensión y constante motivación fueron determinantes para la culminación exitosa de este trabajo.

Por último, queremos reconocer el esfuerzo y compromiso de nuestros compañeros de equipo. Gracias al trabajo conjunto, logramos desarrollar este proyecto con responsabilidad y dedicación, demostrando la importancia del esfuerzo colaborativo.

A cada uno de ustedes, nuestro más profundo agradecimiento.

RESUMEN

El aprovechamiento de fuentes de energía renovable se ha convertido en una estrategia fundamental para disminuir la dependencia de sistemas convencionales y mitigar el impacto ambiental.

El proyecto fue ejecutado en la parroquia Amaguaña, en la Fundación Redimir, una organización que brinda apoyo a personas con problemas de adicción y otras dificultades. Como parte de esta iniciativa, se implementó un sistema de energía solar fotovoltaico con el propósito de proveer iluminación a la cocina, la sala, el taller y el baño, favoreciendo un uso más eficiente de la energía y disminuyendo los costos de consumo eléctrico.

El sistema instalado incluyó un inversor híbrido, baterías, paneles de distribución, disyuntores, puesta a tierra y el cableado necesario, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente. Para su diseño, se llevó a cabo un análisis detallado del sitio, tomando en cuenta la disponibilidad de luz solar y la distribución óptima de los componentes.

Se seleccionaron los paneles solares, inversores y baterías más adecuados para cubrir la demanda energética de la fundación. La instalación se llevó a cabo bajo los estándares de seguridad y eficiencia, y posteriormente se realizaron pruebas para verificar su correcto funcionamiento.

La implementación de este sistema fotovoltaico en la Fundación Redimir representa un avance importante en términos de sostenibilidad energética, contribuyendo a la reducción de costos operativos y garantizando un suministro estable de electricidad en las áreas beneficiadas. Gracias a un diseño eficiente y al cumplimiento de las normativas aplicables, se logró establecer una solución confiable y segura. Este proyecto no solo optimiza el consumo de energía dentro de la fundación, sino que también mejora la calidad de vida de sus residentes y personal, promoviendo el uso de fuentes renovables como una alternativa sustentable y viable.

ABSTRACT

PHOTOVOLTAIC BACKUP SYSTEM FOR THE REDIMIR FOUNDATION

The project was carried out in the Amaguaña parish, at the Redimir Foundation, an organization that provides support to people with addiction problems and other difficulties. As part of this initiative, a photovoltaic solar energy system was implemented with the purpose of providing lighting to the kitchen, living room, workshop and bathroom, favoring a more efficient use of energy and reducing electricity consumption costs.

The installed system included a hybrid inverter, batteries, distribution panels, circuit breakers, grounding and the necessary wiring, ensuring compliance with current regulations. For its design, a detailed analysis of the site was carried out, taking into account the availability of sunlight and the optimal distribution of the components.

The most suitable solar panels, inverters and batteries were selected to cover the foundation's energy demand. The installation was carried out under safety and efficiency standards, and tests were subsequently carried out to verify its correct operation.

The implementation of this photovoltaic system at the Redimir Foundation represents an important advance in terms of energy sustainability, contributing to the reduction of operating costs and guaranteeing a stable supply of electricity in the benefited areas. Thanks to efficient design and compliance with applicable regulations, a reliable and secure solution was established. This project not only optimizes energy consumption within the foundation, but also improves the quality of life of its residents and staff, promoting the use of renewable sources as a sustainable and viable alternative.



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, (14) de (Marzo) del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo (LUIS ADRIAN TONATO VARGAS), con C.I.: 0504751074 alumno de la Carrera EN ELECTRICIDAD, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante

Luis Tonato

C.I.:0504751074

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Tel: 0960052734 / 023524576 / 022331628

www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, (14) de (Marzo) del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, **Luis Adrian Tonato Vargas** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **Implementacion de un sistema fotovoltaico para la fundacion redimir**, de la Tecnología Superior **En Electricidad**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

(LUIS ADRIAN TONATO VARGAS)

C.L.:0504751074

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Tel: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, (14) de (Marzo) del 2025

**Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Yo..GUALOTUÑA QUINGA MAICOL STIVEN , con C.I.: 1728662675 Alumno de la Carrera En ELECTRICIDAD_____, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante
Maicol Gualotuña
C.I.: 1728662675

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, (14) de (Marzo) del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, __Gualotuña Quinga Maicol Stiven__
declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado
__Implementación de un sistema Fotovoltaico para la fundación Redimir__, de la Tecnología
Superior __En Electricidad__; y
a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con
condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho
trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo,
conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

(GUALOTUÑA QUINGA MAICOL STIVEN)
C.I.: 1728662675

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, (16) de (03) del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo MORALES MORALES DARIO JAVIER, con C.I.: 1723078364 alumno de la Carrera DE ELECTRICIDAD cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante
DARIO JAVIER MORALES MORALES
C.I.: 1723078364

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
📞🌐🌐🌐 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, (16) de (03) del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO
Presente**

Por medio de la presente, yo, DARIO JAVIER MORALES MORALES declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DE RESPALDO, de la Tecnología Superior _DE ELECTRICIDAD ; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

DARIO JAVIER MORALES MORALES
C.I.: 1723078364

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:
TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD
AUTOR /ES:

Morales Morales Dario Javier
Tonato Vargas Luis Adrian
Gualotuña Quinga Maicol Stiven

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

Andagoya Alba Luis Daniel

CONTACTO ESTUDIANTE:

0985807902

CORREO ELECTRÓNICO:

Dario_ubr@hotmail.com

TEMA:

SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

CENTRO DE REAVILITACION

UVICADOS EN LA PARROQUIA DE AMAGUAÑA BARRIO MALINDA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACION

El proyecto fue ejecutado en la parroquia de Amaguaña en la fundación Redimir, una organización que brinda apoyo a personas con problemas de adicción y otras dificultades. Como parte de esta iniciativa, se implementó un sistema de energía solar foto voltaico con el propósito de proveer iluminación a la cocina, la sala, el taller y el baño, favoreciendo un uso más eficiente de la energía y disminuyendo los costos de consumo eléctrico. El sistema de instalación incluyo un inversor híbrido, baterías, paneles de distribución, disyuntores, puesta a tierra y el cable necesario asegurando el cumplimiento de la normativa vigente. Para su diseño, se llevó a cabo un análisis detallado del sitio, tomando en cuenta la disponibilidad de luz solar y la distribución óptima de los componentes.

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

Se seleccionaron los paneles solares, inversores y baterías más adecuados para cubrir la demanda energética de la fundación. La instalación se llevó a cabo bajo los estándares de seguridad y eficiencia, y posteriormente se realizaron pruebas para verificar su correcto funcionamiento. La implementación de este sistema fotovoltaico en la Fundación Redimir representa un avance importante en términos de sostenibilidad energética, contribuyendo a la reducción de costos operativos y garantizando un suministro estable de electricidad en las áreas beneficiadas. Gracias a un diseño eficiente y al cumplimiento de las normativas aplicables, se logró establecer una solución confiable y segura. Este proyecto no solo optimiza el consumo de energía dentro de la fundación, sino que también mejora la calidad de vida de sus residentes y personal, promoviendo el uso de fuentes renovables como una alternativa sustentable y viable.

PALABRAS CLAVE:

Energía solar
Sistema fotovoltaico
Sostenibilidad
Eficiencia energética
Autonomía eléctrica

ABSTRACT:

The project was carried out in the Amaguaña parish, at the Redimir Foundation, an organization that provides support to people with addiction problems and other difficulties. As part of this initiative, a photovoltaic solar energy system was implemented with the purpose of providing lighting to the kitchen, living room, workshop and bathroom, favoring a more efficient use of energy and reducing electricity consumption costs.

The installed system included a hybrid inverter, batteries, distribution panels, circuit breakers, grounding and the necessary wiring, ensuring compliance with current regulations. For its design, a detailed analysis of the site was carried out, taking into account the availability of sunlight and the optimal distribution of the components.

The most suitable solar panels, inverters and batteries were selected to cover the foundation's energy demand. The installation was carried out under safety and efficiency standards, and tests were subsequently carried out to verify its correct operation.

The implementation of this photovoltaic system at the Redimir Foundation represents an important advance in terms of energy sustainability, contributing to the reduction of operating costs and guaranteeing a stable supply of electricity in the benefited areas. Thanks to efficient design and compliance with applicable regulations, a reliable and secure solution was established. This project not only optimizes energy consumption within the foundation, but also improves the quality of life of its residents and staff, promoting the use of renewable sources as a sustainable and viable alternative.

PALABRAS CLAVE:

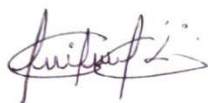
Solar energy
Photovoltaic system
Sustainability

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628

 **www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec**

Energy efficiency
Electric range



Firma del Estudiante (AUTOR)
Luis Adrian Tonato Vargas
C.I.: 0504751074



Firma del Estudiante (AUTOR)
Dario Javier Morales Morales
C.I.: 1723078364



Firma del Estudiante (AUTOR)
Maicol Stiven Gualotuña Quinga
C.I.: 1728662675

Indice

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
HOJAS PRELIMINARES.....	VI
TABLA DE CONTENIDO.....	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXIV
CAPITULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Alcance.	3
1.4. Objetivos General y Específicos.....	4
1.4.1. Objetivo General.	5
1.4.2. Objetivos Específicos.	5
CAPITULO II.	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.5. Introducción al Sistema Fotovoltaico.....	6
1.6. Funcionamiento de los Paneles Solares.....	7

1.7. Componentes Principales de un Sistema Fotovoltaico.....	7
1.9. Paneles Solares	8
2. Monocrystalino	8
2.1.1. Características y ventajas.....	9
2.1.2. Desventajas	10
2.1.3. Comparación con los Paneles Policristalinos.....	10
2.2. Policristalinos	10
2.2.1 Diferencia entre Policristalinos y Monocrystalino	12
2.2.2. Inversores.....	13
2.2.3. Inversores de String (o Inversores Centralizados).....	13
2.2.4. Inversores Microinversores.....	14
2.2.5. Inversores Híbridos Descripción.....	16
2.2.6. Inversores de Inyección a Red (Grid- Tie Inverters).....	16
2.2.7. Inversors off- Grid(Inversores Desconectados de la red)..	17
2.3. PUESTA A TIERRA	18
2.3.1. Funcionamiento	19
2.3.2. Beneficios principales	19
2.4. Baterías	19
2.4.1 Principales tipos de baterías	19
2.5 Diferencia entre Lumen y lux.....	22
2.5.1. Relación entre Lúmenes y lux.....	23
2.5.2. ¿Cuál es la diferencia en el brillo percibido.....	23
2.5.2. Medición de luminancia.....	23
CAPITULO III.	25
2.6. Dimensionamiento de luminarias.....	25

2.7. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico.	25
2.7.1. Calculo del panel	25
2.8. Dimensionamiento de baterías	30
2.9. Calculo de inversor	32
3.0 Dimensionamiento de calibre de cable(Paneles, Baterías).....	33
3.1. Calculo del conductor de Paneles Solares.....	34
3.2. Calculo del conductor de las baterías.....	35
3.2.1 Protecciones del Panel.....	36
3.2.2. Calculo de resistencia de puesta a tierra.....	36
3.3. Dimensionamiento de PVsyst.....	37
3.4. Implementación.....	39
3.4.1. Materiales que utilizo en la implementación.....	39
3.5. Procedimiento de la puesta a tierra.....	39
3.5.1. Pasos para su correcta instalación.....	40
3.6. Implementación del sistema puesta a tierra.....	40
3.7. Armado de estructura para los Paneles Solares.....	46
3.8. Montaje de Paneles.....	47
3.8.1. Montaje de Baterías.....	50
3.9. Montaje de inversor de 1Kva.....	52
4.0. Programación del inversor	54
4.1. Normativa que se utilizaron para la implementación.....	56
4.2. Presupuesto del proyecto	56
CAPITULO IV.....	58
4.3. Resultados de la puesta a tierra	58
4.3.1 Tabla de resultados de la mediciones de la puesta a tierra.....	58

4.4. Resultados y pruebas del funcionamiento de las baterías.....	59
4.5. Resultados y pruebas de los dos proyectos.....	60
4.6. Resultados y pruebas de las mediciones de voltaje y corriente.	62
4.6.1. Voltaje y corriente Día 1.....	62
4.6.2. Resultados de Voltaje y corriente Día 2	63
4.6.3. Resultados de Voltaje y corriente Día 3	64
CAPITULO V.....	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
BIBLIOGRAFIA.....	69
Anexos.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Panel Mono cristalino.....	22
Figura 2. Panel Poli cristalino.....	24
Figura 3. Diferencia entre Poli cristalinos y Mono cristalino	26
Figura 4. Inversor de String 8Kw.....	27
Figura 5. Micro inversor de 1000w.....	28
Figura 6. Inversor Grid de 25Kw.....	31
Figura 7. Inversor off Grid con regulador de carga PWM.....	32
Figura 8. Sistema de puesta a tierra SPT.....	33
Figura 9. Batería de litio	35
Figura 10. Batería estacionarias.....	36
Figura 11. Batería de gel	36
Figura 12. Batería de plomo	37
Figura 13. Batería AGM.....	37
Figura 14. Diferencia entre lumen y lux.....	38

Figura 15. Lugares a intervenir	40
Figura 16. Irradiación horizontal global 3.98 diciembre.....	43
Figura 17. Panel Solar	44
Figura 18. Apartado de batería solar	46
Figura 19. Apartado de Inversor Powest.....	48
Figura 20. Tabla de cables en mm ²	50
Figura 21. Informe Pvsyt.....	51
Figura 22. Informe Pvsyt.....	52
Figura 23. Teluro metro.....	53
Figura 24. Mediciones	55
Figura 25. Picas de la puesta a tierra.....	56
Figura 26. Medición de voltaje	56
Figura 27. Medición de la resistencia del suelo.....	57
Figura 28. Medición a 2 metros	57
Figura 29. Medición de resistencia a 2 metros.....	57
Figura 30. Mejorador de suelo.....	58
Figura 31. Colocación de varilla copperweld.....	60
Figura 32. Medidas de la puesta a tierra tratada.....	60
Figura 33. Medición de la puesta a tierra tratada.....	60
Figura 34. Colocación de una caja para fundir.....	60
Figura 35. Terminando final	61
Figura 35.1. Terminando final	61
Figura 36. Montaje de la estructura	61
Figura 37. Estructuras	61
Figura 38. Evidencia de seguridad.....	62

Figura 39. Evidencia	62
Figura 40. Colocación de paneles	63
Figura 41. Colocación de paneles	63
Figura 42. Limpieza de paneles	64
Figura 42.1. Resultados final	64
Figura 43. Resultados final de los paneles	65
Figura 44. Conectores MC4.....	65
Figura 45. Base para las baterías	66
Figura 46. Base de baterías	66
Figura 47. Conexión de las 2 baterías.....	66
Figura 47.1. Conexión de las 2 baterías.....	66
Figura 48. Colocación de las 2 baterías.....	67
Figura 49. Colocación de inversor	68
Figura 50. Colocación de la tubería EMT $\frac{3}{4}$	68
Figura 51. Armandó del inversor	69
Figura 52. Armandó del tablero de control	69
Figura 53. Manual del fabricante	71
Figura 54. Manual del fabricante	71
Figura 55. Programación del inversor	71
Figura 55.1. Programación del inversor	71
Figura 56. Carga de baterías con la red.....	72
Figura 57. Resultados de la batería.....	76
Figura 58. Resultados del Panel.....	77

Figura 59. Lámparas.....	78
Figura 60. Lámparas encendidas de la sala.....	78
Figura 61. Lámparas encendidas de la cocina.....	78
Figura 62. Lámparas encendidas del baño.....	78
Figura 63 . Medición de la corriente.....	80
Figura 64 . Medición de voltaje.....	81
Figura 65 . Medición de voltaje.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1. Consumo energético para el sistema.....	41
Tabla 2. Datos del panel	45
Tabla 3. Características de la batería	46
Tabla 4. Datos del inversor Powest	48
Tabla 5. Conductividad eléctrica de diferentes materiales..	49
Tabla 6. Datos para el cálculo de Paneles Solares.....	49
Tabla 7. Tipo de suelo y resistividad	51
Tabla 8. Materiales a utilizar	54
Tabla 9. Normativas para la implementación.....	72
Tabla 10. Presupuesto del proyecto	73
Tabla 11. Resultados antes y después de la puesta a tierra.	75
Tabla 12. Voltaje y corriente Día 1.....	79
Tabla 13. Resultados de Voltaje y Corriente Día 2.....	80
Tabla 14. Mediciones de Voltaje y Corriente Día 3.....	81

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La Fundación REDIMIR, comprometida con el apoyo y la rehabilitación de personas en proceso de recuperación del alcoholismo, enfrenta un desafío crucial: la inestabilidad en el suministro eléctrico. Los constantes cortes de energía y variaciones de voltaje afectan directamente el desarrollo de actividades esenciales para el bienestar y la recuperación de los residentes, generando un entorno de incertidumbre y tensión que puede dificultar su proceso de rehabilitación.

