

Pregrado

**Carrera: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO
ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Asignatura (UIC): PROYECTO DE INTEGRACION
CURRICULAR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

**Título en: Tecnólogo Universitario en Gestión del
mantenimiento eléctrico y eficiencia energética**

**Tema: Ampliacion del sistema fotovoltaico de respaldo
para incremento de potencia de generacion y la
autonomia energia de la fundacion redimir.**

**Autores:Cuichan Bravo Edison Wladimir
Gualotuña Quinga Maicol Estiven
Tonato Vargas Luis Adrian
Tutor:Astudillo Cortez Vicente Paul**

Fecha: 28 de Agosto 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: Cuichan Bravo Edison Wladimir

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: edisonw.cuichan@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: Vicente Paul Astudillo Cortez

Título: Ingeniero en Electronica en Control y Redes

Industriales, Magister en Electricidad mencion Sistemas
electricos de Potencia

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: paul.astudillo@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

Cuichan Bravo Edison Wladimir

Tonato Vargas Luis Adrian

Gualotuña Quinga Maicol Stiven

AMPLIACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE RESPALDO PARA INCREMENTO
DE POTENCIA DE GENERACION Y LA AUTONOMIA ENERGIA DE LA FUNDACION
REDIMIR

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.3

Sangolquí, 25 de agosto 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, **EDISON WLADIMIR CUICHAN BRAVO** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **AMPLIACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE RESPALDO PARA EL INCREMENTO DE POTENCIA DE GENERACIÓN Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DE LA FUNDACIÓN REDIMIR**, de la Tecnología Superior Universitaria **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**; 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,



Edison Wladimir Cuichan Bravo
C.I: 172812030-2

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-2-2.3

Sangolquí, 25 de Agosto 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 **AMPLIACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE POTENCIA DE GENERACIÓN Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DE LA FUNDACIÓN REDINIR de la Tecnología Superior Universitaria GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**; 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,

(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-2-2.3

Sangolquí, 25 de Agosto 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 **AMPLIACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE POTENCIA DE GENERACIÓN Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA DE LA FUNDACIÓN REDINIR** de la Tecnología Superior Universitaria **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**; 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 Tonato)

C.I.: 0504751074

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 UNIVERSITARIA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTOR /ES:

EDISON WLADIMIR CUICHAN BRAVO
MAICOL ESTIVEN GUALOTUÑA QUINGA
LUIS ADRIAN TONATO VARGAS

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):
VICENTE PAUL ASTUDILLO CORTEZ

CONTACTO ESTUDIANTE:

0939515534
0979532539
0995853463

CORREO ELECTRÓNICO:

edisonw.cuichan@ister.edu.ec
maicol.gualotuña@ister.edu.ec
luis.tonato@ister.edu.ec

TEMA:

AMPLIACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE RESPALDO PARA INCREMENTO DE POTENCIA DE GENERACION Y LA AUTONOMIA ENERGIA DE LA FUNDACION REDIMIR.

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACION

RESUMEN EN ESPAÑOL:

El aprovechamiento de fuentes de energía renovable se ha consolidado como una estrategia clave para reducir 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 incrementar la autonomía del sistema previamente instalado, pasando de 6 a 20 horas de funcionamiento continuo. Esta mejora se orientó principalmente a garantizar la iluminación de la cocina, la sala, el taller y el baño, favoreciendo un uso más eficiente de la energía y reduciendo los costos de consumo eléctrico.

La ampliación del sistema energético incluyó la instalación de una batería adicional, el rediseño de la base de soporte, la optimización del cableado y la implementación de protecciones eléctricas adecuadas. Durante el proceso se priorizó la seguridad, el orden y la durabilidad de la instalación, seleccionando materiales de alta resistencia y adaptados a las condiciones de operación.

Las pruebas funcionales, realizadas en modo autónomo, confirmaron que el sistema es capaz de operar sin conexión a la red eléctrica ni a los paneles solares por un periodo de tiempo acorde a los cálculos teóricos. Además, se verificó que el dimensionamiento eléctrico y los elementos de protección cumplen con las exigencias de seguridad, evitando riesgos por sobrecalentamiento o fallas eléctricas.

Gracias a la incorporación de la batería adicional, se incrementó la capacidad de almacenamiento y la autonomía operativa, mejorando la resiliencia frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico y garantizando un respaldo confiable para la carga conectada.

PALABRAS CLAVE:

Energía renovable, Sobrecalentamiento, Fotovoltaico, Autonomía, Resistencia.

ABSTRACT:

The use of renewable energy sources has solidified as a key strategy to reduce dependence on conventional systems and mitigate environmental impact.

The project was implemented 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 increasing the autonomy of the previously installed system, moving from 6 to 20 hours of continuous operation. This improvement was mainly aimed at ensuring the lighting of the kitchen, the living room, the workshop, and the bathroom, promoting a more efficient use of energy and reducing electricity consumption costs.

The expansion of the energy system included the installation of an additional battery, the redesign of the support base, the optimization of the wiring, and the implementation of suitable electrical protections. During the process, safety, order, and durability of the installation were prioritized, selecting high-resistance materials adapted to the operating conditions.

Functional tests, conducted in autonomous mode, confirmed that the system is capable of operating without connection to the power grid or solar panels for a period consistent with theoretical calculations.

Additionally, it was verified that the electrical sizing and protection elements meet safety requirements, preventing risks from overheating or electrical failures. Thanks to the addition of the extra battery, the storage capacity and operational autonomy were increased, enhancing resilience against potential interruptions in the power supply and ensuring a reliable backup for the connected load.