La dependencia a esta red eléctrica convencional expone a la Fundación Redimir a facturas de electricidad más altas, lo que podría provocar recortes en otras áreas de atención y rehabilitación, limitando tanto en calidad y cantidad de los servicios que la organización puede proporcionar a sus miembros. La mala visibilidad en las zonas comunes de la fundación dificulta el seguimiento de los residentes, lo que puede provocar problemas de seguridad, conflictos entre los miembros y dificultades para garantizar un entorno de vida armonioso. Los cortes de energía prolongados, en la fundación puede tener dificultades para mantener la comunicación con los familiares de los residentes, el personal y otras agencias externas.

Esto puede afectar la coordinación de actividades, la respuesta de emergencia a incidentes y la transmisión de información. También con la falta conectividad a Internet, la fundación puede experimentar dificultades para acceder a recursos en línea, plataformas de soporte virtual o herramientas de comunicación digital.

1.2 Justificación

El diseño de un sistema fotovoltaico en la Fundación REDIMIR es una respuesta imprescindible para solucionar los problemas actuales de iluminación y ambiente apropiado y seguro para las personas que se recuperan del alcoholismo. Actualmente, la fundación se ocupa de los cortes de energía y las fluctuaciones de voltaje que afectan la iluminación nocturna, limitan las actividades y ponen en peligro el medio ambiente seguridad del usuario. Esta situación no sólo repercute negativamente en el confort y funcionalidad de los sistemas, pero también puede influir en su estado emocionalmente y la calidad del proceso de rehabilitación de los residentes.

En el proyecto presentado se realizará la puesta en marcha de un sistema de energía solar fotovoltaica de respaldo en las instalaciones de Fundación REDIMIR. Este sistema proporcionará un suministro de energía confiable para áreas que actualmente carecen Electricidad estable, mejorando enormemente la iluminación y creando ambiente. más seguro y más conveniente para los usuarios.

El establecimiento contará con un Distribución independiente, con dispositivos de protección y escaleras. Respetan estrictamente las normas eléctricas vigentes y garantizan así una operación segura y eficiente. Además, este proyecto refuerza el compromiso de la fundación con el desarrollo sostenible. Integrando una fuente de energía sostenible y ecológica. Esto no sólo contribuirá a esto Reducción de costes operativos a largo plazo, pero también permite La fundación está dedicando más recursos a programas de rehabilitación y apoyo. Esto fortalecerá su capacidad para brindar servicios de calidad a sus residentes. En la Fundación Redimir se siguen utilizando bombillas tradicionales genera un alto consumo energético y un impacto negativo en el medio ambiente. Por esta razón, se esfuerza por implementar tecnologías de iluminación más eficientes, tales como: Tecnología LED que no sólo ayuda a reducir el consumo energético, sino que también que además ofrece mayor durabilidad y mayor variedad

de colores y se adapta al entorno necesidades específicas de espacio. Un mal mantenimiento puede provocar esto. Puede haber cortes de energía y posibles incendios, por lo que debe haber personal disponible capacitado para realizar estas tareas de manera segura. Eficiencia energética y sensibilización en el uso de nuevas tecnologías en La iluminación, como la tecnología LED, es cada vez más importante Actualmente. No se limite a instalar un sistema de respaldo de iluminación fotovoltaica permitirá a la Fundación Redimir ahorrar económicamente, pero también aportar su contribución contribuir a la reducción de costes y al bienestar de los usuarios de la instalación.

1.3 Alcance

El objetivo consiste en desarrollar un sistema de energía solar fotovoltaico para dotar de iluminación los tres talleres y un cocina de la Fundación Redimir. Se utilizará un inversor híbrido, baterías, panel de distribución principal y secundario, disyuntores o protectores y puesta a tierra para el panel y el inversor. Además, se realizará el cableado necesario para el sistema fotovoltaico, según la normativa vigente en el país. El proyecto implica una planificación detallada de ubicaciones específicas para la puesta en marcha de paneles solares, baterías y otros elementos requeridos. necesarios para garantizar un suministro energético óptimo en las áreas designadas. Se elaborará un presupuesto detallado para la compra de los materiales y equipos necesarios, así como un proyecto ejecutivo del sistema fotovoltaico indicando la ubicación de los componentes instalados en la Fundación Redimir. Durante la construcción del sistema se realizarán pruebas y mediciones funcionales para garantizar el correcto funcionamiento de todos los componentes, garantizando la seguridad y eficiencia del sistema de iluminación de emergencia fotovoltaica. Se garantizará la adecuada producción y distribución de energía solar para la iluminación de la Fundación.

ENTREGABLES

Evaluación del sitio : se realizará un análisis detallado del lugar donde se instalará el sistema fotovoltaico en la fundación, teniendo en cuenta la cantidad de luz solar que recibe, la orientación de la superficie de instalación y los posibles obstáculos que puedan comprometer su afectación.

Diseño del sistema: Se elaborará un proyecto personalizado del sistema fotovoltaico, teniendo en cuenta las necesidades energéticas de la fundación y las características del lugar de instalación. Determinar la cantidad y tipo de paneles solares, inversores y baterías necesarios para cubrir la demanda energética de la fundación.

Instalación y montaje: La instalación de los paneles solares, inversores y baterías se realizará de acuerdo con las normas de seguridad y eficiencia asociadas. Se realizarán las conexiones eléctricas oportunas y se ajustarán todos los elementos para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema.

Pruebas y puesta en marcha: Una vez instalado el sistema fotovoltaico se realizarán pruebas de funcionamiento, medidas de tensión y verificación del correcto funcionamiento del sistema. Esto garantiza que todos los componentes funcionen de forma segura y eficiente dentro de los parámetros especificados.

Educación y formación: Los responsables de la fundación están formados en el uso y mantenimiento del sistema fotovoltaico.

Se capacitará para realizar inspecciones periódicas, identificar posibles defectos y realizar mantenimiento preventivo. Documentación y entrega.

Al finalizar el proyecto, Se entregará lo siguiente incluyendo: sistema respaldo fotovoltaico revisado y instalado plan de mantenimiento personal, memoria técnica de la instalación presupuesto detallado de planillas y materiales utilizados un informe final de

implantación del sistema fotovoltaico en la fundación una vez finalizado el proyecto la fundación contará con un sistema fotovoltaico operativo y eficiente, que permitirá reducir los costes eléctricos y garantizar un suministro sostenible de energía renovable.

1.4 Objetivos General y Específicos

OBJETIVO GENERAL:

Diseñar e implementar un sistema fotovoltaico para proporcionar energía eléctrica a una cocina, una sala, un taller y a un baño que carecen de suministro en la Fundación REDIMIR, mediante la utilización de tecnología solar, para mejorar la calidad de vida y el bienestar de los residentes y personal de la fundación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Realizar un diagnóstico energético de los talleres que carecen de suministro eléctrico para determinar las necesidades específicas de iluminación y energía de la fundación REDIMIR.

Diseñar el sistema de respaldo solar fotovoltaico que implica elegir cuidadosamente los paneles solares, el inversor , baterías y mas componentes, acuerdo con las normativas eléctricas vigentes.

Implementar el sistema de respaldo fotovoltaico a las areas seleccionados, asegurando una instalación segura y conforme a los estándares de calidad.

Instalar un tablero de distribución independiente con sus dispositivos de protección y conductores, siguiendo la normativa eléctrica vigente para asegurar la protección y eficacia del sistema.

Implementar el sistema fotovoltaico en las areas seleccionadas, asegurando una instalación segura y conforme a los estándares de calidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Los paneles solares son un elemento importante de los sistemas fotovoltaicos que convierten la luz solar en electricidad a través del efecto fotoeléctrico. Este concepto fue descrito por Albert Einstein en 1905, cuando demostró cómo la luz puede excitar electrones en materiales conductores y producir energía eléctrica. (OpenAI, 2024).

Los paneles solares están compuestos de células fotovoltaicas dispuestas en serie o en paralelo para satisfacer los requisitos de voltaje y corriente del sistema. Estas células, hechas de material de película delgada o similar a una película, tienen una resistencia determinada por factores como el tipo de material, la densidad del sustrato y las condiciones ambientales. (OpenAI, 2024).

El diseño y los materiales utilizados en los paneles solares hacen que tengan una vida útil de 25 a 30 años. Incluso después de este tiempo, siguen trabajando con electricidad, aunque a capacidad reducida. La energía viene en forma de corriente continua (CC), que se convierte en corriente alterna (CA) mediante un inversor para su uso en aplicaciones residenciales e industriales. (OpenAI, 2024).

1.5 Introducción al Sistema Fotovoltaico

Los sistemas solares fotovoltaicos (FV) son una solución tecnológica clave en la transición hacia una energía más limpia y eficiente. Estos sistemas convierten la luz solar en electricidad utilizando el principio del efecto fotovoltaico. Se componen de una combinación de componentes como paneles solares, inversores, controladores de carga, baterías y sistemas de soporte que trabajan juntos para generar, convertir, almacenar y distribuir electricidad de manera eficiente. La energía solar se ha vuelto popular en los últimos años debido a su

abundancia, estabilidad y costos decrecientes, convirtiéndola en una de las fuentes de energía renovable más utilizadas en el mundo. Estos sistemas se utilizan en entornos residenciales e industriales y son una parte importante de la infraestructura energética del futuro.

1.6 Funcionamiento de los Paneles Solares

Los paneles solares funcionan mediante el efecto fotovoltaico, un principio explicado por Albert Einstein en 1905. Este efecto se produce cuando la radiación solar incide sobre un material semiconductor, liberando electrones y generando así una corriente eléctrica. Este proceso comienza cuando la luz del sol incide en las células solares, que están hechas de silicio. Los materiales semiconductores como el silicio absorben energía del sol, lo que hace que los electrones del material se liberen y produzcan una corriente eléctrica en forma de corriente continua (CC). Esta corriente continua luego se envía a un inversor para convertirse en corriente alterna (CA), que es el tipo de electricidad que utilizamos en nuestros hogares y negocios(OpenAI, 2024).

El diseño de un panel solar es la disposición precisa de células fotovoltaicas, conectadas en serie y paralelo en función del voltaje y la corriente requeridos por el sistema. Los paneles solares actuales, fabricados con silicio o película fina, tienen una vida útil de entre 25 y 30 años, aunque pueden seguir produciendo electricidad transcurrido este tiempo. La eficiencia de los paneles solares depende de varios factores, incluido el tipo de material utilizado, la inclinación del panel, las condiciones climáticas y la orientación al sol.(OpenAI, 2024)

1.7 Componentes Principales de un Sistema Fotovoltaico

El sistema solar consta de varios componentes principales que trabajan juntos para capturar, convertir y distribuir la energía solar. Cada uno de estos componentes contribuye específicamente a la eficiencia del sistema. Las secciones principales son::

Paneles solares

Inversores

Controladores de carga

Baterías

Sistemas de soporte

1.9 Paneles Solares

Los paneles solares son el corazón de cualquier sistema solar. Estos dispositivos están compuestos por múltiples células solares, hechas de silicio. El silicio es un material semiconductor capaz de absorber fotones del sol y liberar electrones, creando corriente eléctrica. Además, dentro de los paneles solares fotovoltaicos también tenemos varios tipos. (colaboradores de Wikipedia, 2025)

2. Monocristalinos:



Figura 1 panel monocristalino
Fuente:(Leds Be Solar S.A de C.V, 2022)

Los paneles solares monocristalinos representan una de las tecnologías más avanzadas y eficientes. Estos paneles tienen una alta eficiencia energética de más del 20% gracias a su estructura de células de silicio puro extraídas de un solo vidrio, lo que es ideal para quienes buscan maximizar la producción de energía en espacios limitados. Este tipo de panel es especialmente útil en entornos urbanos o en hogares con techos pequeños, ya que requieren menos superficie para generar la misma cantidad de electricidad que otros tipos de paneles solares. (Rivera, 2023)

En términos de estética, los paneles monocristalinos suelen tener un color oscuro uniforme que los hace más atractivos y adecuados para una variedad de estructuras arquitectónicas. Esta uniformidad no solo es visualmente agradable, sino que también indica la alta calidad del material utilizado. Además, estos paneles son más resistentes a altas temperaturas, lo que permite que funcionen de manera eficiente incluso en zonas calurosas o en condiciones climáticas extremas, lo que mejora su rendimiento a largo plazo. Sin embargo, el proceso de fabricación de los paneles solares monocristalinos es más complejo y costoso, lo que los hace más caros en comparación con los paneles policristalinos. Esto puede ser un poco complicado para aquellos que tienen un presupuesto ajustado. A pesar de su mayor coste, su durabilidad y eficacia a largo plazo justifican la mayor inversión inicial, lo que se traduce en un retorno de la inversión más rápido y un mayor rendimiento energético para su tamaño y una mayor esperanza de vida, que alcanza los 25 años. (Rivera, 2023)

Por último, los paneles monocristalinos tienen algunas desventajas que deben ser consideradas, como su fragilidad durante el transporte e instalación, lo que requiere cuidado adicional en su manipulación. Además, aunque son menos sensibles a las altas temperaturas que otros tipos de paneles, su rendimiento puede verse afectado si se exponen a sombra parcial. Sin embargo, estas desventajas no restan importancia a las ventajas, y muchos usuarios consideran que la potencia y durabilidad de los paneles solares monocristalinos los convierten en una excelente opción para quienes buscan aprovechar la energía del sol. (Rivera, 2023)

2.2.1 Características y ventajas:

Alta eficiencia: Con una eficiencia superior al 20%, estos paneles convierten más luz solar en electricidad, lo que los hace ideales para espacios reducidos.

Resistencia al calor: El bajo coeficiente de temperatura les permite operar eficientemente en condiciones calurosas.

Mayor potencia: Su potencia varía entre 370 y 400 W, superior a la de los paneles policristalinos (270-330 W).

Durabilidad: una vida útil de hasta 25 años y ofrecen una conversión energética eficiente sin ocupar mucho espacio.

2.2.2 Desventajas:

Costo elevado: Son más caras debido a su proceso de fabricación más complejo.

Sensibilidad a sombra parcial: Su rendimiento disminuye si se exponen a sombras.

Fragilidad: Son más propensos a daños durante el transporte o instalación.

2.2.3 Comparación con los paneles policristalinos:

Silicio: Los monocristalinos usan silicio de mayor pureza, mientras que los policristalinos utilizan fragmentos de silicio fundido, lo que reduce su eficiencia.

Estética: Los monocristalinos tienen un color oscuro uniforme, mientras que los policristalinos son de tonos azulados.

Potencia: Los monocristalinos tienen más potencia, pero los policristalinos son más económicos.(Rivera, 2023)

2.1 Policristalinos



Figura 2 panel policristalino
Fuente:(Paneles Solares 24V, s. f. 2021)

Los paneles solares policristalinos tienen múltiples cristales de silicio en una sola celda fotovoltaica. A diferencia de los paneles monocristalinos, que utilizan una sola pieza de vidrio, los paneles policristalinos se fabrican fundiendo porciones de silicio en un baño de material fundido y dejándolas enfriar dentro del panel. Esto le dará un aspecto de mosaico y un color azul claro. Los paneles solares policristalinos funcionan convirtiendo la luz solar en electricidad mediante células fotovoltaicas de silicio. Estas celdas tienen una unión PN que permite generar una corriente eléctrica cuando la luz interactúa con los electrones en el material de silicio.(Carlos & Carlos, 2022)

Una de las características únicas de los paneles policristalinos es su proceso de fabricación respetuoso con el medio ambiente, ya que producen menos residuos y aprovechan mejor el silicio durante la producción. Además, es más pequeño y más fácil de producir que el monocristalino. Sin embargo, su capacidad es menor debido al mayor efecto de la temperatura, lo que significa que son menos efectivos a temperaturas más altas. Pueden durar hasta 25 años, tienen alta eficiencia energética y son ideales para aplicaciones solares donde la eficiencia no es una prioridad.(Carlos & Carlos, 2022)

Entre las desventajas, los paneles policristalinos son más difíciles de reciclar que los monocristalinos, debido a la complejidad de sus cristales múltiples. También son más frágiles y propensos a daños, lo que puede requerir reemplazos más frecuentes, lo que incrementa los costos a largo plazo. Además, en condiciones de baja luz o en zonas con menos radiación solar, su rendimiento es inferior al de los monocristalinos, lo que limita su uso en algunas ubicaciones. A pesar de estas desventajas, siguen siendo una opción popular debido a su bajo costo, fácil instalación y menor impacto ambiental durante la fabricación.(Carlos & Carlos, 2022)

2.1.1 Diferencia entre policristalino y monocristalino

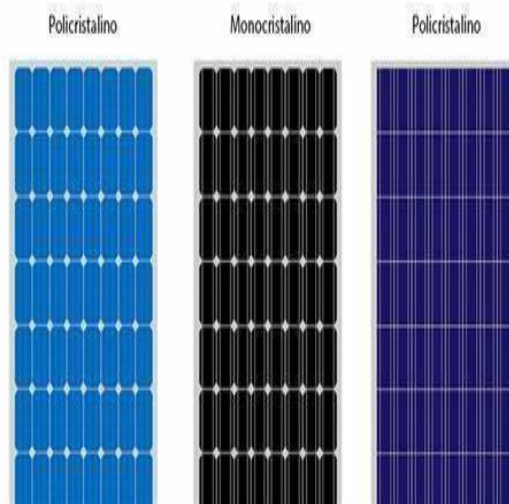


Figura 3 diferencia entre policristalino y monocristalino
Fuente: (EcoInventos, 2024a)

Los paneles solares monocristalinos y policristalinos son dos tipos de tecnología fotovoltaica ampliamente utilizados en la generación de energía solar, cada uno con sus propias características que lo hacen adecuado para diferentes situaciones (Factorenergia, 2023).