PALABRAS CLAVE:

Renewable energy, Overheating, Photovoltaic, Autonomy, Resistance.



Firma del Estudiante
Edison Wladimir Cuichan
C.I.: 1728120302



Firma del Estudiante
Maicol Estiven Gualotuña
C.I.: 1728662675



Firma del Estudiante
Luis Adrian Tonato
C.I.: 0504751074

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**

Sangolqui, 25 de agosto del 2025

Sres.-

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

Yo **EDISON WLADIMIR CUICHAN BRAVO**, con C.I.: **172812030-2** alumno de la Carrera **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**, 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
Edison Cuichan
C.I.:171812030-2

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, 25 de Agosto 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 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, 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



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 25 de Agosto 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 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA, 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
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
📞📧🌐 www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

Agradecimiento:

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. Vicente Paul Astudillo Cortez, 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 consolidado como una estrategia clave para disminuir la dependencia de sistemas convencionales y reducir el impacto ambiental, motivo por el cual se ejecutó un proyecto en la parroquia Amaguaña, específicamente en la Fundación Redimir, organización dedicada a brindar apoyo a personas con problemas de adicción y otras dificultades. En este contexto, se implementó un sistema solar fotovoltaico con el objetivo de aumentar la autonomía del sistema previamente instalado, logrando pasar de 6 a 20 horas de funcionamiento continuo para garantizar la iluminación de la cocina, sala, taller y baño, optimizando así el uso de la energía y reduciendo los costos de consumo eléctrico. La ampliación contempló la incorporación de una batería adicional, el rediseño de la base de soporte, la optimización del cableado y la inclusión de protecciones eléctricas, priorizando en todo momento la seguridad, el orden y la durabilidad de la instalación mediante el uso de materiales de alta resistencia adaptados a las condiciones de operación. Las pruebas realizadas en modo autónomo confirmaron la capacidad del sistema para operar sin conexión a la red eléctrica ni a los paneles solares durante un tiempo acorde a lo calculado, verificando además que el dimensionamiento eléctrico y los elementos de protección cumplen con las normas de seguridad, evitando riesgos de sobrecalentamiento o fallas. Con la integración de la batería adicional se incrementó la capacidad de almacenamiento y la autonomía operativa, lo que fortalece la resiliencia del sistema frente a interrupciones en el suministro eléctrico y asegura un respaldo confiable para las cargas conectadas.

Palabras claves

Energía renovable

Impacto ambiental

Sistema solar fotovoltaico

Abstract

The utilization of renewable energy sources has become a key strategy to reduce dependence on conventional systems and lessen environmental impact, which is why a project was executed in the Amaguaña parish, specifically at the Redimir Foundation, an organization dedicated to supporting people with addiction problems and other difficulties. In this context, a photovoltaic solar system was implemented with the goal of increasing the autonomy of the previously installed system, achieving an increase from 6 to 20 hours of continuous operation to ensure lighting for the kitchen, living room, workshop, and bathroom, thereby optimizing energy use and reducing electricity consumption costs. The expansion included the addition of an extra battery, the redesign of the support base, the optimization of the wiring, and the inclusion of electrical protections, prioritizing safety, order, and durability of the installation through the use of high-strength materials adapted to operating conditions at all times. The tests conducted in autonomous mode confirmed the system's ability to operate without connection to the electrical grid or solar panels for a time consistent with calculations, also verifying that the electrical sizing and protective elements comply with safety standards, preventing risks of overheating or failures. With the integration of the additional battery, the storage capacity and operational autonomy were increased, which enhances the system's resilience against interruptions in power supply and ensures reliable backup for the connected loads.

Keywords

Renewable energy

Environmental impact

Photovoltaic solar syst

Índice de Contenido

Todos los derechos reservados.	ii
Agradecimiento:	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del problema	1
Objetivo general	5
CAPITULO I	7
MARCO TEÓRICO	7
1.1 Antecedentes	7
1.1.1 Análisis Introductorio de un Sistema Fotovoltaico	8
1.1.2 Componentes Principales de un Sistema Fotovoltaico	9
1.1.4 Funcionamiento de los Paneles Solares	10
1.1.5 Paneles Solares Monocristalinos:	10
1.1.6 Paneles Solares Policristalinos	12
1.1.7 Diferencia entre paneles solares policristalino y monocristalino	13
1.2.1 Inversores	14
1.2.2 Tipo de inversores	14
1.2.3 Inversores de Inyección a Red (Grid-Tie Inverters)	16
1.2.4 Inversores off-grid (inversores desconectados de la red)	17
1.3.1 Baterías	18
1.3.2 Principales tipos de baterías:	18
1.4.1 Puesta a tierra	20

1.4.2 Funcionamiento:	20
1.4.3 Beneficios principales:	21
CAPÍTULO II	22
METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO	22
2.1 Tipo de investigación	22
2.1.2 Diseño de investigación	22
2.1.3 Instrumentos y materiales utilizados	22
2.1.4 Procedimiento de investigación	23
2.1.5 Estado actual de la instalación	23
2.1.6 Diagrama unifilar	26
2.1.7 Cuadro de cargas de las 4 áreas	27
2.1.8 Diseño	28
2.1.8.1 Ecuación carga diaria del sistema fotovoltaico	28
2.1.9 Ecuación para determinar perdidas	29
2.2.1 Calculo de las horas pico solar	30
2.2.2 Cálculos de los paneles	32
2.2.3 Calculo de las baterías	34
2.2.4 Tiempo de carga del batería	36
2.2.5 Calculo del conductor de baterías	37
2.2.6 Calculo de protección de las baterías	39
2.2.7 Descripción de cómo va a quedar el proyecto con los nuevos dimensiones	40
2.2.8 Rediseño del diagrama unifilar	40
CAPITULO III	42
DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO	42
3.1 Introducción a la Fase de Implementación	42