Los paneles monocristalinos están fabricados a partir de una única pieza de vidrio de silicio, lo que proporciona una mayor eficiencia y una vida útil más larga. Esto les permite producir más energía en un espacio más pequeño, lo que es ideal para zonas más frías y con baja radiación solar, ya que pueden producir energía incluso cuando hay poca luz. Aunque son más caros que los paneles policristalinos, la mayor eficiencia justifica la inversión en muchas aplicaciones.

Los paneles policristalinos, por otro lado, están hechos de muchos cristales de silicio unidos entre sí y son más baratos de producir. Sin embargo, son menos eficientes que los de vidrio simple. Estos paneles se recomiendan para zonas calurosas porque son más sensibles al calor y menos sensibles al calor extremo, lo que los hace más adecuados para zonas donde hay mucho calor. En cuanto a opciones, si el presupuesto no es un problema y buscas lo mejor y

durabilidad, los paneles monocristalinos son los mejores. Si el costo es más preocupante y su clima es cálido, los paneles policristalinos pueden ser una mejor opción ya que funcionan bien a un costo menor. Esta decisión depende de factores como el presupuesto, el clima y las preferencias del usuario.(Factorenergia, 2023)

2.2 Inversores

El inversor es el "cerebro" del sistema solar. La electricidad de corriente continua (CC) generada por los paneles se convierte en corriente alterna (CA), lista para alimentar dispositivos electrónicos. Además, supervisa y optimiza el rendimiento del sistema.

Los inversores son un componente importante en los sistemas de energía solar, ya que convierten la corriente continua (CC) generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es la forma de electricidad que se utiliza en la mayoría de los hogares y aplicaciones comerciales. Hay muchos tipos diferentes y cada uno tiene sus propias ventajas y usos dependiendo del tamaño del sistema, el presupuesto y las necesidades del usuario. (Alonso, 2024a)

2.2.1 Inversores de String (o Inversores Centralizados)



Figura 4 Inversor de string 8kw
Fuente:(Li, 2023)

Los inversores de cadena son comunes en instalaciones residenciales y solares. En estos sistemas, varios paneles solares están conectados (en serie) a un inversor, lo que significa que todos los paneles tienen la misma entrada de CC. Los paneles solares están organizados en cadenas o strings (conjuntos de paneles conectados en serie). (Li, 2023)

El inversor convierte la energía CC generada por estos paneles en energía CA para su consumo. Cada string está conectado al inversor, y el inversor se encarga de gestionar la conversión de energía de todos los paneles conectados.

Ventajas:

Costo más bajo: Son generalmente más económicos, ya que se requiere solo un inversor para todo el sistema.

Fácil mantenimiento: Si hay un fallo en uno de los paneles o strings, el inversor puede seguir funcionando con los demás sin mayor problema.

Eficiencia adecuada: Ofrecen una eficiencia bastante alta en instalaciones de tamaño medio.

Desventajas:

Falta de optimización individual: Si un panel en un string se ve afectado por sombras o suciedad, todo el string pierde eficiencia. Menor flexibilidad: Si se agregan más paneles al sistema, puede que sea necesario cambiar el inversor. (Li, 2023) Aplicaciones:

Instalaciones residenciales y comerciales de tamaño pequeño a mediano.

2.2.2 Inversores Microinversores



Figura 5 Micro inversor de 1000w

Los microinversores son inversores más pequeños que se instalan individualmente en cada panel solar. Cada microinversor controla independientemente la conversión eléctrica de su panel solar.

Trabajar: Cada panel solar tiene su propio accionamiento mecánico, en lugar de una única rotación. Cada microinversor convierte CC en CA de forma independiente, lo que significa que cada grupo funciona de manera óptima.(EcoInventos, 2024)

Ventajas:Optimización individual: Cada panel tiene un inversor dedicado, lo que significa que las sombras, suciedad o fallos en un panel no afectan a los demás.

Mayor eficiencia: Si un panel está en sombra o tiene algún problema, el resto del sistema no se ve afectado.

Mayor flexibilidad en el diseño: Se pueden añadir paneles o modificar el sistema sin necesidad de cambiar el inversor.

Monitorización a nivel de panel: Muchos microinversores permiten la monitorización individual de cada panel.(EcoInventos, 2024) **Desventajas:**

Costo más alto: Los microinversores son más caros que los inversores de string, ya que se requieren varios para todo el sistema.

Mantenimiento complejo: Si un microinversor falla, se debe reemplazar individualmente, lo que puede ser más costoso y complicado que reemplazar un inversor centralizado.

Aplicaciones:Sistemas de energía solar residencial, especialmente en lugares con sombras parciales o terrenos irregulares.

Instalaciones donde se desea monitorear el rendimiento de cada panel de forma independiente.(EcoInventos, 2024).

2.2.3 Inversores Híbridos Descripción:

Los inversores híbridos combinan las funciones de un inversor tradicional y un controlador de carga de batería. Pueden controlar la conversión de energía solar y el almacenamiento de energía en baterías.

Trabajar: Los inversores híbridos se conectan a paneles solares y a un sistema de baterías, lo que permite almacenar la electricidad generada durante el día para su uso posterior (por ejemplo, por la noche).

Desventajas: Costo más alto: Los inversores híbridos son más caros debido a sus funciones adicionales de gestión de baterías.

2.2.4 Inversores de Inyección a Red (Grid-Tie Inverters)



Figura 6 inversor grid de 25kw.

Fuente:(Solarama, 2022)

Descripción: Los inversores conectados a la red están diseñados para conectar paneles solares a la red eléctrica. Estas conversiones permiten que la electricidad generada por paneles solares sea utilizada por los consumidores in situ o inyectada a la red eléctrica pública.(Solarama, 2022)

Funcionamiento: Estos inversores convierten la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna para poder ser utilizada en el hogar o inyectada a la red eléctrica. Si se utiliza energía solar en exceso, se puede devolver a la red. Esto permite al usuario recibir créditos de energía en determinados momentos..(Solarama, 2022)

Ventajas: Bajo costo: Los inversores de inyección a red son más asequibles, ya que solo gestionan la conversión de energía sin almacenamiento adicional.

Desventajas: Dependencia de la red: Estos inversores no permiten el almacenamiento de energía, por lo que el usuario depende de la red eléctrica cuando no hay sol.

Infección a la red: En ciertas situaciones, la inyección a la red puede estar limitada por las normativas locales.(Solarama, 2022)

2.2.5 Inversores Off-Grid (Inversores Desconectados de la Red)



Figura 7 Inversor off grid con regulador de carga PWM
Fuente:(Inversor Híbrido Off Grid - Bing, s. f. 2022)

Descripción:

Los inversores fuera de la red están diseñados para sistemas fotovoltaicos que no están conectados a la red eléctrica. Son ideales para zonas remotas o instalaciones donde no hay conexión de red., 2022)

Funcionamiento:

Estos inversores convierten la energía generada por los paneles solares en corriente alterna para su uso en la propiedad.

Se conectan directamente a las baterías, permitiendo almacenar el exceso de energía producida durante el día para su uso durante la noche o en días nublados.

Ventajas:Independencia energética total: No dependen de la red eléctrica, lo que los hace ideales para lugares sin acceso a la electricidad pública.

Ideal para áreas remotas: Son perfectos para viviendas o instalaciones ubicadas en zonas rurales o de difícil acceso.(Solarama, 2022)

Desventajas:Requieren baterías: Los sistemas off-grid requieren baterías para almacenar energía, lo que aumenta el costo total.(Solarama,2022)

2.3 PUESTA TIERRA

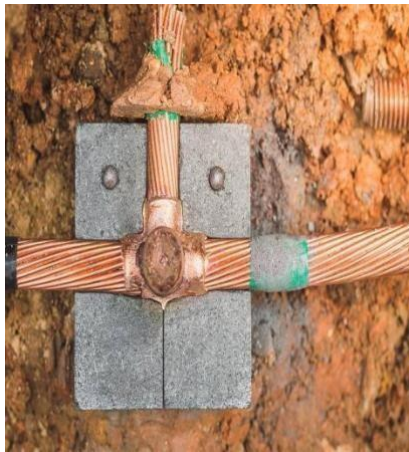


Figura 8 Sistema de puesta a tierra SPT
Fuente:(Sistema de Puesta A Tierra SPT - Bing, s. f.2022)

Una puesta a tierra eléctrica es un sistema de seguridad que proporciona una ruta alternativa para que la corriente fluya al suelo en caso de fallas en el cableado. Este mecanismo conecta físicamente los dispositivos eléctricos al suelo, previniendo riesgos como subidas de tensión o cortocircuitos.(Electric, 2022).

2.3.1 Funcionamiento:

El sistema conecta los cables eléctricos a barras metálicas enterradas en el suelo mediante conductores de cobre. Si ocurre un fallo, la corriente es dirigida al suelo, evitando daños en personas o equipos. Los cables con revestimiento metálico son naturalmente conectados a tierra, mientras que aquellos con recubrimiento plástico necesitan varillas específicas para garantizar la conexión.(Electric, 2022)

2.3.2 Beneficios principales:

Evitar sobrecargas eléctricas: En situaciones extremas como tormentas, desvía el exceso de electricidad al suelo, protegiendo los electrodomésticos.

Estabilizar niveles de tensión: Garantiza una distribución uniforme de la energía, previniendo sobrecargas y fallos en el sistema.

Prevenir daños graves: Protege los equipos y evita riesgos como incendios al dirigir grandes cantidades de electricidad al suelo.(Electric, 2022)

2.4 Baterías

Las baterías son esenciales en los sistemas solares independientes, ya que almacenan la electricidad generada por los paneles solares para su uso durante la noche, cuando no hay luz solar.. En sistemas conectados a la red, no son indispensables, pero permiten un mayor ahorro energético, aunque retrasan la amortización de la instalación.(Solar, 2022)

2.4.1 Principales tipos de baterías:

Baterías de litio: Compactas, ligeras, y con alta densidad energética. Destacan por su durabilidad (hasta 20 años), eficiencia y capacidad de descarga casi total sin afectar su vida útil. No requieren mantenimiento ni emiten gases, siendo ideales para instalaciones exigentes.(Solar, 2022)

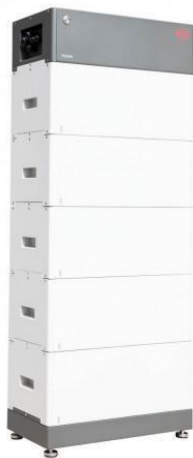


Figura 9 Bateria de litio
Fuente:(Solar,2022)

Baterías estacionarias: Recomendadas para grandes consumos en viviendas, empresas o industrias. Las OPzV (gel) no necesitan mantenimiento, mientras que las OPzS (líquido) sí requieren supervisión. Son duraderas y ofrecen excelente rendimiento..(Solar, 2022)



Figura 10 Baterías estacionarias
Fuente (Solar, 2022)

Baterías de gel: Aptas para espacios sin ventilación, como autocaravanas o barcos. Utilizan un electrolito gelificado que las hace resistentes a descargas profundas y movimientos..(Solar, 2022)



Figura 11 Bateria de gel
Fuente:(Solar,2022)

Baterías de plomo ácido abierto: Económicas y de alto rendimiento, pero necesitan mantenimiento. Son ideales para aplicaciones básicas en cabañas o almacenes aislados..(Solar, 2022)



Figura 12 bateria de plomo
Fuente:(Solar,2022)

Baterías AGM: Selladas, sin mantenimiento, rápidas de cargar y duraderas. Pueden usarse como baterías de arranque en vehículos y son resistentes a descargas profundas..(Solar,2022)



Figura 13 Bateria AGM
Fuente:(Solar,2022)

2.5 Diferencia entre lumen y lux

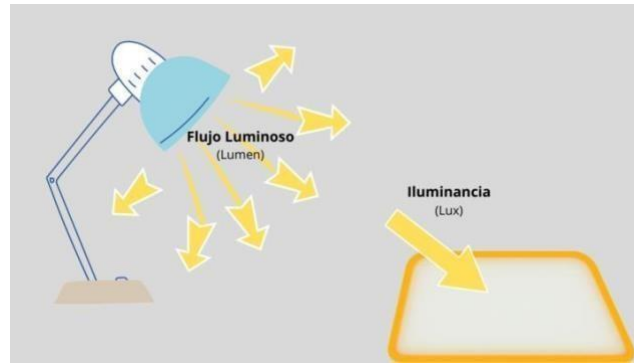


Figura 14 diferencia entre lumen y lux

Fuente:(Barrantes, 2022)

Lúmenes (lm) y luxes (lx) son unidades de medida relacionadas con la luz, pero miden aspectos diferentes del proceso de iluminación.

Lúmenes (lm) miden el flujo luminoso, que es la cantidad total de luz emitida por una fuente de luz (como una lámpara o una bombilla). Este criterio no tiene en cuenta la distribución de la luz ni el efecto sobre las superficies iluminadas. Los lúmenes son un indicador directo de la potencia luminosa de la fuente, pero no nos dicen nada sobre cuánta luz realmente llega a las superficies o el entorno.(Barrantes, 2022)

Lux (lx) mide la iluminancia por la cantidad de luz que llega a la superficie. Esta herramienta tiene en cuenta no sólo el flujo luminoso de la fuente, sino también factores como la distancia entre la fuente y la superficie, así como la dispersión de la luz. Un lux es igual a un lumen distribuido en un metro cuadrado. Esto significa que incluso si la fuente de luz emite una gran cantidad de flujo a través de las lámparas, la cantidad de luz que llega a la superficie puede ser menor., dependiendo de la distancia y otras condiciones. Por ejemplo, un bombillo de alta potencia (muchos lúmenes) colocado muy lejos de una mesa tendrá una iluminancia baja en la superficie de la mesa (pocos lux), mientras que una lámpara pequeña cerca de la misma superficie puede tener una alta iluminancia, aunque emita menos luz en lúmenes.(Barrantes, 2022)

2.5.1 Relación entre Lúmenes y Lux

La relación entre ambos es sencilla: 1 lux equivale a 1 lumen por metro cuadrado. Básicamente, los lúmenes miden la cantidad de luz emitida por una fuente, mientras que los lux miden la cantidad de luz que llega a la superficie objetivo. Cuanto más cerca esté la fuente de luz de la superficie, mayor será el lux. (Barrantes, 2022)

2.5.2 ¿Cuál es la diferencia en el brillo percibido?

Aunque tanto los lúmenes como los luxes están relacionados con la cantidad de luz, la iluminancia no siempre coincide con el brillo percibido. Por ejemplo, dos superficies iluminadas con la misma cantidad de luxes pueden parecer tener un brillo diferente si tienen colores o texturas distintas. Las superficies claras reflejan más luz, mientras que las oscuras la absorben, lo que puede afectar la percepción del brillo incluso si la cantidad de luz medida en luxes es la misma. (Barrantes, 2022)

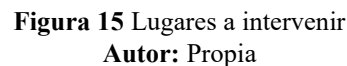
2.5.3 Medición de la iluminancia

La iluminación se puede medir utilizando un luxómetro, un instrumento especial que evalúa la cantidad de luz que llega a una superficie.. Este instrumento es fundamental para obtener mediciones exactas, ya que considera tanto la luz directa como la difusa. Dependiendo del tipo de medición requerida, los luxómetros pueden presentar distintos niveles de sensibilidad y tolerancia.

Por otro lado, los lúmenes representan la cantidad total de luz emitida por una fuente, mientras que los lux indican la cantidad de luz que incide sobre una superficie, tomando en cuenta la distancia y otros factores. Aunque ambas unidades están relacionadas, son clave para evaluar tanto la capacidad de una fuente luminosa como su eficiencia en aplicaciones específicas, como la iluminación de espacios.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Para evaluar las tensiones, es fundamental analizar detalladamente la distribución de la iluminación y los espacios disponibles en el sitio del proyecto. Como se muestra en la Figura 15, el diseño considera cuatro áreas principales: un baño, una cocina, una sala y un taller. Cada una de estas zonas posee características específicas que determinan sus requerimientos particulares de iluminación. Para asegurar un entorno eficiente y funcional, se implementarán sistemas de iluminación adecuados, optimizando el consumo de energía y cumpliendo con los estándares establecidos para cada espacio.



24

enfoque integral, se garantiza un entorno óptimo, eficiente y adaptado a los requerimientos del proyecto.

2.7 Dimencionamiento del sistema fotovoltaico

2.7.1 Calculo del Panel

En primer lugar, para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico, se tomo en cuenta la potencia o el consumo eléctrico que se va a generar. En este proyecto, se proporcionará energía únicamente a las luminarias, cuyos datos de consumo son los siguientes: el baño tiene una potencia de 16 W, la cocina tiene 100 W, la sala tiene 120 W, y el taller tiene 160 W. Todas estas luminarias tendrán un uso aproximado de 6 horas diarias, excepto el baño, que se utilizará durante solo 4 horas.

Tabla 1 Consumo energetico necesario para el sistema	LUGA RES	POTENCI A(W)	HO RAS	TO TAL
	BAÑ O	16	4	64
	COSI NA	100	6	600
	SALA	120	6	720
	TALL ER	160	6	960
	TOTA L			234 4Wh

Una vez identificadas las potencias de cada habitación y las horas de uso, se debe calcular el consumo total diario sumando los valores individuales, tal como se muestra en la **Tabla 1**. Posteriormente, es necesario determinar las necesidades energéticas del usuario, las pérdidas totales y la carga energética máxima utilizando las **Ecuaciones (1 y 2)**. Como resultados destacados, se obtiene una carga del 81% y un 19% de pérdidas en los componentes, considerando que el sistema operará con un voltaje de 40.63V y un margen de seguridad de 0.

La eficiencia total del sistema, estimada en un 81%, refleja que esta proporción de la energía generada es utilizada de manera efectiva, mientras que el 19% se atribuye a pérdidas dentro del sistema



$$Q_{cons} = \frac{E_{cons}}{V_{sistDC}} \quad (1)$$

$$Q_{cons} = \frac{2344W}{40.63V} = 59.88 \frac{Hr}{Dia}$$

$$N_{usuario} = Q_{cons} \times (1 - MS)$$

$$N_{usuario} = 59.88 \frac{Hr}{Day} \times 1 = 59.88 \frac{Hr}{Day}$$

Los parametros para determinar las perdidas son los siguientes:

$$k_b = 3\%, k_c = 10\%, k_t = 2\%, k_v = 5\%, P_d = 60, D_{autonom} = 5 \text{ horas} \quad (2)$$

$$k_t = 1 - (K_b + K_c + K_r + K_v) \times \left(1 - \frac{K_b \times D_{autonom}}{P_d} \right)$$

$$K_t = 1 - (0.03 + 0.10 + 0.02 + 0.05) \times \left(1 - \frac{0.03 \times \frac{5}{24}}{0.6} \right)$$

$$K_t = 1 - (0.20) \times (1 - 0.05)$$

$$K_t = 1 - (0.20 \times 0.95) = 1 - 0.19 = 0.81$$

$$C_{max} = \frac{N_{USUARIO}}{KT}$$

$$C_{max} = 73.92 \frac{Ah}{dia}$$

Después de determinar la potencia total requerida, evaluaremos la potencia del panel solar, ya que este dato es crucial para calcular las HSP (Horas Solares Pico), que representan la cantidad de radiación solar promedio disponible durante el día. Este valor se obtiene de herramientas especializadas como PVsyst. Además, es importante considerar la eficiencia del panel solar, denotada como η_p , la cual se puede encontrar en la placa de características del panel. **Figura16** durante los 12 meses.

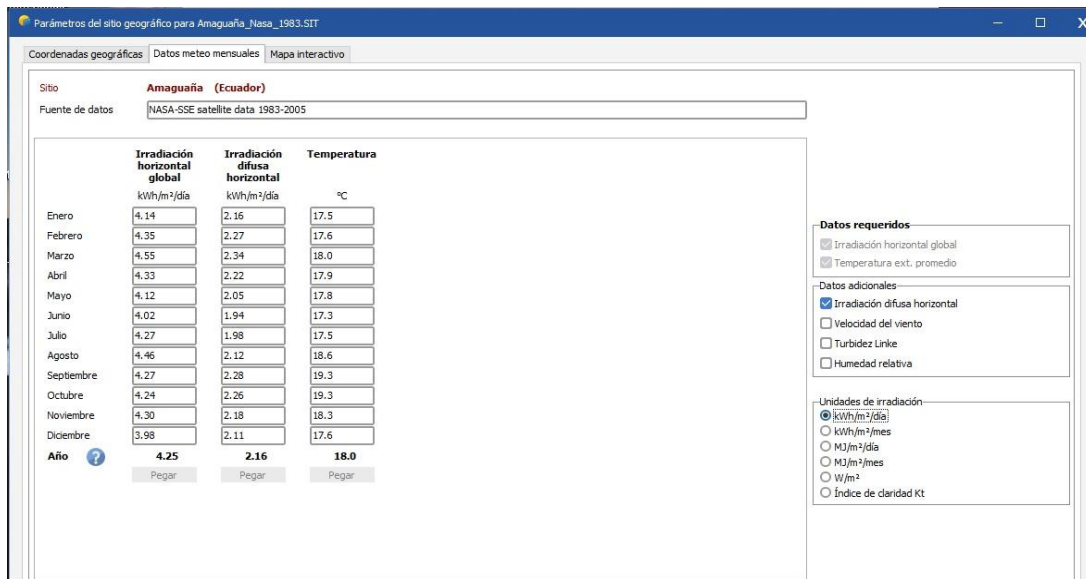


Figura 16 Irradiacion horizontal global 3.98 diciembre.
Autor: Propia

En este caso, la aplicación proporcionó un valor de **3.98 horas pico diarias del mes de diciembre**, lo que representa el tiempo promedio equivalente en el que la radiación solar alcanza los 1000 W/m^2 bajo condiciones estándar. Este valor es fundamental para estimar la generación de energía solar y optimizar el diseño del sistema fotovoltaico. Con la **Ecuacion 3**.

$$\text{HRP} = \frac{H}{1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \rightarrow H = 3.98 \text{ KWH/m}^2/\text{dia} \quad (3)$$

$$\text{HRP} = 3.98 \frac{\text{hr}}{\text{day}}$$

Para el dimensionamiento de los paneles se calcula la cantidad de energia de captacionel cual tomamos encuentra las horas pico solar que calculamos anteriormente, con eso calculamos la capacidad necesaria del sistema. **Ecuacion 4**

2.7.2 Parámetros de la ecuación

- Ppanel: Potencia nominal del panel solar en vatios (W).
- npanel: Eficiencia del panel solar.
- Vnompanel: Voltaje nominal del panel solar en voltios (V).

- HRP: Horas de radiación pico (horas solares efectivas por día).
- Epanel: Energía generada por un panel solar en un día (Wh/día).
- Qpanel: Corriente generada por un panel solar (Ah/día).
- Cmax: Capacidad máxima requerida en amperios-hora (Ah).
- Nramasparalelo: Número de cadenas de paneles en paralelo.
- Vsistpc: Voltaje del sistema de corriente continua (V).
- Nramasserie: Número de paneles conectados en serie.
- PanelesTotales: Número total de paneles solares requeridos.

$$P_{ppanel} = 535 \quad n_{panel} = 0.9 \quad V_{nompanel} = 40.63$$

$$E_{panel} = HRP \times P_{ppanel} \times n_{panel} \quad (4)$$

$$E_{panel} = 1916.3 \frac{Hr}{Day}$$

$$Q_{panel} = \frac{E_{panel}}{V_{nompanel}}$$

$$Q_{panel} = 47.16A \frac{Hr}{Day}$$

Calcula la cantidad de paneles en paralelo en base a la **Ecuacion 5**,

$$N_{ramas paralelo} = \frac{C_{max}}{Q_{panel}} \quad (5)$$

$$N_{ramas paralelo} = 1.56$$

Mediante la **Ecuacion 5** podemos observar que nos da el valor de 1.56 aproximando al valor inmediato nos da **2 ramas en paralelo** cada uno con una potencia nominal de 535 W.

$$N_{ramas serie} = \frac{V_{sistDC}}{V_{nompanel}} \quad (6)$$

$$N_{ramas serie} = 1$$

$$Paneles_{Totales} = N_{ramas paralelo} \times N_{ramas serie}$$

$$Paneles_{Totales} = 2 \text{ conectados en paralelo}$$

Finalmente se determina la cantidad de Paneles considerando el número en serie y en paralelo obteniendo la cantidad de **2 en paralelo de 535W** de la marca powest asi como se le muestra en la **Ecuacion 6**.

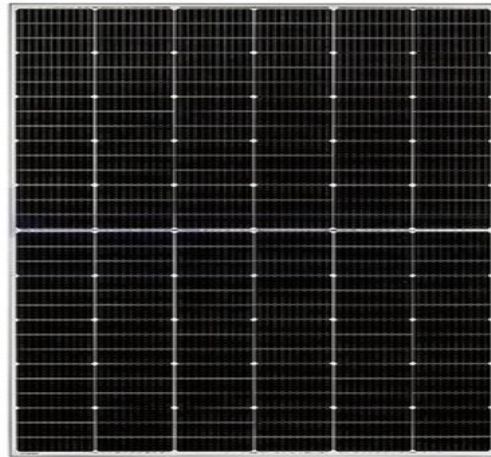


Figura 17 panel solar
Fuente:(Paneles Solares 24V, s. f. 2021)

Características	Valor
Potencia maxima	535w
Voltaje en circuito abierto	49.42V
Corriente en cortocircuito	13.79 A
Corriente maxima	13.11 A
Eficiencia del módulo	20.75%
Voltaje maximo del sistema	1500 VDC (IEC)

Tabla 2 Datos del panel
Fuente: Manual de venta

2.7.1 Calculo del area para los paneles

Una ves que obtubimos la cantidad necesaria de los paneles debemos calcular el area requerida para la respectiva instalacion el cual lo hacemos con las medidas del panel en cual son $2.27m \times 1.13m$ con estos datos colocamos en la **Ecuacion 7**.

$$A_{panel} = 2.27 \times 1.13 = 2.57m^2 \quad (7)$$

$$A_{req} = N_{panel} \times A_{panel} = 5.14m^2$$

2.8 Dimencionamiento de baterías

Una vez que tenemos la fórmula básica para el dimensionamiento de las baterías, solo debemos introducir los valores específicos de nuestro sistema en cada uno de los parámetros. Como autonomía (D_AUTONOMI), que determina cuántos días las baterías deben ser capaces de suministrar energía sin necesidad de recargar el voltaje de la batería (V_BATERIA), que puede ser de 12V, 24V o 48V, dependiendo del sistema utilizado; y el porcentaje de profundidad de descarga (DOD), que define cuánto de la capacidad total de la batería se puede utilizar sin comprometer su vida útil.



Figura 18 Autor(propio) Apartado de Batería solar
Fuente: (BATERIA 120AH PARA PANELES - Bing, s. f 2022.)

Características de la batería	valores
CapacidadNominal(Ah)	120Ah
Vida util	10años
Voltaje nominal	12V
Tipo de batería	Cicloprofundo

Tabla 3 características de la batería
Fuente: Manual de venta

$$C_{sit_{acum}} = \frac{C_{max} \times V_{sist_{DC}} \times D_{auton}}{12V \times PD} \quad (8)$$

$$C_{sist_{acum}} = 208.5 \text{ Ahr}$$

Calculamos el sistema acumulacion utilizando la **Ecuacion 8** el cual se basa en la autonomia diaria y la maxima capacidad del usuario dando aasi un valor de 325.55Ahr.

2.8.1 Parámetros de la ecuación

- Nbatparalelo → Número de baterías conectadas en paralelo.
- Csistacum → Capacidad total requerida del sistema en amperios-hora (Ah).
- Cnombate → Capacidad nominal de una batería en amperios-hora (Ah).
- Nbatserie → Número de baterías conectadas en serie.
- VsistDC → Voltaje del sistema en corriente continua (V).
- Vnombat → Voltaje nominal de una batería (V).

$$Nbat_{paralelo} = \frac{Csist_{acum}}{Cnom_{bate}} \quad (9)$$

$$Nbat_{paralelo} = 1.73 \rightarrow 2$$

$$Nbat_{serie} = \frac{Vsist_{DC}}{Vnom_{bat}}$$

$$Nbat_{serie} = 1$$

$$\text{Baterias totales} = Nbat_{serie} \times Nbat_{paralelo}$$

$$\text{Baterias totales} = 2 \text{ baterias en paralelo}$$

Con los cálculos realizados, se obtuvo un valor de **2 baterías en paralelo** para satisfacer la demanda energética del sistema de manera adecuada y garantizar su funcionamiento continuo.

2.9 Calculo de inversor

Para calcular el dimensionamiento del inversor debemos continuar con el cálculo adecuado del sistema asegurando así que el sistema opere de manera eficiente y confiable bajo diferentes condiciones como se le muestra en la **Ecuacion 10**.

2.9.1 Parámetros de la ecuación

- $S_{inv} \rightarrow$ Potencia aparente del inversor en vatios (W).
- $P_t \rightarrow$ Potencia total requerida por la carga en vatios (W).
- $N_{inv} \rightarrow$ Eficiencia del inversor.
- $E_p \rightarrow$ Factor de potencia del sistema.

$$S_{inv} = \frac{P_t}{N_{inv} \times E_p} \quad (10)$$

$$S_{inv} = \frac{396W}{0.9 \times 0.8} = 550W$$

De acuerdo con la **Ecuación 10**, el cálculo nos da un resultado de 550W para la capacidad del inversor. Sin embargo, para mayor seguridad y eficiencia, se optará por un inversor híbrido de 1 kVA. Este inversor cuenta con un controlador de carga de 60 amperios y permite la conexión de hasta 1500W en paneles solares, lo que garantiza un funcionamiento estable y la posibilidad de futuras expansiones del sistema.



Figura 19 Apartado de Inversor Powest
Autor: (Inversor 1kva - Bing, s. f.)

Se utiliza un inversor de 1 kW en la generación y almacenamiento de energía del sistema solar. Este inversor convierte la energía producida por dos paneles fotovoltaicos de 535W cada uno, de la marca Jinko Solar, en corriente alterna para alimentar las luminarias del sistema.

Características	Valor
Capacidad	1KVA
Voltage de entrada nominal	120 AVC
Cantidad de hilos	3 (Fase-Neutro-Tierra)
Eficiencia	90%

Tabla 4 Datos del inversor powest
Fuente: Manual de venta

3.0 Dimencionamiento de calibre de cable (Paneles,Baterias)

Para el dimencionamiento de calibre de cable usaremos las siguientes tablas 5 y 6 ya que son muy esenciales para el dimncionamiento de conductor

Material	Y 20	Y 70	Y 90
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 5 Conductividad Eléctrica de Diferentes Materiales

Datos	
Corriente en el punto de máxima potencia (I max) del panel (A)	13.17 Ah
Voltaje máximo	40.63
Distancia (m)	5
Caída de tensión 1%	0.01
Conductividad del cable (cobre)	56
Voltaje total del panel	34.2

Tabla 6 Datos para el Cálculo del Conductor Paneles - Inversor

3.1 Calculo del conductor de paneles solares

3.1.1 Parámetros de la ecuación

- S → Sección del conductor en mm² (área transversal del cable).
- L → Longitud del conductor en metros (m).
- I → Corriente eléctrica en amperios (A).
- γ → Conductividad del material del conductor (
- CT_{max} → Caída de tensión máxima permitida en voltios (V)

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times CT_{\max}} \quad (11)$$

$$CT_{\max} = \Delta V \times V$$

$$CT_{\max} = \Delta V \times V = 0.01 \times 40.63 = 0.4063V$$

$$S = \frac{2 \times 5 \times 13.17}{56 \times 0.4063} = 5.79 \text{ mm}^2$$

Se obtiene una sección de 5.36 mm², lo que corresponde a un cable AWG calibre 10, el cual se utilizará para la conexión entre los paneles solares y el inversor.

AWG	mm ²
20	0.5
18	0.75
17	1
16	1.5
14	2.5
12	4
10	6
8	10
6	16
4	25
2	35
1	50
1/0	55
2/0	70
3/0	95
4/0	120

Figura 20 Tabla de cables en mm²
Fuente (Calibre de Cable En Mm2 - Bing, s. f., p. 2020)

3.2 Calculo del conductor de las baterías.

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times CT_{max}} \quad (12)$$

$$CT_{max} = \Delta V \times V$$

$$CT_{max} = \Delta V \times V = 0.01 \times 12 = 0.12$$

$$S = \frac{2 \times 2.5 \times 12}{56 \times 0.12} = 8.92 \text{ mm}^2$$

Se obtiene una sección de 8.92 mm² lo cual corresponde a un cable AWG de calibre número 8.

3.2.1 Protecciones del panel

$$IT = N_{panel} \times I_{panel} \quad (13)$$

$$IT = 26.34 \text{ A}$$

Y finalmente para el dimensionamiento de la protección se toma en cuenta el número de paneles por la corriente del panel así como se le muestra en la **Ecuación 13** por lo tanto la protección que utilizaremos será de 30A.

3.2.3 Cálculo de la puesta a tierra

3.2.3.1 Tabla de valores resistividad del suelo para el sistema de puesta a tierra

TIPO DE SUELO	RESISTIVIDAD Ω
SUELO ARCILLOSO	10-100 Ω
SUELO ARENOSO	50-200 Ω
SUELO ROCOSO	100-1000 Ω
SUELO HUMEDO	10-50 Ω
SUELO SECO	100-500 Ω

Tabla 7 Tipo de suelo y resistividad

3.2.3.2 Cálculo de resistencia de puesta a tierra

3.2.3.3 Parámetros de la ecuación

$R \rightarrow$ Resistencia equivalente en ohmios por metro (Ωm).

$R_s \rightarrow$ Resistencia superficial del material en ohmios (Ω).

$h \rightarrow$ Altura o profundidad del electrodo en metros (m).

π $\rightarrow$ Constante matemática (aproximadamente 3.1416).

$$R = \frac{R_s}{2\pi(h)}$$

$$R = \frac{50\Omega}{2\pi(1.80m)}$$

$$R = 4.42\Omega m$$

Conforme a los cálculos realizados y aplicando la Tabla 7, que establece la resistividad del suelo según su tipo, se ha obtenido un valor de $4.42 \Omega m$. De acuerdo con la normativa NEC, la resistividad del suelo no debe superar los 5Ω , por lo que el valor obtenido se encuentra dentro del rango permitido.