3.1.2 Materiales que se utilizarron en la implementacion	42
3.1.3 Procedimientos de Seguridad y Adecuación Técnica Antes de la Instalación	43
3.1.4 Proceso de implementacion	45
3.1.4.1 Instalación de la nueva base de soporte	45
3.1.5 Sustitución y tendido del nuevo cableado	46
3.1.6 Incorporación de la batería adicional.	47
3.1.7 Etapa de Pruebas del Sistema.	47
3.1.8 Prueba en modo autónomo	48
3.1.9 Verificación de Seguridad y Funcionamiento General	49
CAPITULO IV	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
4.1 Conclusiones	51
4.1.2 Recomendaciones	52
Referencias Bibliográficas	53
Anexos	57

Índice de Figuras

Figura 1 Panel monocristalino.....	13
Figura 2 Panel policristalino	14
Figura 3 Diferencias entre policristalino y monocristalino.....	15
Figura 4 Inversor de string de 8Kw.....	17
Figura 5 Inversor grid de 25kw.....	18
Figura 6 Inversor off-grid con regulador de carga PWN.....	19
Figura 7 Batería de litio.....	21
Figura 8 Baterías estacionarias.....	21
Figura 9 Batería de gel.....	22
Figura 10 Batería de plomo.....	22
Figura 11 Batería AGM.....	22
Figura 12 Sistema de puesta a tierra SPT.....	23
Figura 13 Plano eléctrico de la fundación Redimir.....	26
Figura 14 Diagrama unifilar.....	28
Figura 15 Simulación en horas pico solar Pvayst.....	33
Figura 16 Panel solar.....	34
Figura 17 Batería range ciclo profundo.....	37
Figura 18 Tabla de cables en mm.....	45
Figura 19 Rediseño del diagrama unifilar.....	45
Figura 20 Desmontaje del inversor.....	48
Figura 21 Desmontaje de la estructura de las baterías.....	48
Figura 22 Retiro del cableado antiguo.....	48
Figura 23 Nueva estructura.....	50

Figura 24 Nueva estructura..... 51

Figura 25 Incorporación de la nueva batería.....52

Figura 26 Mediciones.....52

Figura 27 El comportamiento del inversor ante diferentes cargas..... 53

Figura 28 La estabilidad voltaje de salida.....53

Figura 29 Resultado final..... 54

Índice de Tablas

Tabla 1 Cuadro de cargas de 4 áreas.....	29
Tabla 2 Características del panel solar.....	35
Tabla 3 Tabla de datos de la batería.....	37
Tabla 4 Datos para calcular las horas de carga.....	39
Tabla 5 Conductividad eléctrica de diferentes materiales.....	40
Tabla 6 Resultado del diseño.....	44
Tabla 7 Materiales utilizados.....	5

INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

El diseño de un sistema fotovoltaico en la Fundación REDIMIR es una respuesta necesaria 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.

La Fundación REDIMIR, dedicada a brindar apoyo y rehabilitación a personas en proceso de recuperación del alcoholismo, enfrenta un desafío significativo en su capacidad para proporcionar servicios de calidad debido a los frecuentes cortes de energía y fluctuaciones de voltaje. Estos cortes afectan directamente la realización de actividades esenciales para el bienestar y la recuperación de los residentes, generando un ambiente de incertidumbre y estrés.

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.

El sistema de demanda actual no cumple con lo esperado ya que se incrementó el consumo energético en la ampliación de un cuarto extra en la Fundación Redimir, donde depende el consumo de la red eléctrica para cumplir con las necesidades, no es el propósito de depender el consumo de la red eléctrica, se puede venir nuevamente los apagones, los problemas más usuales son las actividades, terapias, talleres entre otras actividades dependen mucho de energía eléctrica entre otros daños como el inversor, las baterías entre otros componentes se pueden dañar.

Alcance y resultados esperados

Esta mejora es optimizar la eficiencia en la generación de energía y ampliar la autonomía del sistema fotovoltaico en las áreas previamente establecidas del proyecto original, específicamente el baño, la cocina, la sala y el taller. Para ello, se propone una modificación que consiste en la incorporación de nuevos elementos para mejorar la autonomía del sistema fotovoltaico. Esta ampliación permitirá reforzar la capacidad de suministro energético y asegurar un funcionamiento más estable y continuo en los espacios mencionados.

La implementación de estos elementos permitirá:

- Elevar la capacidad de producción energética diaria.
- Efectuar los cálculos necesarios para asegurar la autonomía operativa del sistema.
- Elaborar nuevos planos eléctricos que reemplacen a los existentes, adaptándolos a las nuevas condiciones.

Diseñar nuevos diagramas unifilares, considerando la actualización en los sistemas de protección.

- Modernizar los sistemas de protección y control, garantizando así una operación más segura y eficiente.
- Mejorar la autonomía del sistema, proporcionando energía durante más horas, incluso en condiciones de baja radiación solar.
- Fortalecer la estabilidad del suministro eléctrico, especialmente ante picos de demanda.