3.3 Dimencionamiento en PVsyst



PVsyst V7.4.8

VC3, Simulation date:
14/01/25 14:55
with V7.4.8

Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

Project summary			
Geographical Site		Project settings	
Amaguaña		Albedo	
Ecuador		0.20	
Situation			
Latitude		-0.38 °S	
Longitude		-78.50 °W	
Altitude		2562 m	
Time zone		UTC-5	
Weather data			
Amaguaña			
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético			

System summary			
Standalone system		Standalone system with batteries	
PV Field Orientation		User's needs	
Fixed plane		Daily household consumers	
Tilt/Azimuth		Constant over the year	
15 / 0 °		Average	
		2.6 kWh/Day	
System information			
PV Array			
Nb. of modules	2 units	Battery pack	
Pnom total	1070 Wp	Technology	Lead-acid, sealed, Gel
		Nb. of units	2 units
		Voltage	12 V
		Capacity	300 Ah

Results summary			
Useful energy from solar	769.09 kWh/year	Specific production	719 kWh/kWp/year
Missing Energy	185.75 kWh/year	Perf. Ratio PR	47.01 %
Excess (unused)	465.10 kWh/year	Available solar energy	1317.35 kWh/year
		Solar Fraction SF	80.67 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8

Figura 21 Informe PVsyst
Autor: Propia

Requisitos del usuario: describe los requisitos y expectativas de los usuarios finales del sistema. Contiene información detallada sobre las características, funciones y actividades que los usuarios esperan del sistema, así como sus necesidades como de iluminación de 24 lámparas tipo led de 18 w durante 6 horas. Este análisis ayuda a garantizar que el diseño y la implementación de los sistemas satisfagan las necesidades y objetivos reales de los usuarios, lo cual es esencial para el éxito del proyecto tecnológico.

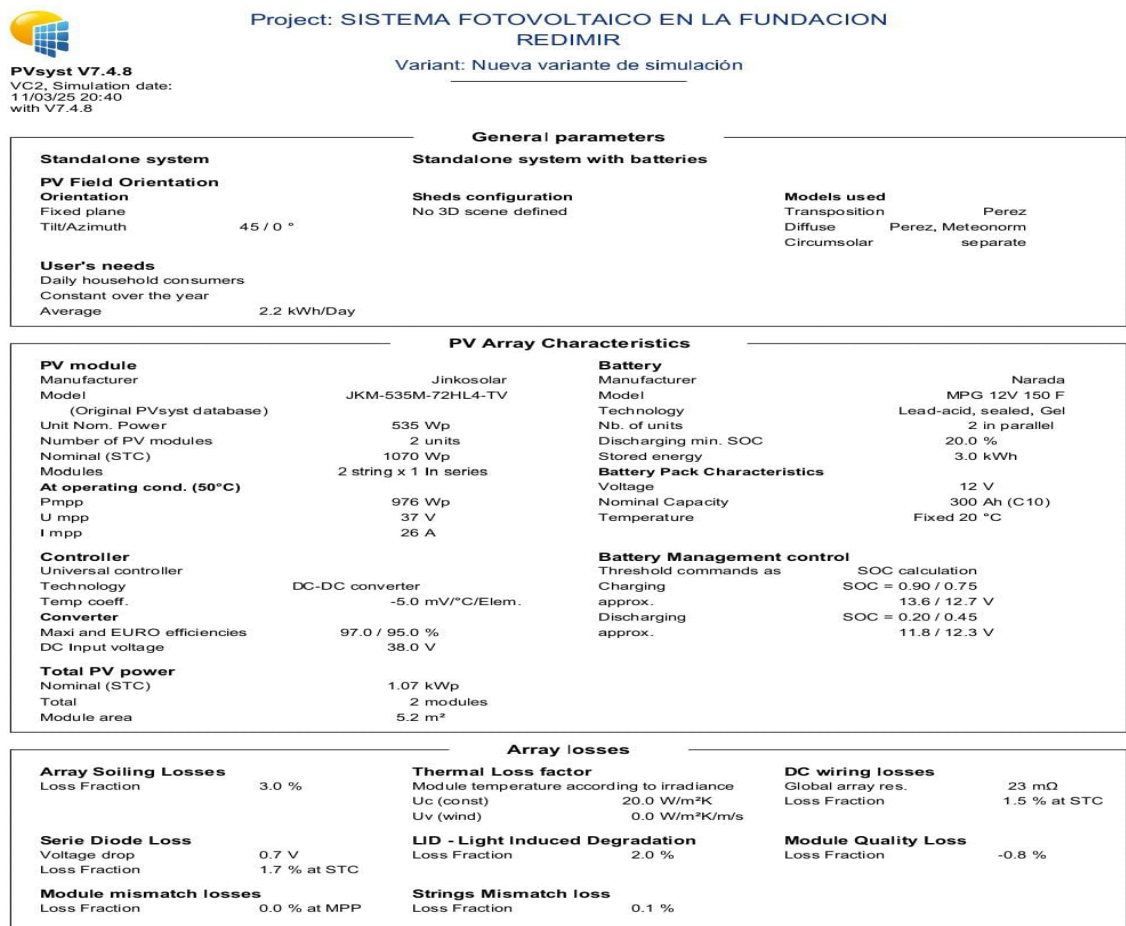


Figura 22 Informe PVsyst
Autor: Propia

Resultados Principales: Se presentan los datos más relevantes obtenidos a lo largo del año mediante el análisis y la simulación del sistema fotovoltaico. Aquí se incluyen aspectos clave

como la eficiencia energética, el tiempo de recuperación de la inversión, los costos estimados y otros indicadores esenciales para evaluar el desempeño del sistema solar. Estos resultados permiten determinar la viabilidad y efectividad del proyecto en función de los parámetros establecidos.

Diagrama de Pérdidas: Representa gráficamente las distintas pérdidas que pueden afectar el rendimiento del sistema fotovoltaico. Entre ellas se encuentran las pérdidas por protección, variaciones de temperatura, acumulación de suciedad, transporte de energía y otros factores. Este diagrama ayuda a visualizar el impacto de cada una de estas pérdidas en la eficiencia del sistema, proporcionando información clave para su optimización.

Pérdidas de matriz: En este apartado se tratan las pérdidas de energía que se producen en el panel solar durante su funcionamiento. Los daños pueden ser causados por factores como la radiación solar, la temperatura ambiente, la suciedad o sombras en los paneles, la intemperie, etc. Es importante evaluar y minimizar estas pérdidas para aumentar la eficiencia y la producción de energía del sistema solar.

3.4 Implementacion

3.4.1 Materiales que utilizo en la implementacion

Materiales	Cantidad
Paneles solares	2
Inversor 1kva	1
Baterias	3
Cable del panel	10m
Cable de baterias	5m
Conectores mc4	4
Varrilla copperweld	1

Cable de puesta a tierra	13m
Mejorador de la tierra	1
Cajas de paso	5
Breaker bipolar DC	1
Breaker bipolar AC	2
Conectores para batería	6

Tabla 7 Materiales a utilizar

Fuente: Propia

3.5 Procedimiento de la puesta tierra

Después de preparar la excavación y aplicar el mejorador de suelo, se llevó a cabo la instalación de la varilla Copperweld. Este componente, fabricado con un núcleo de acero recubierto de cobre, ofrece alta conductividad y resistencia a la corrosión, lo que lo convierte en una opción adecuada para los sistemas de puesta a tierra.

3.5.1 Para su correcta instalación, seguimos los siguientes pasos:

- Colocación de la varilla: Se introdujo en el suelo hasta alcanzar la profundidad requerida, garantizando un contacto óptimo con la tierra.
- Compactación del terreno: Se rellenó la excavación con una mezcla de tierra y mejorador, mejorando así la conductividad del suelo.
- Verificación de la conexión: Se unió la varilla al sistema de puesta a tierra con un conductor apropiado, asegurando una conexión firme y segura.
- Medición de resistencia: Se realizó una prueba para confirmar que los valores obtenidos estuvieran dentro de los límites establecidos por la normativa vigente.

3.6 Implementación del sistema puesta a tierra

En cualquier instalación eléctrica, la puesta a tierra es fundamental para la protección de los equipos y la seguridad de las personas, evitando daños por sobrecargas, cortocircuitos e

influencias atmosféricas. Para determinar cuántas varillas se requieren, se mide la resistencia del suelo con un telurómetro. Si los valores no cumplen con los estándares normativos, se pueden añadir más varillas o mejorar la conductividad del terreno. Un sistema de puesta a tierra bien diseñado y mantenido contribuye a la estabilidad del sistema eléctrico, minimiza riesgos y previene fallos, por lo que su correcta implementación es clave para un funcionamiento seguro y eficiente.



Figura 23 Telurometro
Autor: Propia

Para la instalación del sistema de puesta a tierra, se siguió un procedimiento estructurado. En primer lugar, se midió la resistividad del suelo tomando como referencia la normativa NEC, la cual establece un límite máximo de 25 ohmios.

Con esta base, se llevaron a cabo las mediciones con un telurómetro, asegurando una separación de un metro entre cada punto de prueba. Este método permitió obtener datos precisos y confiables para la correcta implementación del sistema.



Figura 24 En mediciones
Autor: Propia



Figura 25 Picas de la puesta a tierra
Autor: Propia

Como referencia para las mediciones, se utilizó una varilla de cobre (copperweld). Desde esta varilla, se definió un punto de medición a 1 metro de distancia para llevar a cabo la primera prueba. En la medición inicial, se registró un voltaje de 0.01 voltios en el suelo. Luego, se realizó la medición de la resistencia utilizando una escala de 20 ohmios, obteniendo un valor de 6.59 ohmios. Es relevante señalar que todas estas mediciones se hicieron con una separación de 1 metro, asegurando la exactitud de los datos obtenidos.



Figura 26 Medicion de voltaje
Autor: Propia



Figura 27 Medicion de la resistencia del suelo
Autor: Propia



Figura 28 Medición a 2 metros
Autor: Propia



Figura 29 Medición de resistencia a 2 metro
Autor: Propia

A continuación, realizamos una segunda medición a una distancia de 2 metros. En este caso, los resultados no mostraron cambios significativos. Al medir el voltaje en el suelo, se obtuvo un valor de 1 voltio. Posteriormente, con una escala de 20 ohmios, la resistencia medida fue de 9.87 ohmios. Es relevante mencionar que el suelo donde se llevará a cabo la instalación de la puesta a tierra estaba completamente húmedo, lo cual es beneficioso, ya que favorece la conductividad y reduce la resistencia del sistema.



Figura 30 Mejorador de suelo
Autor: Propia

Una vez concluidas las mediciones, se procedió a excavar un hueco de 1 metro de profundidad y 80 centímetros de ancho. Con el fin de mejorar la conductividad del terreno, se aplicó un mejorador de suelo, cuyo objetivo es disminuir la resistividad y aumentar la eficiencia del sistema de puesta a tierra.

Si bien en las mediciones previas los valores obtenidos estaban dentro de los límites establecidos por la normativa sin tratamiento, decidimos mezclar el mejorador con la tierra para optimizar aún más las condiciones del sistema y garantizar su estabilidad a largo plazo.



Figura 31 Colocacion de la varilla copperweld
Autor: Propia



Figura 32 Medidas de la puesta a tierra tratada
Autor: Propia



Figura 33 Medicion de la puest a
tierra tratada
Autor: Propia



Figura 34 colocacion de una
caja para volver a fundir
Autor: Propia



Figura 35 Terminado final
Autor: Propia



Figura 35.1 Terminado final
Autor: Propia

3.7 Armado de estructura para los paneles solares



Figura 36 Montaje de la estructura
Autor: Propia

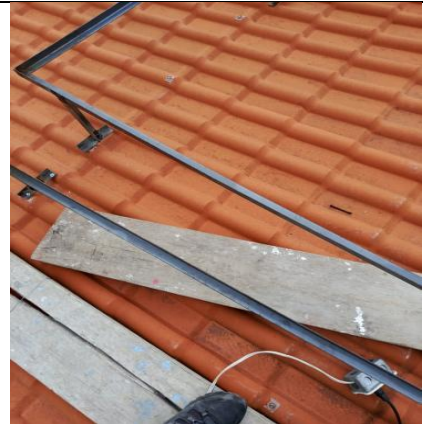


Figura 37 Estructuras
Autor: propia

Como se puede ver en la **Figura 37**, se comenzó con el montaje de la estructura siguiendo rigurosamente todas las normativas de seguridad correspondientes. Durante todo el proceso, se utilizó equipo de protección personal (EPP), como guantes, casco de seguridad y línea de vida o cinturón de seguridad, con el fin de evitar cualquier tipo de accidente.

Para asegurar la seguridad al transitar sobre el techo, se instalaron tabloncillos que ofrecieron una superficie firme y estable. Este procedimiento fue esencial para prevenir resbalones o caídas durante las labores de instalación.

En cuanto al acceso a la estructura, se optó por alquilar andamios, lo que facilitó el ascenso de las estructuras y el trabajo en alturas con mayor seguridad y comodidad. Siguiendo las Normas de Seguridad en Alturas (NTP 399.107), se hizo uso adecuado de los andamios y sistemas de protección tanto colectiva como individual, garantizando que el personal trabajara en condiciones seguras y conforme a los estándares establecidos.

La correcta aplicación de estas medidas no solo asegura la protección de los trabajadores, sino también la eficiencia y el éxito del proyecto.



Figura 38 Evidencia de seguridad
Autor: Propia



Figura 39 Evidencia
Autor: Propia

3.8 Montaje de paneles

Después de montar la estructura de los paneles solares, procedimos a instalar los dos paneles, asegurándonos de que la inclinación fuera la adecuada para optimizar la captación de energía durante las horas de mayor radiación solar. La correcta orientación e inclinación de los paneles es crucial para mejorar la eficiencia del sistema fotovoltaico y asegurar un rendimiento óptimo.

Para fijar los paneles a la estructura, utilizamos soportes y anclajes robustos, garantizando una instalación segura y estable que prevenga desplazamientos o movimientos causados por condiciones climáticas adversas, como vientos fuertes o lluvias. Además, se verificó que las conexiones eléctricas estuvieran adecuadamente protegidas para prevenir cortocircuitos o pérdidas de energía.

Como se muestra en la Figura 40, la instalación se llevó a cabo cumpliendo con las normativas de seguridad y calidad, asegurando la estabilidad y la durabilidad del sistema fotovoltaico a largo plazo.



Figura 40 Colocacion de paneles
Autor: Propia



Figura 41 colocacion de paneles
Autor: Propia



Figura 42 Limpieza de paneles
Autor: Propia



Figura 42.1 Resultado final
Autor: Propia

Para asegurar el máximo rendimiento del sistema, realizamos una limpieza detallada de los paneles solares. Durante la instalación, aunque usamos guantes, quedaron algunas manchas en la superficie de los módulos. Por esta razón, mi compañero Maicol se encargó de limpiarlos adecuadamente, garantizando que no hubiera pérdida de captación de energía debido a suciedad o residuos.

Una vez que los paneles estuvieron completamente limpios, continuamos con la conexión eléctrica. Siguiendo los cálculos realizados y las especificaciones del proveedor, decidimos realizar una conexión en paralelo, lo que mantiene el voltaje constante y aumenta la corriente, optimizando así el rendimiento del sistema.

Para unir de manera correcta los cables de los paneles con los conductores que alimentarán el sistema, utilizamos conectores MC4, como se muestra en la Figura 44. Estos conectores

aseguran una conexión segura, eficiente y resistente a factores como la humedad y las variaciones de temperatura. Son ideales para instalaciones fotovoltaicas, ya que reducen las pérdidas de energía y facilitan el mantenimiento a futuro.



Figura 43 Resultado final de los paneles
Autor: Propia



Figura 44 Conectores MC4
Autor: Propia

Los conectores MC4 se emplearon para unir de forma segura y eficiente el cable solar, evitando la necesidad de realizar empalmes directos, los cuales podrían ocasionar pérdidas de energía, aumentar la resistencia del circuito y poner en riesgo la seguridad de la instalación.

El uso de estos conectores asegura una conexión sólida, hermética y resistente a condiciones climáticas, protegiendo el sistema contra la humedad, el polvo y otros factores ambientales que podrían afectar su rendimiento a largo plazo. Además, estos conectores facilitan futuras labores de mantenimiento y garantizan que la instalación cumpla con los estándares de calidad y seguridad en sistemas fotovoltaicos.

3.9 Montaje de baterías

De acuerdo con los cálculos realizados, se determinó que el sistema requería dos baterías de 120Ah a 12V. Antes de encender el inversor híbrido, era esencial tener las baterías instaladas, ya que este equipo funciona a partir de la energía almacenada en ellas.

El primer paso consistió en construir una base fija en la pared, diseñada para ofrecer un soporte estable y seguro para las baterías, protegiéndolas de golpes, humedad y otros factores que podrían afectar su rendimiento y durabilidad.

Una vez aseguradas las baterías en su soporte, procedimos a realizar las conexiones en paralelo, lo que permitió mantener el voltaje a 12V mientras aumentábamos la capacidad de almacenamiento de energía. Finalmente, conectamos el sistema al inversor, asegurando un suministro adecuado para su funcionamiento y la alimentación de los equipos eléctricos.