Para llevar a cabo esta mejora, se requerirán los siguientes recursos:

- Una estructura de soporte para el nuevo panel, diseñada para asegurar una correcta orientación y ángulo de inclinación.
- Un bastidor o base para la nueva batería, que garantice seguridad y ventilación adecuadas.
- Cables, conectores y elementos de protección adicionales para integrar los nuevos componentes al sistema existente.
- Revisión y posible ajuste del inversor y el controlador de carga, asegurando su compatibilidad con la ampliación.

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 del panel solar y la batería 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 e instalado.
- 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.

Objetivo general

Ampliar el sistema fotovoltaico existente de la Fundación Redimir mediante la incorporación de nuevos elementos con el fin de aumentar la autonomía del sistema.

Objetivos específicos

- Calcular la demanda actual de la fundación para verificar la posible mejora.
- Diseñar el nuevo sistema fotovoltaico en base a las necesidades encontradas.
- Implementar la ampliación del sistema fotovoltaico junto con todas las conexiones necesarias.
- Actualizar los sistemas de protección y control para una operación segura y eficiente.
- Realizar pruebas y mediciones para asegurar que el sistema ampliado cumpla con los estándares de autonomía y capacidad esperados.

Justificacion

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 su ampliación del sistema fotovoltaico 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 una 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 la 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.

Para la comunidad este proyecto es muy importante ya que ayudaría al desarrollo de poder depender de un sistema fotovoltaico óptimo en su ampliación de la Fundación Redimir, la utilización de 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 de su incrementación de potencia de un Sistema fotovoltaico que no sólo ayuda a reducir el consumo energético, sino que también que además ofrece mayor durabilidad y mayor variedad su mantenimiento puede provocar esto.

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.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

El presente proyecto técnico según el autor (Velasategui, 2022) en su proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA EN ZONA RURAL DONDE NO LLEGA EL TENDIDO ELÉCTRICO SITUADO EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL - COMUNIDAD MASA 2” Su desarrollo del proyecto técnico se enfocó en la necesidad de generación de energía eléctrica mediante un sistema de respaldo fotovoltaico, se buscó la solución de un ahorro de energía eléctrico y ambiental de la empresa de TELCONET. Su enfoque del proyecto se encarga de recolectar mediante la radiación solar, se basa a través de un panel solar mediante un almacenamiento de baterías, se necesita un inversor de corriente continua el corriente alterna donde se convertirá para poder alimentar equipos de baja tensión y las luminarias del departamento. Este sistema puede controlar y monitorear de un PLC, de un apantalla táctil de iluminación. Su alcance del proyecto es poder controlar de posicionamiento automático, permitiendo que la radiación solar mediante un panel fotovoltaico durante el día. LDRs se capta de luz solar por medio del PLC.

Según (Masapanta, 2019) en su proyecto “DISEÑO DE SUS COMPONENTES DE UNA FUENTE RENOVABLE DE UN SISTEMA DE RESPALDO FOTOVOLTAICO RENOVABLE SU ENFOCO FUE LOS EVENTOS DE CORTE DE SUMINISTRO DE LA RED ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN MULTISERVICIO DE TELECOMUNICACIONES UBICADO EN CHIRIBOGA-SANTO DOMINGO.” Su finalidad del proyecto es la confiabilidad de diseño y de cálculos o el estudio de carga de la estación multiservicio de Telecomunicaciones de la red eléctrica. su problema se enfocó de la pandemia del COVID-19. Don el internet fue crucial para cubrir las necesidades de educación o de trabajo entre varios

problemas. Su implementación es el diseño de nodos en la parte de suministrar de la red eléctrica es un recurso de alimentación, donde no se puede dejar sin servicio de telecomunicaciones del sistema de respaldo.

El presente proyecto se enfoca según el autor (Salazar Tandayamo, 2021) de su tema titulado como “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICO PARA CÁMARAS DE VIDEO VIGILANCIA PTZ PARA LA PARROQUIA DE PIFO.” Su enfoque fue la seguridad y vigilancia en la parroquia de PIFO mediante el uso del sistema de respaldo fotovoltaico de energías renovables, el estudio técnico se realizó con documentaciones. Su importancia de implementar el proyecto es poder brindar la seguridad de la comunidad de un sistema de video vigilancia en la empresa de Quito (E.E.Q). su mitología de respaldo de alimentación de cámaras de seguridad mediante el uso de normativas vigentes, en las zonas críticas y técnicas en la base de la información de GAD de PIFO, en los lugares estratégicos en la colocación del sistema de conjunto de seguridad.

1.1.1 Análisis Introductorio de un Sistema Fotovoltáico

Los sistemas solares fotovoltaicos 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. (Faruk Rico, 2019).

1.1.2 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

1.1.3 Paneles solares

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. (Shaker et al, 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. (Dada & Popoola, 2023).

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. (Dada & Popoola, 2023).

1.1.4 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 (Shaker et al, 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. (Shaik et al, 2023).

1.1.5 Paneles Solares 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. (Shaker et al, 2024).

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. (Shaker et al, 2024).

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. (Shaker et al, 2024).

1.1.6 Paneles Solares 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. (Dada & Popoola, 2023).

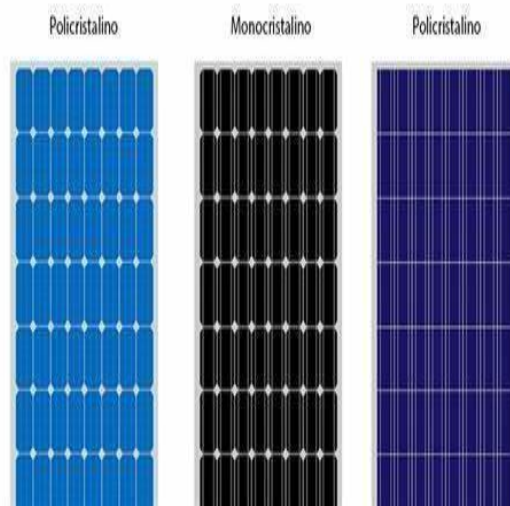
Una de las características únicas de los paneles policristalinos es su proceso de fabricación respetuoso con el medio ambiente, ya que producen menos residuos y aprovechan mejor el silicio durante la producción. Además, es más pequeño y más fácil de producir que el monocristalino. Sin embargo, su capacidad 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. (Dada & Popoola, 2023).

1.1.7 Diferencia entre paneles solares policristalino y monocristalino

Figura 3

Diferencia entre policristalino y monocristalino



Fuente: (EcoInventos, 2024)

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. (Factorenergia, 2023).

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)

1.2.1 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. (Dimitriou et al, 2024).

1.2.2 Tipo de inversores

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) (Deline et al, 2022).

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. (Deline et al, 2022).

Aplicaciones:

Instalaciones residenciales y comerciales de tamaño pequeño a mediano.

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

Figura 5

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. (Cao, 2024).

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. (Cao, 2024)

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.

Inyección a la red: En ciertas situaciones, la inyección a la red puede estar limitada por las normativas locales. (Sailaja, 2025).

1.2.4 Inversores off-grid (inversores desconectados de la red)

Figura 6
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 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. (Sailaja, 2025).

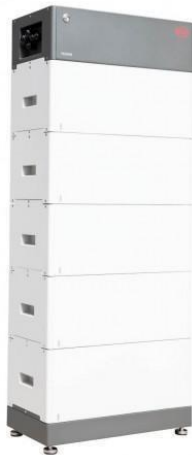
1.3.1 Baterías

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)

1.3.2 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 7
Batería 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 8
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 9
Batería 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 10
batería 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 11
Batería AGM



Fuente: (Solar, 2022)

1.4.1 Puesta a tierra

Figura 12
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).

1.4.2 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. (Viloria, 2020).

1.4.3 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. (Viloria, 2020)

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL PROYECTO TECNICO

2.1 Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se apoya en datos numéricos obtenidos a través de cálculos eléctricos, registros técnicos del sistema existente y análisis del consumo de energía. Con esta información, se pretende comprobar si la ampliación del sistema fotovoltaico permitirá alcanzar una mayor capacidad de generación y más horas de autonomía para la Fundación Redimir.

2.1.2 Diseño de investigación

Este trabajo se basa en un diseño descriptivo y técnico, ya que se busca revisar el funcionamiento actual del sistema solar mediante cálculos eléctricos, con el fin de describir sus condiciones reales y definir si es posible o no realizar una ampliación eficiente. A través de este diseño, se verificará si los componentes existentes son compatibles con los nuevos requerimientos de energía.

2.1.3 Instrumentos y materiales utilizados

Para el desarrollo del análisis se utilizarán herramientas de medición como multímetros digitales para comprobar parámetros eléctricos. Además, se consultarán fichas técnicas de los equipos instalados (paneles solares, baterías, inversores, controladores) con el fin de revisar sus características. También se hará uso de hojas de cálculo (como Excel) para procesar la información y realizar los cálculos correspondientes. Si se considera necesario, se podría usar un simulador eléctrico para validar los resultados teóricos. Se tomará como base también el consumo real de los equipos que operan en la Fundación, información clave para definir el alcance de la ampliación.