Figura 45 Base para las baterías
Autor: Propia



Figura 46 base de baterías
Autor: Propia



Figura 47 Coneccion de las 2 baterias
Autor: Propia



Figura 47.1 Coneccion de las 2 baterias
Autor: Propia

Como se muestra en las Figuras 47 y 48, las baterías fueron instaladas en la estructura previamente montada, que se presenta en la Figura 46. Esta estructura fue diseñada para ofrecer un soporte firme y seguro, garantizando la disposición adecuada de los equipos y facilitando su mantenimiento.



Figur 48 Colocacion de las 2 baterias
Autor: Propia

Al instalar las baterías, se siguió la normativa UL 1973, que regula la seguridad en la instalación y uso de baterías en sistemas solares y otros dispositivos energéticos. Esta norma establece los requisitos necesarios para asegurar un funcionamiento seguro, cubriendo aspectos

como la protección contra sobrecargas, cortocircuitos, riesgos de incendio y otros peligros potenciales. De esta manera, garantizamos que las baterías se instalaran de forma segura y conforme a los estándares internacionales, optimizando su rendimiento y minimizando los riesgos en el sistema fotovoltaico.

3.9 Montaje del inversor de 1kva

Para la instalación del inversor, se montó a una altura de 1.60 metros desde el piso, lo que asegura un acceso cómodo para su operación, monitoreo y mantenimiento.

Una vez instalado, procedimos con la conexión y configuración del equipo. Aunque el inversor viene con una programación predeterminada de fábrica, fue necesario ajustar ciertos parámetros para adaptarlo a nuestras necesidades. Específicamente, configuramos las prioridades de consumo energético, optimizando el sistema para que priorice la alimentación del circuito de iluminación de manera más eficiente.

Este ajuste garantiza un uso más efectivo de la energía almacenada en las baterías y asegura que el sistema funcione según los requisitos específicos de la instalación.

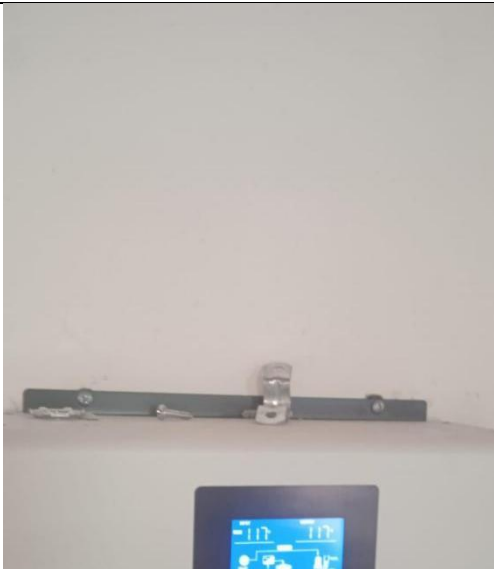


Figura 49 Colocacion de inversor
Autor: Propia

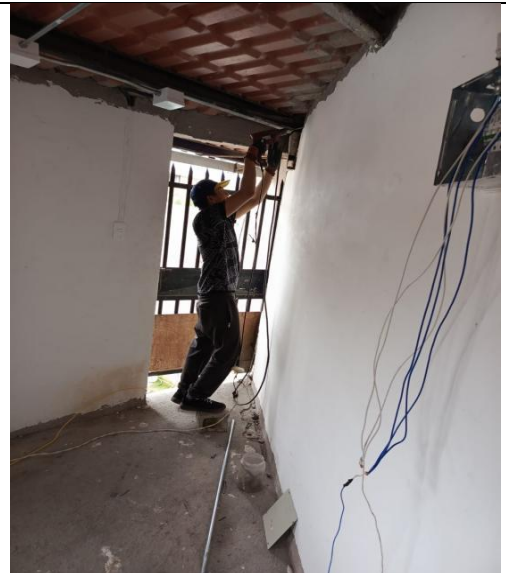


Figura 50 Colocacion del tuberia EMT
3/4 para alimentar al inversor con la red
electrica
Autor: Propia

Durante la instalación del inversor, otro compañero comenzó a instalar la tubería EMT para conectar el inversor a la red eléctrica. Como se observa, se instalaron cajas de paso, lo que permitió una distribución ordenada y segura del cableado, cumpliendo con los requisitos de la Norma IEC 60364, que regula las instalaciones de sistemas eléctricos de baja tensión.

Además, se verificó que la acometida incluyera una derivación a tierra, conforme a la Norma NEC (National Electrical Code) 250, que establece los lineamientos para la correcta instalación de sistemas de puesta a tierra, garantizando la protección contra sobrecargas y fallos eléctricos. Desde esta acometida, se utilizó una tubería EMT de 3/4", siguiendo los estándares de la NTP 370.200 para canalizaciones eléctricas, para conducir el cableado de manera segura hasta la caja de protecciones.

La caja de protecciones es esencial para la seguridad del sistema, ya que protege tanto al inversor como al resto del circuito ante cualquier eventualidad eléctrica, cumpliendo con las disposiciones de la Norma IEC 60947, que regula los dispositivos de protección en sistemas eléctricos.

Finalmente, desde la caja de protecciones, se realizó la conexión al inversor, asegurando que el sistema cumpliera con las normativas eléctricas internacionales y garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.



Figura 51 Armado del tablero de control
Autor: Propia



Figura 52 Armado del tablero de control
Autor: Propia

4.0 Programación del inversor

La programación del inversor híbrido es un proceso sencillo que se puede realizar de dos formas: mediante una laptop o directamente desde su pantalla integrada, siendo esta última opción más práctica y accesible.

A continuación, se describe brevemente el proceso de configuración del inversor. La programación se basa en la asignación de prioridades para el consumo energético, lo que permite seleccionar la fuente principal de energía según las necesidades del sistema.

Para nuestras pruebas, configuramos el inversor en el modo "SOL", estableciendo la siguiente jerarquía de suministro:

Paneles solares: Son la fuente principal de energía y alimentan directamente la carga.

Baterías: Si la producción de los paneles es insuficiente, las baterías entran en acción para cubrir la demanda energética.

Red eléctrica: En caso de que ni los paneles ni las baterías puedan abastecer la carga, el sistema recurre a la red eléctrica como fuente de respaldo.

La programación se realizó siguiendo las indicaciones del manual del fabricante, el cual proporciona los parámetros y opciones necesarias para personalizar el funcionamiento del inversor. Como se observa en la **Figura 53**, este manual fue una herramienta fundamental para asegurar una configuración adecuada y eficiente del sistema.

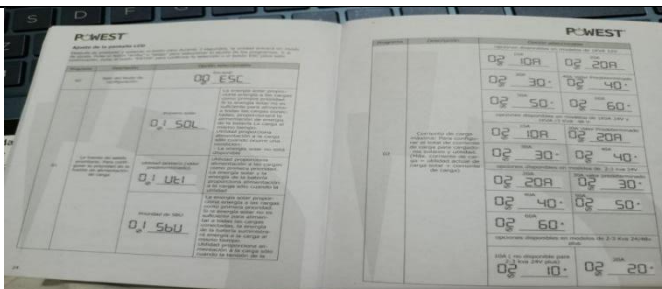


Figura 53 Manual del fabricante
Autor: Propia

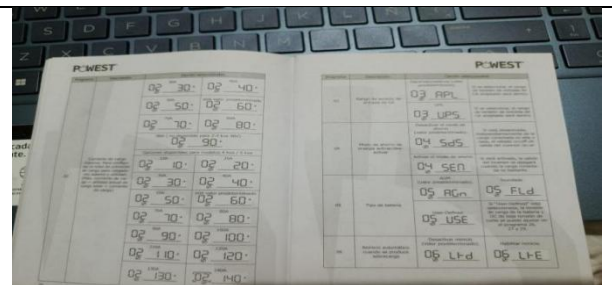


Figura 54 Manual del fabricante
Autor: Propia



Figura 55 Programacion del inversor
Autor: Propia



Figura 55.1 Programacion del
inversor
Autor: Propia

Como podemos observar, la **energía generada por los paneles solares** no solo alimenta directamente la carga, sino que también **recarga las baterías** de manera simultánea. Esto permite un aprovechamiento óptimo de la energía solar, garantizando un suministro eficiente y asegurando que las baterías tengan suficiente carga para respaldar el sistema en caso de baja producción solar o ausencia de radiación.



Figura 56 Carga de baterias con la red
Autor: Propia

4.2 Normativa que se utilizaron para la implementacion del proyecto.

AREA	NORMATIVA
Instalaciones eléctricas de baja tensión	IEC 60364
Sistema de puesta a tierra	NEC 250 (National Electrical Code)
Instalaciones de canalización eléctrica	NTP 370.200
Dispositivos de protección eléctrica	IEC 60947
Conexión de paneles solares a la red	IEC 61727
Instalación de paneles solares	IEC 61215
Protección contra sobrecargas	IEC 60950
Instalación de baterías en sistemas solares	UL 1973
Normas de Seguridad en Alturas	(NTP 399.107)

Tabla 8 Normativas que se utilizaron en la implemetacion.
Fuente:(Association.2020)

4.3 Presupuesto del Proyecto

Materiales	Can tidad	Presup uesto
Paneles solares	2	2 60
Inversor	1	3 00
Baterias	2	5 10

Cable (solar, baterias, red electrica)	10 5 7	9 0
Tornillos(tacos)	1lib ra	5
Bases de las baterias y paneles	3	8 0
Conectores(MC4, Terminales)	12	1 7
Tuberia EMT	2	9
Cajas de pasos(caja para riel)	4	5
Brekes	3	2 4.50
Cinta aislante	2	2
Selicon	1	1 .50
Presupuesto final		1 302

Tabla 9

Presupuesto del proyecto

Fuente: Propia

CAPITULOIV

PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.7 Resultaddos de la puesta a tierra

Finalmente, al concluir la instalación de la varilla Copperweld y aplicar el mejorador de suelo, procedimos a realizar capas con carbón, ripio y agua para mantener el suelo húmedo y mejorar su conductividad. Esta técnica ayuda a asegurar que la resistividad del suelo permanezca baja, favoreciendo un sistema de puesta a tierra más eficiente.

Con las nuevas mediciones realizadas, los resultados fueron los siguientes:

A 1 metro de distancia, obtuvimos un valor de 3.62 ohmios, y el voltaje que transita por la tierra fue de 0 voltios.

A 2 metros de distancia, la resistividad fue de 6.66 ohmios.

Estos valores indican una mejora significativa en la conductividad del suelo, lo que asegura que el sistema de puesta a tierra cumple con los requisitos necesarios para su correcto funcionamiento.

3.6.1 Tabla de Resultados de la mediciones de la puesta a tierra

Distanci a(M)	Voltaje(V)	Resistencia(Oh mios)
1	0 .1	6.59

2	1 .0	9.87
Resultados del proceso de mejora en el sistema de puesta a tierra		
1	0	3.62
2	0 .1	6.66

Tabla 10 Resultados antes y despues puesta a tiera

Fuente:Propia

4.1 Resultados y pruebas del funcionamiento de las baterias

En las pruebas y resultados obtenidos, el sistema fotovoltaico funcionó de manera correcta y eficiente. Al encender las cargas, como las luces, el sistema respondió de acuerdo a lo esperado. Además, al cortar la conexión de los paneles solares y de la red eléctrica, las baterías entraron en funcionamiento sin inconvenientes. Las lámparas continuaron encendidas durante todo el proceso, demostrando que el sistema mantuvo un suministro constante de energía, asegurando su correcto funcionamiento en todo momento.



Figura 57 Resultados de la bateria

Autor: Propia

También realizamos la prueba desconectando la red eléctrica para que el sistema dependiera únicamente de los paneles solares. En esta prueba, el sistema funcionó de manera correcta, demostrando que los paneles solares eran capaces de suministrar energía de forma

suficiente para alimentar las cargas, sin interrupciones ni fallos. Esto confirmó la eficiencia del sistema fotovoltaico en condiciones de funcionamiento independiente de la red eléctrica.



Figura 58 Resultados del panel
Autor: Propia

4.2 Resultados y Pruebas de los dos proyectos

Tras completar todo el proceso de implementación, podemos confirmar que el sistema fotovoltaico está funcionando de manera óptima, proporcionando una alimentación eficiente a las lámparas. Es relevante señalar que esta prueba se realizó durante la temporada de lluvias, cuando la radiación solar es más limitada.

A pesar de estas condiciones, los paneles solares lograron generar suficiente energía para alimentar el sistema de iluminación sin depender de la red eléctrica. Además, las baterías permanecieron cargadas al 100%, lo que demuestra que el sistema ha producido energía de manera continua y eficiente, asegurando su operación adecuada incluso en condiciones climáticas desfavorables.



Figura 59 Lamparas encendidas del taller
Autor: Propia

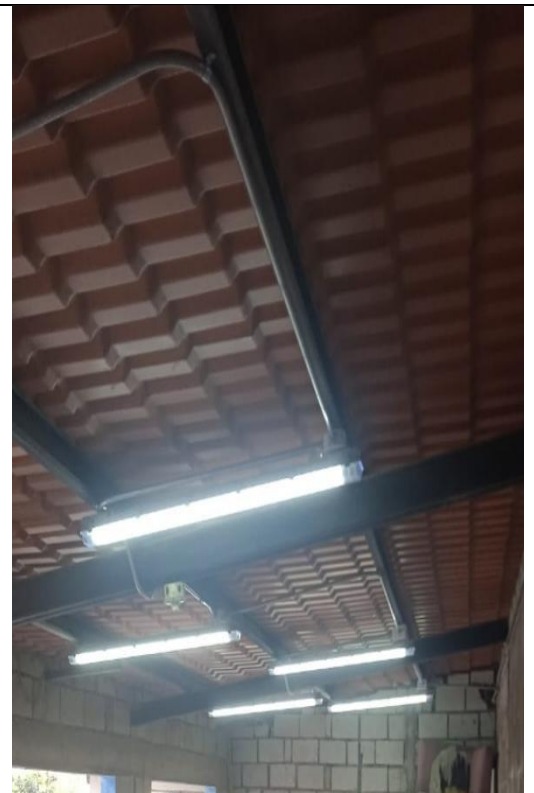


Figura 60 Lamaparas encendidas de la sala
Autor: Propia



Figura 61 Lamparas encendidas de la cosina
Autor: Propia



Figura 62 Lampara encendida del baño
Autor: Propia

4.3 Resultado y pruebas de las mediciones de voltaje y corriente

4.3.1 Voltaje y Corriente Día 1

Hora	VPanel (V)	VBateria (V)	VSalida (V)	IPanel (A)	IBateria (A)
8:00	54.2	12.80	119.1	0.22	6.1
10:00	62.3	13.2	120	0.46	3.2
12:00	75.1	13.20	120	0.87	1.2
14:00	70.3	13.10	120	0.70	2.6
16:00	50.1	12.90	119.2	0.28	3.2

Tabla 11 Voltaje y corriente Dia 1

Fuente: Propia

Como se muestra en el primer día, se realizaron cinco mediciones en diferentes momentos del día. Estas mediciones se efectuaron bajo las condiciones climáticas habituales de estos meses, con lluvias intermitentes. A pesar de las condiciones climáticas, el sistema fotovoltaico ha mostrado un rendimiento eficiente.

El panel ha generado un voltaje que varía desde un mínimo de 54.2V, registrado en el día, hasta un máximo de 75.1V, alcanzado. Además, se observa que el valor de la batería se mantiene estable dentro del rango de 12.80V a 13.20V, sin variaciones bruscas. Asimismo, el voltaje de salida se ha mantenido constante entre 119V y 120V.



Figura 63 Medicion de corriente
Autor: Propia

4.3.2 Resultados de Voltaje y Corriente Día 2

Hora	VPanel (V)	VBateria (V)	VSalida (V)	IPanel (A)	IBateria (A)
7:30	48.9	12.12	119	0.11	5
10:00	58.8	13	120	0.14	4.2
12:30	70.6	13.4	120	0.60	1.13
14:00	68.3	13.2	120	0.58	2.67
16:30	62.2	12.7	119.8	0.22	3.4

Tabla 13 Mediciones de voltaje y corriente Dia 2
Fuente: Propia

El panel ha generado un voltaje que varía desde un mínimo de 48.9V, registrado en el día, hasta un máximo de 70.6V, alcanzado. Además, se observa que el valor de la batería se mantiene estable dentro del rango de 12.12V a 13.4V, sin variaciones bruscas. Asimismo, el voltaje de salida se ha mantenido constante entre 119V y 120V.



Figura 64 Medicion de voltaje
Autor: Propia

4.3.3 Resultados de Voltaje y Corriente Día 3

Hora	VPanel (V)	VBateria (V)	VSalida (V)	IPanel (A)	IBateria (A)
7:00	58.9	12.58	129.8	0.13	5.8
9:00	68.2	13.2	120	0.17	4.2
12:00	81.6	13.7	120	0.70	1
14:30	80.3	13.2	120	0.62	2.2
17:20	62.2	12.7	119.5	0.22	3.8

Tabla 14 Mediciones de voltaje y corriente Dia 3
Fuente:Propia

El panel ha generado un voltaje que varía desde un mínimo de 58.9V, registrado en el día, hasta un máximo de 81.6V, alcanzado. Además, se observa que el valor de la batería se mantiene estable dentro del rango de 12.58V a 13.7V, sin variaciones bruscas. Asimismo, el voltaje de salida se ha mantenido constante entre 119V y 120V.