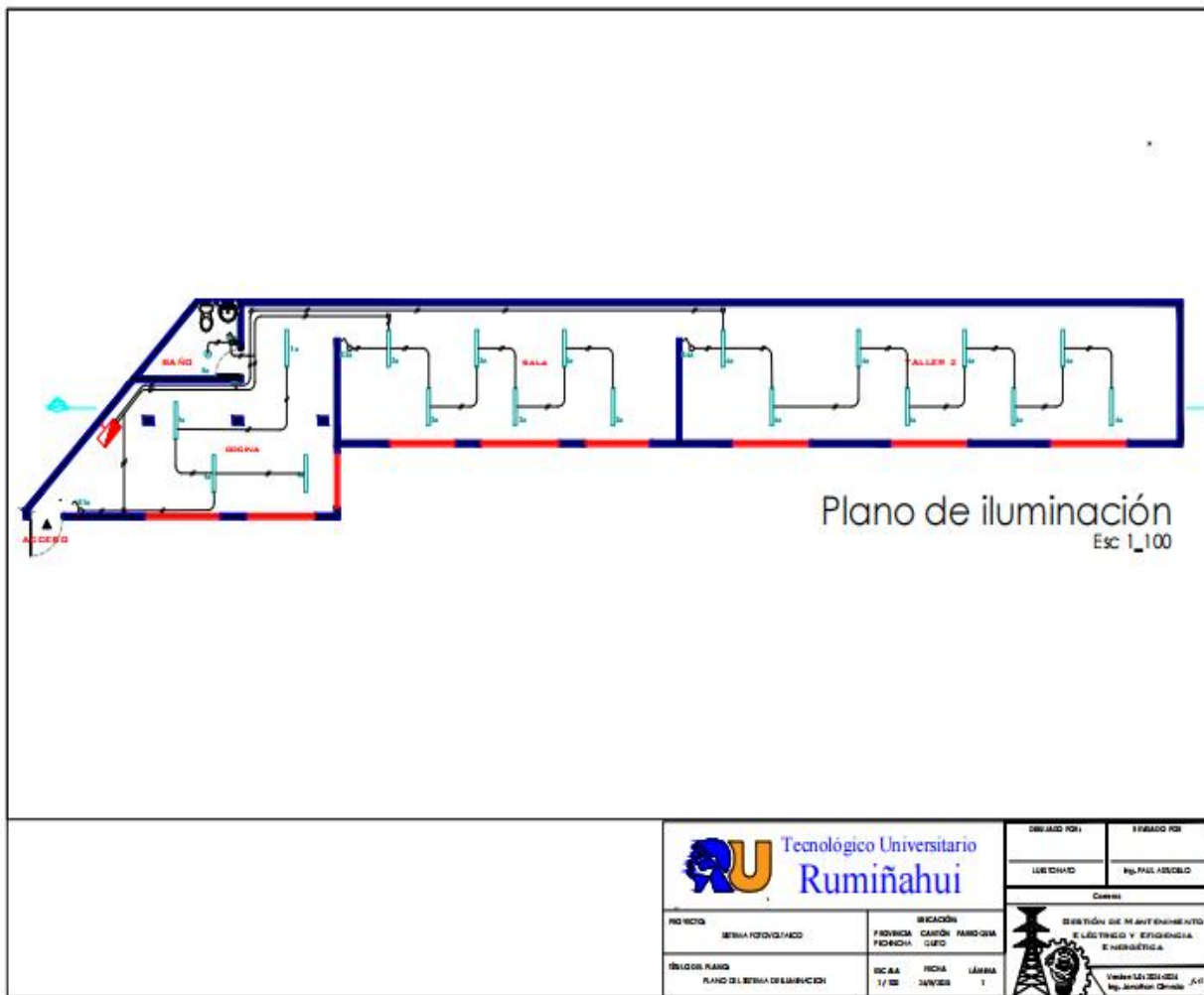
2.1.4 Procedimiento de investigación

- El proceso a seguir se organiza de la siguiente forma:
- Se recolecta toda la información técnica del sistema fotovoltaico que ya está instalado.
- Se identifican los equipos que funcionan en la Fundación y se determina cuánta energía consumen y por cuánto tiempo.
- Se analizan los datos obtenidos para conocer cuánta energía genera actualmente el sistema y cuánta autonomía ofrece.
- A partir del análisis, se define cuánto más se necesita generar para cubrir la demanda adicional.
- Se calculan los nuevos elementos requeridos (número de paneles, baterías, etc.) en base al incremento de potencia necesario.
- Se compara si el sistema actual puede soportar la ampliación o si hay que cambiar algún componente.

2.1.5 Estado actual de la instalación

Tras haber desarrollado e implementado el sistema fotovoltaico original, se plantea llevar a cabo una extensión del proyecto con el propósito de elevar su rendimiento y ampliar su capacidad de generación eléctrica. Esta mejora está dirigida a las zonas previamente diseñadas e instaladas por nuestro equipo, las cuales comprenden el baño, cocina, sala y taller, tal como se ilustra en la Figura 13.

Figura 13
Plano eléctrico de la fundación redimir



Fuente: Los autores

A partir del proyecto previamente desarrollado, se ha planteado una ampliación del sistema fotovoltaico ya existente. Dado que el equipo responsable de la ejecución inicial cuenta con pleno conocimiento sobre la distribución y el funcionamiento del sistema, se ha optado por utilizar los mismos datos técnicos y planos anteriormente elaborados como base para esta nueva etapa del proyecto. Esto facilitará la evaluación de la viabilidad técnica de la mejora propuesta.

La iniciativa consiste en incrementar la capacidad del sistema mediante la incorporación de nuevos componentes extra. Al tratarse de una ampliación sobre un sistema operativo, es necesario realizar un rediseño que permita adaptar los componentes existentes a los nuevos

requerimientos, además de llevar a cabo un análisis técnico para asegurar que la modificación sea compatible y efectiva.

Tal como en el proyecto anterior, se contará nuevamente con el respaldo técnico de los proveedores que participaron desde el inicio, lo cual garantizará un enfoque integral tanto en el aspecto técnico como en los cálculos requeridos.