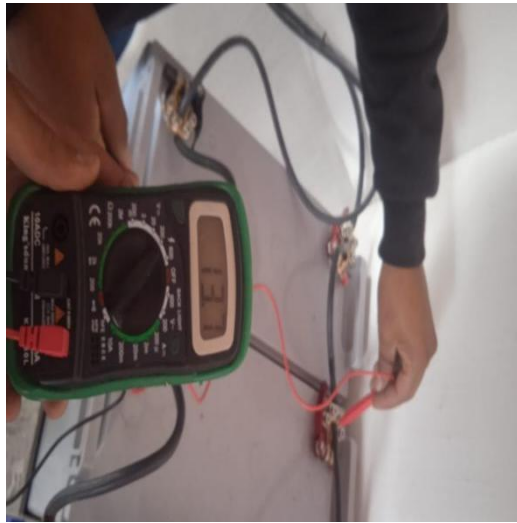


Figura 65 Medicion de voltaje
Autor: Propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- A partir del análisis detallado de las áreas del proyecto y la selección adecuada de luminarias, se logró garantizar un ambiente funcional y eficiente, optimizando el consumo energético y cumpliendo con las normativas vigentes en eficiencia y sostenibilidad..
- Se ha determinado que el sistema requerirá dos paneles solares de 535W en paralelo, con base en el análisis de las Horas Solares Pico (HSP) y el consumo energético. Este diseño garantiza un suministro eficiente de energía para la iluminación y otros dispositivos eléctricos del proyecto.
- El diseño del sistema de almacenamiento se realizó tomando en cuenta un cálculo detallado que asegura una autonomía adecuada y una profundidad de descarga óptima para extender la vida útil de las baterías. Según este análisis, se determinó que el sistema necesitaba dos baterías conectadas en paralelo. Esta configuración garantiza suficiente energía durante períodos de baja radiación solar, lo que permite que el sistema continúe funcionando sin interrupciones.
- Se optó por un inversor híbrido de 1 kW, que tiene la capacidad necesaria para gestionar tanto la potencia generada por los paneles solares como la energía almacenada en las baterías. Este inversor es crucial para convertir de manera eficiente la corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), lo que permite alimentar los equipos eléctricos de manera estable y segura.
- Para asegurar el rendimiento y la seguridad del sistema, se definieron criterios específicos para la elección del calibre de los cables. Estos criterios se basaron en tablas de referencia que ayudan a reducir las pérdidas de energía a lo largo del sistema. Además, se priorizó la seguridad al seleccionar cables capaces de manejar la corriente necesaria, evitando riesgos de

sobrecalentamiento o fallos en el sistema. Esto mejora la eficiencia global y minimiza las pérdidas de energía en el proceso.

Recomendaciones

- **Mejoras en la eficiencia energética:** Se recomienda explorar opciones de luminarias más eficientes, como las de tecnología LED de última generación, que ofrecen un consumo significativamente más bajo. Al incorporar estos dispositivos, no solo se reduce la demanda de energía, sino que también se mejora el rendimiento global del sistema fotovoltaico, al optimizar el uso de la energía generada.
- **Optimización de la capacidad del panel solar:** Para minimizar las pérdidas de energía y mejorar la autonomía del sistema, sería ideal considerar paneles solares con mayor eficiencia y mejor capacidad de conversión. Además, realizar un análisis detallado de las Horas Solares Pico (HSP) en la ubicación de la instalación permitirá un dimensionamiento más preciso de los paneles, maximizando la captación de energía durante las horas de mayor radiación solar.
- **Optimización del sistema de paneles solares:** Se sugiere evaluar la posibilidad de incorporar paneles solares con mejor eficiencia o ajustar su orientación e inclinación. Esta modificación contribuiría a maximizar la captación de energía solar, lo que resultaría en una reducción de las pérdidas de energía y un incremento en la eficiencia general del sistema. Una correcta alineación de los paneles es fundamental para obtener el máximo rendimiento.
- **Monitoreo y mantenimiento del banco de baterías:** Es esencial implementar un plan de mantenimiento regular para el banco de baterías con el fin de garantizar su funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo. Este plan debería enfocarse en evitar descargas profundas que puedan afectar el rendimiento y la vida útil de las baterías. Un monitoreo adecuado, junto con prácticas de mantenimiento preventivo, ayudará a prolongar la duración de las baterías y a mantener la eficiencia del sistema fotovoltaico.

➤ Uso de inversores con mayor capacidad de expansión, Se sugiere considerar un inversor con capacidad de expansión para futuras ampliaciones del sistema, lo que permitiría integrar más paneles solares o aumentar la capacidad de almacenamiento si la demanda energética crece.

➤ Verificación del cableado y conexiones: Antes de la instalación, se debe revisar que el calibre de los cables sea el adecuado para evitar caídas de tensión y sobrecalentamientos. Además, se recomienda utilizar conductores de alta calidad y con protección contra condiciones ambientales adversas.

BIBLIOGRAFIA

Establecer la bibliografía en Normas APA ultima versión

Li, L. (2023, 28 noviembre). Inversor centralizado introducción detallada - inversor string vs inversor centralizado - El mejor ion de litio. Los mejores proveedores de baterías de iones de litio | Fabricantes de baterías de iones de litio - TYCORUN ENERGY.

<https://www.takomabattery.com/es/centralizedinverter/#:~:text=El%20modo%20de%20inversor%20fotovoltaico%20centralizado%20consiste%20en,a%20continuaci%C3%B3n%20invertir%20y%20fusionar%20en%20la%20red.>

EcoFlow. (2024, 22 julio). ¿Qué es un inversor híbrido? ¿Cuáles son sus pros y contras?

EcoFlow Blog ES. <https://blog.ecoflow.com/es/inversor-hibrido/>

Solarama. (2022, 30 noviembre). Diferencias entre inversores on-grid y off-grid. Solarama

Paneles solares México. <https://solarama.mx/blog/inversores-on-grid-y-off-grid/>

Solar, P. E. C. (2022, 29 octubre). ⚡ Los 5 tipos de batería para una instalación fotovoltaica. El Consultor

Solar. <https://elconsultorsolar.com/tipos-de-bateria-paraunainstalacionfotovoltaica/>

Alonso, J. A. (2024, 10 octubre). Monocristalino vs Policristalino: Diferencias, pros y contras. SunFields | Expertos En Energía Fotovoltaica Para Ahorro Energético En España. [https://www.sfe-](https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/monocristalinovspolicristalinodiferencias-pros-y-contras/)

[solar.com/noticias/articulos/monocristalinovspolicristalinodiferencias-pros-y-contras/](https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/monocristalinovspolicristalinodiferencias-pros-y-contras/)

Factorenergia, E. T. E. (2023, 18 mayo). ¿Cuál es la diferencia entre paneles solares

monocristalinos y policristalinos? | factorenergia. Factorenergia.

<https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumoelectrico/panelessolaresmonocristalinos-y-policristalinos/>

Rivera, A. (2023, 20 noviembre). Paneles solares monocristalinos | Qué son y cómo se diferencian de los policristalinos. Futuro Electrico.

<https://futuroelectrico.com/panelessolares-monocristalinos/>

Alonso, J. A. (2024a, septiembre 12). ¿Cuáles son los tipos de inversores fotovoltaicos existen? SunFields | Expertos En Energía Fotovoltaica Para Ahorro Energético En España.

<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-inversores-fotovoltaicos/#Que-esuninversor-fotovoltaicoINVERSORES>

Leds Be Solar S.A de C.V. (2022, 17 diciembre). Panel Solar Monocristalino | Potencia de 320W | LEDSBESolar. LEDSBESolar. <https://www.ledsbesolar.com/producto/panel-solar-monocristalino-320w/>

Paneles solares 24V. (s. f.). https://www.aibitech.com/paneles-solares-24v_1305

EcoInventos. (2024a, julio 5). Diferencia entre paneles solares monocristalinos y policristalinos.

<https://ecoinventos.com/diferencia-paneles-solares-monocristalinos-policristalinos/>

colaboradores de Wikipedia. (2025, 22 febrero). Panel solar. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_solar

Baterías Online. (s. f.). ▷ Batería Exide EF1202 120Ah. <https://bateriasonline.com/es/baterias-de-arranque/bateria-exide-ef1202-120ah.html>

¿Qué calibre de cable se usa para panel solar? - Ignifugados CVC. (s. f.).

<https://www.ignifugadoscvc.es/que-calibre-de-cable-se-usa-para-panel-solar/>

MiPanelSolar. (2025, 27 febrero). ¿Qué calibre de cable se usa para panel solar?

<https://mipanel solar.com/blog/calibre-cable-panel-solar>. <https://mipanel solar.com/blog/calibre-cable-panel-solar>

Solarama. (2022a, septiembre 22). Conector mc4: ¿Qué es y por qué son esenciales en tus instalaciones? Solarama Paneles solares México. <https://solarama.mx/blog/conector-mc4/>

Anexos

Ficha tecnica del inversor,bateriasy paneles

POWEST®

POWEST
UPS Híbrida 1 kva



Los sistemas inteligentes de gestión de energía POWEST están equipados con un controlador MPPT que gestiona de manera eficiente la energía de sistemas de baterías, paneles solares, generadores eólicos y red eléctrica; logrando un sistema aislado sin cortes de luz, capaz de trabajar en 19 modos diferentes según la necesidad y la prioridad, equipado con un cargador inteligente que detecta el tipo de batería que se esté implementando.

- Señal de salida onda senoidal pura
- Capacidad de carga solar MPPT controlador
- Rango de tensión de entrada seleccionable para los electrodomésticos y ordenadores personales
- Selección de corriente para carga basado en aplicaciones
- Configurable AC / prioridad de entrada solar a través de ajuste de LCD
- Compatible con la tensión de red o de un generador
- Auto reinicio mientras que el AC se está recuperando
- Protección de sobrecarga y cortocircuito
- Diseño del cargador de batería inteligente, para un rendimiento optimizado de la batería
- Función de arranque en frío

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UPS HÍBRIDA	
Capacidad	1KVA 12V
Especificaciones de Entrada	
Topología de entrada	Monofásica
Voltaje nominal de entrada	120VAC
Cantidad de hilos	3 (Fase +Neutro +GND)
Voltaje permitido por el rectificador	95 -140 vac
Rango de frecuencia de entrada	50Hz a 60Hz (Detección Automática)
Limitación de corriente de entrada	150% sistema inversor y bypass
Conexión	Bornera
Especificaciones de Salida	
Topología de salida	Monofásica
Voltaje nominal de salida	120VAC
Factor de potencia de Salida	0,8
Potencia W	1000VA/800W
Tipo de onda de salida	Senoidal pura
Otros voltajes de salida configurables	110/120VAC
Tiempo de transferencia	10 / 20 ms
Cantidad de hilos	3 (Fase +Neutro+GND)
Regulación de voltaje	<+/-5%
Sobre tensión de energía	2 * Potencia Nominal por 5 Segundos
Frecuencia nominal de salida	50Hz/60Hz
Capacidad de sobrecarga	5s@150% de carga; 10s@110%-150% de carga.
Protecciones corto circuito	Modo línea: Fusible. Modo Batería: Circuito electrónico
Conexión	Bornera
Eficiencia	Modo Línea: 90%
Especificaciones de las Baterías	
Tipo de baterías	VRLA / GS / FT / OPz / GEL
Voltaje DC	12VDC
Especificaciones de Cargador Red	
Corriente	10/20 A
Voltaje de carga flotación	13.5VDC
Protección de sobre voltaje	15.5VDC
Especificaciones de Cargador Solar	
Potencia W	500W
Eficiencia	98%
Max PV VDC	102VDC
Rango de Operación PV MPPT	15-80 VDC
Min Voltaje de Batería para PV cargador	8.5VDC
Especificaciones Cargador Red y Solar	
Max Corriente de carga	80A
Configuración por defecto	40A
Especificaciones Físicas	
Dimensiones (Altura x Ancho x Profundo)	316 * 240 * 95 mm
Peso Neto Kg (Sin Baterías)	5.2 Kg.
Display LCD	Display LCD todos los parámetros
	Condiciones de la carga, capacidad de la Batería, alarmas visuales y audívas, Estado de operación del UPS (bypass, Línea, Baterías, Falla)
Conexión de Baterías Externa	Conector bornera
Interface	La UPS puede ser monitoreada por un PC, vía USB
Software	software Windows XP, Windows , Linux
Gabinete	Tipo pared (indoor) NEMA Tipo 1
Especificaciones Ambientales	
Humedad	5% - 85% sin condensación
Temperatura de Operación	0°C - 55°C
Temperatura de almacenamiento	0°C - 55°C

* Sujeto a modificaciones sin previo aviso, según requerimiento del cliente, según disponibilidad de inventario y/o bajo pedido del cliente. * Fotos de referencia, accesorios se venden por separado.

Specification

Nominal Voltage	12V
Number of cell	6
Nominal Capacity	120Ah@10hr-rate (12.0A to 1.80V/cell @25°C)
Weight	Approx.34.00Kg
Terminal	M8,Φ=16&18
Container Material	ABS (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.
Rated Capacity	123.0Ah 20hr-rate (6.15A to 1.80V/cell @25°C) 120.0Ah 10hr-rate (12.0A to 1.80V/cell @25°C) 103.0Ah 5hr-rate (20.6A to 1.75V/cell @25°C) 75.0Ah 1hr-rate (75.0A to 1.60V/cell @25°C)
Max. Discharge Current	600A(5sec)
Internal Resistance	Approx.3.4mΩ(Fully charged)
Operating Temp. Range	Discharge: -40°C~60°C Charge : -20°C~50°C Storage : -40°C~60°C
Cycle Use	Charging Current: ≤24.0A Voltage:14.2V~14.4V Temperature compensation:-30mV/°C
Standby Use	Charging Current:No limit Voltage:13.6V~13.8V Temperature compensation:-20mV/°C
Self-Discharge	less than 1% at 25°C
Design Life	15 years (floating charge)



Introduction

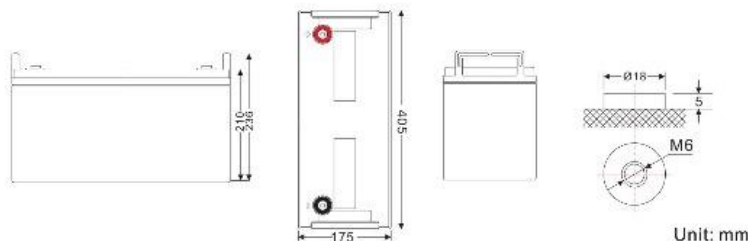
The NIMAC GEL-TECH batteries designed with 15+ years service life. The SOLID-GEL system can avoid corrosion and stratification. The special separator can properly prevent short-circuit. It can offer high deep discharge ability, super thermal stability, good recovery-ability after deep discharging. The deep discharge cycles of GEL-TECH batteries can be more than 30% compared with other normal AGM batteries.

Applications

- ♦ Auto control system & ATM machine
- ♦ Electronic apparatus and equipment
- ♦ Emergency light & Emergency backup power supply & Alarm/Security system
- ♦ Power generation system (solar and wind power system, etc.)
- ♦ Communication power & DC power
- ♦ Electric Power System (EPS)
- ♦ Uninterruptable Power System (UPS)
- ♦

Dimensions

Length	405±1mm (15.94 inches)
Width	175±1mm (6.89 inches)
Height	210±1mm (8.27 inches)
Total Height	236±1mm (9.29 inches)



Unit: mm

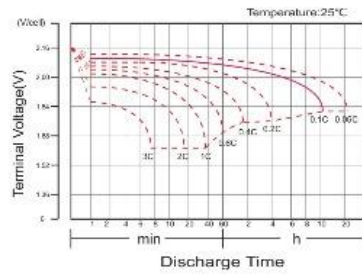
Constant Current Discharge Characteristics: A (25°C)

F. V/Time	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
1.60V/cell	408.70	292.90	213.10	133.80	75.61	43.17	30.36	25.13	21.16	14.60	12.58	6.65
1.65V/cell	397.80	278.70	208.70	131.60	75.26	42.84	30.25	25.01	21.04	14.49	12.46	6.53
1.70V/cell	374.90	268.80	205.50	130.40	74.57	42.52	30.01	24.89	20.91	14.37	12.34	6.41
1.75V/cell	336.60	248.10	195.60	127.10	73.87	42.19	29.90	24.66	20.66	14.25	12.21	6.29
1.80V/cell	303.80	226.20	180.30	121.60	72.12	41.44	29.08	24.08	20.29	14.01	12.09	6.17
1.85V/cell	264.50	202.20	161.70	113.90	68.52	39.60	27.80	22.92	19.42	13.42	11.73	5.81

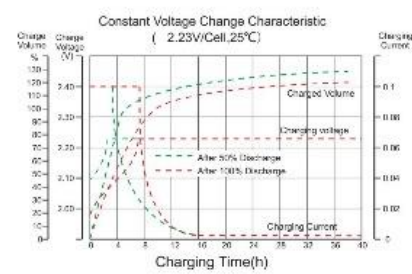
Constant Power Discharge Characteristics: W (25°C)

F. V/Time	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
1.60V/cell	3893.00	3558.00	2620.00	1887.00	1081.00	620.70	438.00	362.90	306.20	211.80	176.80	93.38
1.65V/cell	3813.00	2719.00	2052.00	1491.00	860.60	494.60	349.70	289.70	243.50	168.80	140.00	73.98
1.70V/cell	3600.00	2628.00	2025.00	1473.00	854.30	490.10	347.60	288.30	242.70	167.30	139.20	73.25
1.75V/cell	3241.00	2429.00	1930.00	1440.00	845.90	485.50	345.50	286.20	240.50	165.90	137.80	72.53
1.80V/cell	2916.00	2205.00	1774.00	1374.00	825.00	478.40	337.10	278.50	236.70	162.40	136.30	71.80
1.85V/cell	2517.00	1958.00	1584.00	1288.00	781.70	456.30	320.40	265.20	224.80	156.70	132.00	68.90

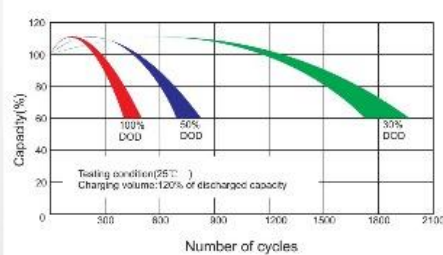
Discharge Characteristics Curve



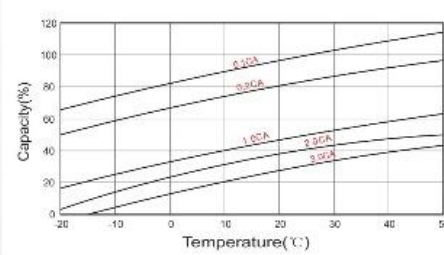
Charging Characteristics Curve



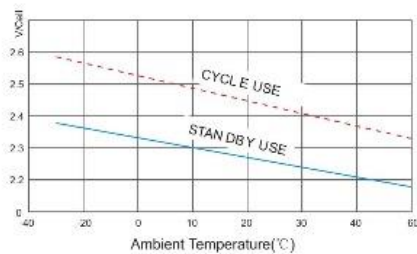
Cycle life in relation to depth of Discharge



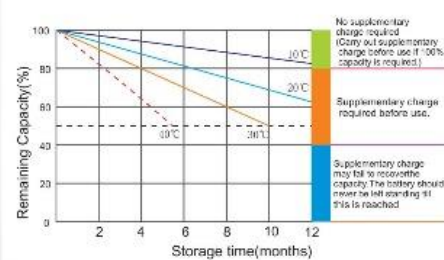
Temperature effects on Capacity



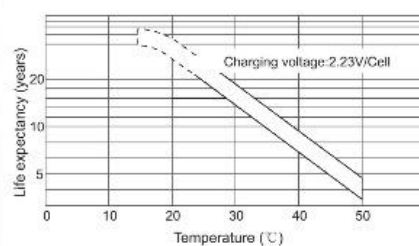
Relationship between charging voltage and temperature



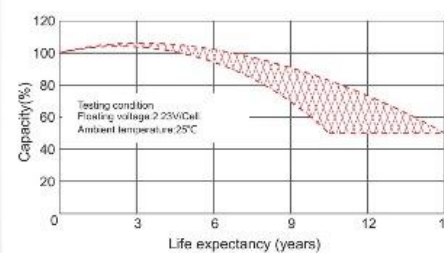
Self-discharge Characteristics



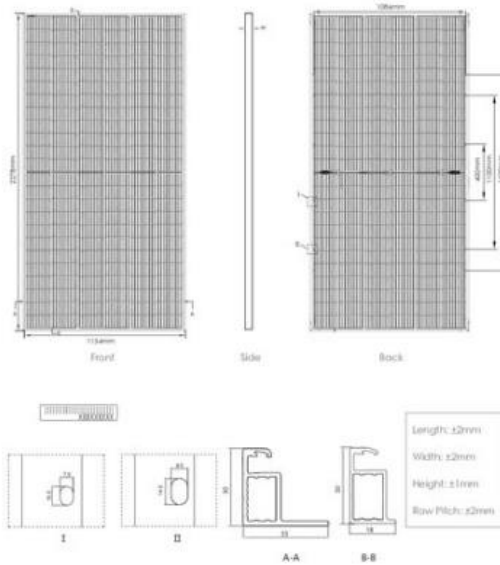
Temperature effects on Float life



Life Characteristics of Standby use



Engineering Drawings



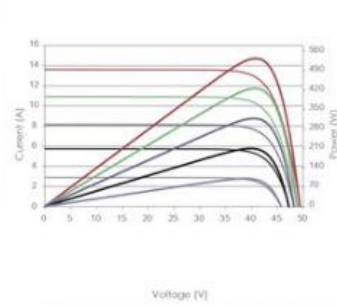
Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

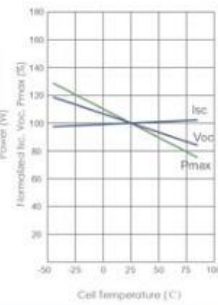
36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (5-60W)



Temperature Dependence of Isc, Voc, Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×30mm (89.69×44.65×1.18 inch)
Weight	32 kg (70.55 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM535M-72HL4-BDVP		JKM540M-72HL4-BDVP		JKM545M-72HL4-BDVP		JKM550M-72HL4-BDVP		JKM555M-72HL4-BDVP	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp	555Wp	413Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.94V	37.94V	41.13V	38.08V	41.32V	38.25V	41.51V	38.42V	41.70V	38.59V
Maximum Power Current (Imp)	13.07A	10.49A	13.13A	10.55A	13.19A	10.60A	13.25A	10.65A	13.31A	10.70A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.54V	46.76V	49.73V	46.94V	49.92V	47.12V	50.11V	47.30V	50.30V	47.48V
Short-circuit Current (Isc)	13.83A	11.17A	13.89A	11.22A	13.95A	11.27A	14.01A	11.32A	14.07A	11.36A
Module Efficiency STC (%)	20.71%		20.90%		21.10%		21.29%		21.48%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		562Wp	567Wp	572Wp	578Wp	583Wp
5%	Maximum Power (Pmax)	562Wp	567Wp	572Wp	578Wp	583Wp
	Module Efficiency STC (%)	21.76%	21.95%	22.15%	22.36%	22.56%
15%	Maximum Power (Pmax)	615Wp	621Wp	627Wp	633Wp	638Wp
	Module Efficiency STC (%)	23.81%	24.04%	24.26%	24.48%	24.71%
25%	Maximum Power (Pmax)	669Wp	675Wp	681Wp	688Wp	694Wp
	Module Efficiency STC (%)	25.90%	26.13%	26.37%	26.61%	26.86%

*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

PVSYST



Version 7.4.8

PVsyst - Simulation report

Standalone system

Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

Standalone system with batteries

System power: 1070 Wp

Amaguaña - Ecuador

| Author



Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

Project summary

Project summary			
Geographical Site		Situation	
Amaguaña		Latitude	-0.38 °S
Ecuador		Longitude	-78.50 °W
		Altitude	2562 m
		Time zone	UTC-5
Weather data		Project settings	
Amaguaña		Albedo	0.20
NASA-SSE satellite data 1983-2005 - Sintético			

System summary

System summary			
Standalone system		Standalone system with batteries	
PV Field Orientation		User's needs	
Fixed plane		Daily household consumers	
Tilt/Azimuth	15 / 0 °	Constant over the year	
		Average	2.2 kWh/Day
System information			
PV Array		Battery pack	
Nb. of modules	2 units	Technology	Lead-acid, sealed, Gel
Pnom total	1070 Wp	Nb. of units	2 units
		Voltage	12 V
		Capacity	300 Ah

Results summary

Useful energy from solar	711.79 kWh/year	Specific production	665 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	43.51 %
Missing Energy	85.37 kWh/year	Available solar energy	1319.99 kWh/year	Solar Fraction SF	89.47 %
Excess (unused)	527.46 kWh/year				

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	5
Main results	6
Loss diagram	7
Predef. graphs	8



Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

General parameters

Standalone system

PV Field Orientation

Orientation
Fixed plane
Tilt/Azimuth 15 / 0 °

User's needs

Daily household consumers
Constant over the year
Average 2.2 kWh/Day

Standalone system with batteries

Sheds configuration
No 3D scene defined

Models used

Transposition Perez
Diffuse Perez, Meteorom
Circumsolar separate

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Jinkosolar
Model JKM-535M-72HL4-TV
(Original PVsyst database)
Unit Nom. Power 535 Wp
Number of PV modules 2 units
Nominal (STC) 1070 Wp
Modules 2 string x 1 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 976 Wp
U mpp 37 V
I mpp 26 A

Controller

Universal controller
Technology DC-DC converter
Temp coeff. -5.0 mV/°C/Elem.

Converter

Maxi and EURO efficiencies 97.0 / 95.0 %
DC Input voltage 38.0 V

Total PV power

Nominal (STC) 1.07 kWp
Total 2 modules
Module area 5.2 m²

Battery

Manufacturer Narada
Model MPG 12V 150 F
Technology Lead-acid, sealed, Gel
Nb. of units 2 in parallel
Discharging min. SOC 20.0 %
Stored energy 3.0 kWh

Battery Pack Characteristics

Voltage 12 V
Nominal Capacity 300 Ah (C10)
Temperature Fixed 20 °C

Battery Management control

Threshold commands as SOC calculation
Charging SOC = 0.90 / 0.75
approx. 13.6 / 12.7 V
Discharging SOC = 0.20 / 0.45
approx. 11.8 / 12.3 V

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 3.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance
Uc (const) 20.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 23 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V
Loss Fraction 1.7 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 0.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %



PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, $n(\text{glass})=1.526$, $n(\text{AR})=1.290$

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



Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

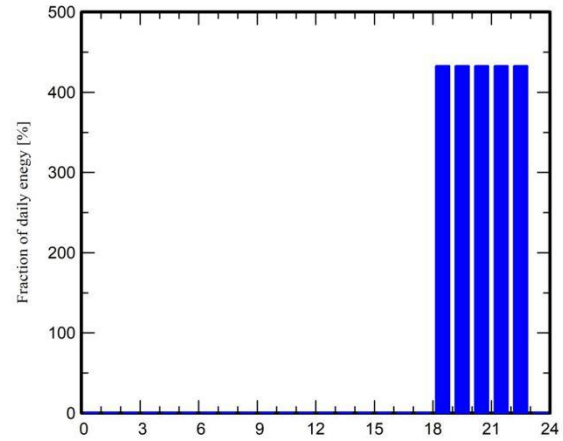
Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 2.2 kWh/day

Annual values

	Nb.	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	24	18/lamp	5.0	2160
Consumidores en espera			24.0, 7days/7	24
Total daily energy				2184

Hourly distribution





Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

Main results

System Production

Useful energy from solar 711.79 kWh/year
Available solar energy 1319.99 kWh/year
Excess (unused) 527.46 kWh/year

Perf. Ratio PR 43.51 %
Solar Fraction SF 89.47 %

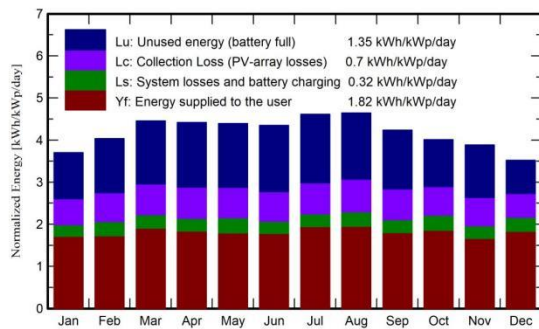
Loss of Load

Time Fraction 0.4 %
Missing Energy 85.37 kWh/year

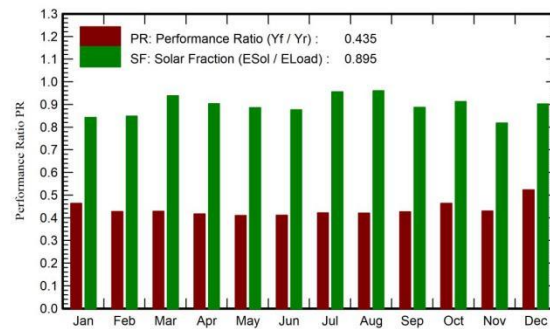
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 77.9 %
Static SOW 91.7 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	128.3	107.1	98.6	36.29	10.75	56.95	67.70	0.842
February	121.8	106.1	97.0	38.53	9.41	51.74	61.15	0.848
March	141.0	130.2	120.1	49.55	4.32	63.38	67.70	0.938
April	129.9	125.3	114.5	49.25	6.45	59.07	65.52	0.903
May	127.7	129.2	118.0	50.33	8.01	59.69	67.70	0.885
June	120.6	123.6	113.3	50.23	8.15	57.37	65.52	0.877
July	132.4	135.7	125.0	53.90	3.13	64.58	67.70	0.955
August	138.3	136.5	124.8	52.21	2.87	64.83	67.70	0.960
September	128.1	120.0	108.8	44.60	7.57	57.95	65.52	0.887
October	131.4	116.9	106.4	36.82	6.03	61.68	67.70	0.913
November	129.0	109.1	99.3	39.82	11.98	53.54	65.52	0.818
December	123.4	101.7	94.0	25.93	6.70	61.01	67.70	0.902
Year	1552.0	1441.5	1320.0	527.46	85.37	711.79	797.16	0.895

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
E_Avail Available Solar Energy
EUnused Unused energy (battery full)
E_Miss Missing energy

E_User Energy supplied to the user
E_Load Energy need of the user (Load)
SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)



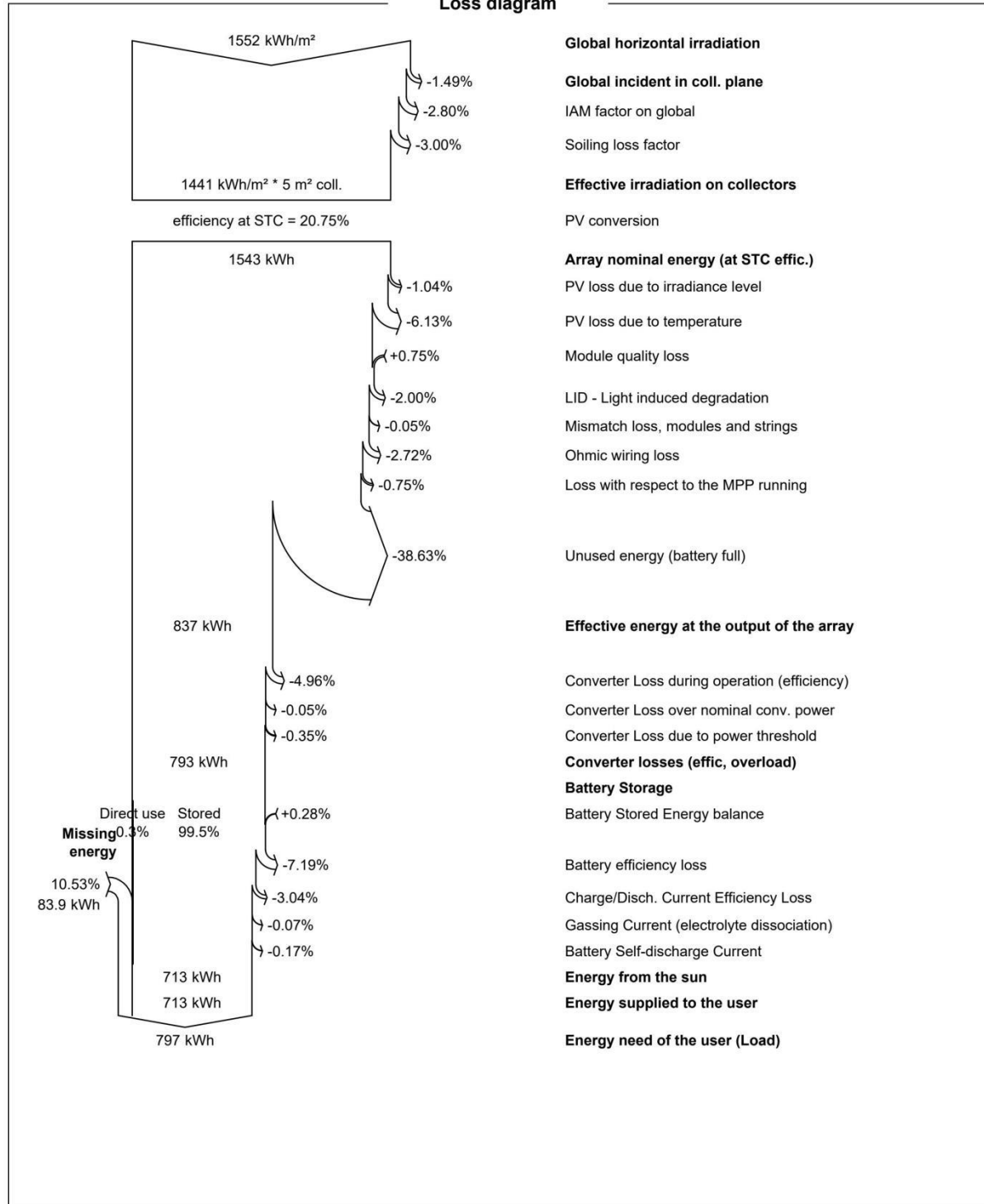
Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

Loss diagram





PVsyst V7.4.8

VC2, Simulation date:
16/03/25 20:44
with V7.4.8

Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria