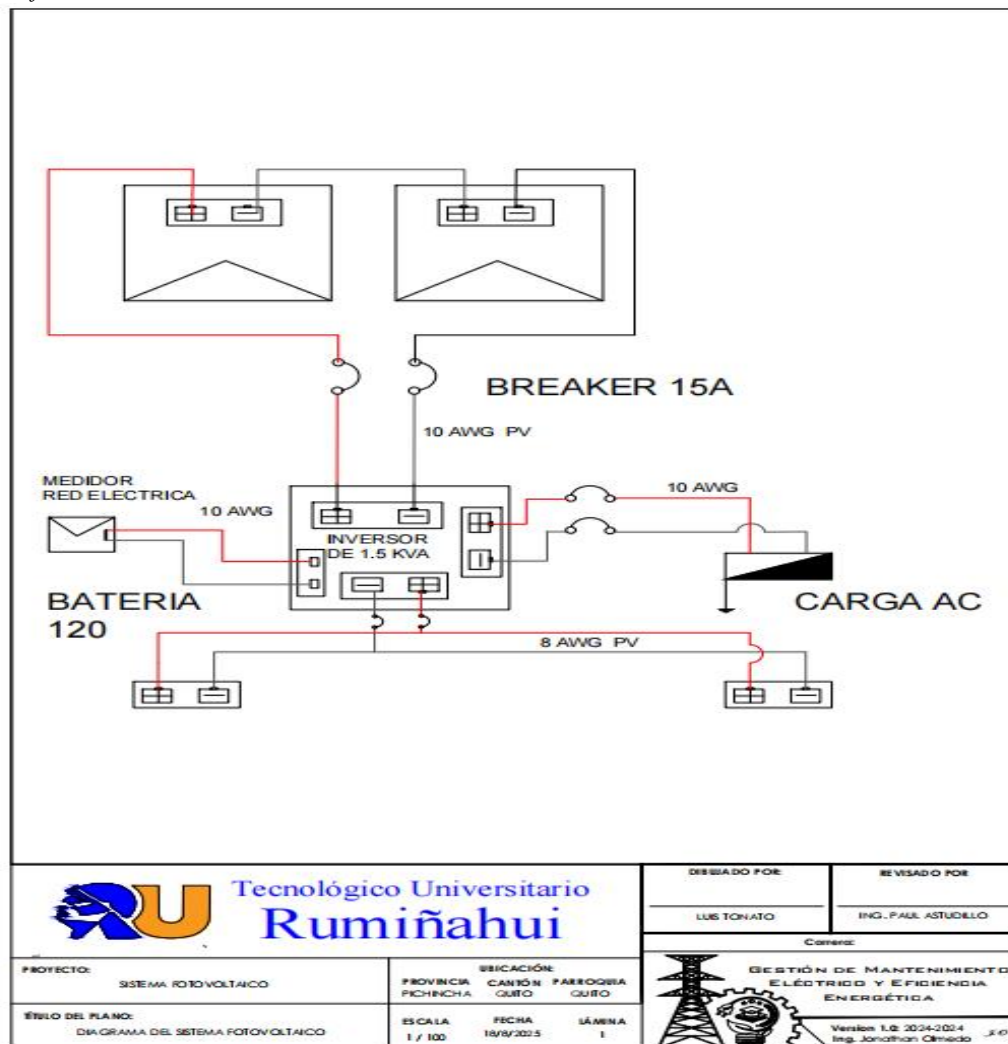
El propósito principal de esta intervención es mejorar la autonomía energética del sistema. Mientras que en su configuración inicial se estimaba un funcionamiento de aproximadamente 5 horas continuas, con la batería adicional se espera alcanzar una autonomía cercana a las 8 horas, optimizando el rendimiento general del sistema.

El presente proyecto consistió en la implementación de un sistema fotovoltaico destinado a cubrir las necesidades de iluminación. Para ello, se instalaron dos paneles solares de 535 W, encargados de captar la energía solar durante el día. Dicha energía es almacenada en un banco conformado por dos baterías de 120 Ah a 12 V, lo que permite una autonomía de aproximadamente seis horas en ausencia de radiación solar.

Además, se incorporó un inversor híbrido de 1.5 kVA, el cual tiene la capacidad de operar de forma flexible utilizando tanto la energía proveniente de los paneles solares como la de las baterías, y en caso necesario, también puede recurrir al suministro de la red eléctrica. Esta configuración garantiza un abastecimiento energético estable y eficiente para el sistema de iluminación diseñado.

2.1.6 Diagrama unifilar

Figura 14
Diagrama unifilar



Fuente: Los autores

La Figura 14 representa un diagrama unifilar de un sistema fotovoltaico híbrido, que combina generación solar, almacenamiento en batería y respaldo mediante la red eléctrica convencional.

En la parte superior del diagrama se identifican dos paneles solares dispuestos en serie, lo que implica que el voltaje del sistema se incrementa mientras la corriente se mantiene constante. La energía generada por esta configuración se dirige hacia un interruptor tipo breaker, el cual

cumple la función de protección ante sobrecargas o posibles fallos dentro del sistema fotovoltaico.

Luego, la energía se dirige hacia un inversor híbrido de 1.5 kVA, el cual tiene como función principal convertir la corriente continua (DC) proveniente de los paneles y de la batería en corriente alterna (AC), apta para alimentar las cargas del sistema. Este inversor híbrido también gestiona la distribución de energía desde la fuente más conveniente, ya sea solar, batería o red eléctrica.

El sistema cuenta además con dos baterías de 12 V a 120AH, que permite almacenar energía solar para su utilización en momentos donde no haya radiación suficiente o durante cortes de energía. Esta batería está conectada directamente al inversor para una gestión eficiente de la carga y descarga.

Adicionalmente, el esquema incluye un medidor de red eléctrica, indicando que el sistema tiene conexión con la red pública. Esta conexión permite que, en caso de que la producción solar y la batería no sean suficientes, el inversor tome energía directamente de la red, garantizando continuidad en el suministro.

2.1.7 Cuadro de cargas de las 4 áreas

En la Tabla 1 se muestra el cuadro de cargas elaborado como parte del proceso de dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Este documento toma en cuenta la cantidad de energía que se requiere generar, considerando únicamente el suministro eléctrico para las luminarias instaladas en cada espacio. La información sobre el consumo se obtuvo utilizando el software DIALux, el cual permitió conocer con precisión la carga correspondiente a cada ambiente. Según los datos obtenidos, el baño cuenta con una luminaria de 16 W que se utiliza aproximadamente 4 horas al día. Por otro lado, la cocina requiere 100 W, la sala 120 W y el

taller 160 W, todos estos con un uso estimado de 6 horas diarias. Estos valores son fundamentales para calcular la demanda energética diaria del sistema.

Tabla 1
Cuadro de carga de las 4 areas

LUGARES	POTENCIA(W)	HORAS	TOTAL
BAÑO	16	4	64
COCINA	100	6	600
SALA	120	6	720
TALLER	160	6	960
TOTAL			2344Wh

Fuente: Los autores

2.1.8 Diseño

2.1.8.1 Ecuación carga diaria del sistema fotovoltaico

La fórmula que se muestra tiene como finalidad determinar cuántas horas de uso representa el consumo diario de energía del sistema, tomando como base el voltaje con el que opera el sistema fotovoltaico en corriente directa (DC). Esto permite expresar el consumo no solo en vatios, sino en una unidad más útil para el análisis: horas de uso diario.

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

- $Q_{\text{(cons)}}$ representa el equivalente en horas del consumo total de energía.
- $E_{\text{(cons)}}$ es la energía consumida en vatios por el sistema en un día.
- $V_{\text{(sis,DC)}}$ indica el voltaje del sistema en corriente directa (DC).

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

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

- $N_{\text{(Usuario)}}$ es la cantidad real de horas útiles al día.
- MS es un porcentaje de seguridad para prevenir fallos (en este caso, no se aplica).

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

$$N_{\text{usuario}} = 59.88 \leftrightarrow \text{HORAS UTILES AL DIA}$$

2.1.9 Ecuación para determinar perdidas

Con la reestructuración de los nuevos parámetros propuestos, se evidencia un aumento en la autonomía del sistema, pasando de 6 a 20 horas de funcionamiento continuo. Este ajuste también ha modificado el valor de Cmax, correspondiente al consumo máximo diario del sistema, el cual alcanza 74.85 Ah/día. Dicho valor resulta esencial para calcular los siguientes parámetros técnicos. Cabe mencionar que se ha considerado una eficiencia general del sistema del 80 %, lo cual influye directamente en el dimensionamiento final de los componentes.

- K_t : Factor total corregido por pérdidas.
- K_b : Pérdidas asociadas a las baterías.
- K_c : Pérdidas por el cableado.
- K_r : Pérdidas en el regulador de carga.
- K_p : Pérdidas generadas por el inversor.
- D_{autonom} : Tiempo que el sistema debe funcionar sin energía solar (20 HORAS).
- P_D : Período base de diseño (ej. día completo o jornada de operación).
- $K_b=3\%, k_c=10\%, k_t=2\%, k_v=5\%, P_d=60, D_{\text{autonom}}=20$ horas

$$k_t = 1 - (K_b + K_c + K_r + K_v) \times \left(1 - \frac{K_b \times D_{\text{autonom}}}{P_D} \right) \quad (2)$$

$$K_t = 1 - (0.03 + 0.10 + 0.02 + 0.05) \times \left(1 - \frac{0.03 \times 20}{0.06 \times 24} \right)$$

$$K_t = (0.03 + 0.10 + 0.02 + 0.05) \approx 0.20$$

$$\approx 0.20 \rightarrow \text{PERDIDAS}$$

$$K_t = \frac{0.03 \times 8}{0.06 \times 24} = \frac{0.24}{14.4} = 0.0167$$

$$K_t = 1 - (0.20) \times (1 - 0.01667) = 1 - 0.20 \times 0.9833 = 1 - 0.19666 = 0.8033$$

$$K_t \approx 0.80 \rightarrow \text{EFICIENCIA}$$

$$C_{\max} = \frac{N_{\text{USUARIO}}}{K_t} \quad (3)$$

- $C_{\max}$: correspondiente al consumo máximo diario
- $N_{\text{(usuario)}}$ es la cantidad real de horas útiles al día.
- K_t : Factor total corregido por pérdidas.

$$C_{\max} = \frac{59.88}{0.80} \approx 74.85 \text{ Ah/día}$$

$$C_{\max} = 74.85 \text{ Ah/día} \rightarrow \text{CONSUMO MAXIMO DIARIO}$$

2.2.1 Calculo de las horas pico solar

Figura 15

Simulacion en horas pico solar Pvsyst

Parámetros del sitio geográfico para Amagüña_Nasa_1983.SIT

Coordenadas geográficas Datos meteo mensuales Mapa interactivo

Sitio: **Amagüña (Ecuador)**

Fuente de datos: NASA-SSE satellite data 1983-2005

	Irradiación horizontal global kWh/m²/día	Irradiación difusa horizontal kWh/m²/día	Temperatura °C
Enero	4.14	2.16	17.5
Febrero	4.35	2.27	17.6
Marzo	4.55	2.34	18.0
Abril	4.33	2.22	17.9
Mayo	4.12	2.05	17.8
Junio	4.02	1.94	17.3
Julio	4.27	1.98	17.5
Agosto	4.46	2.12	18.6
Septiembre	4.27	2.28	19.3
Octubre	4.24	2.26	19.3
Noviembre	4.30	2.18	18.3
Diciembre	3.98	2.11	17.6
Año	4.25	2.16	18.0

Pegar Pegar Pegar

Datos requeridos

- ☒ Irradiación horizontal global
- ☒ Temperatura ext. promedio

Datos adicionales

- ☒ Irradiación difusa horizontal
- ☐ Velocidad del viento
- ☐ Turbidez Linke
- ☐ Humedad relativa

Unidades de irradiación

- ☒ kWh/m²/día
- ☐ kWh/m²/mes
- ☐ MJ/m²/día
- ☐ MJ/m²/mes
- ☐ W/m²
- ☐ Índice de claridad Kt

Fuente: Los autores

La Figura 15 presentada proporciona información clave sobre las condiciones solares y térmicas del lugar seleccionado, lo que resulta fundamental para el dimensionamiento adecuado de un sistema fotovoltaico. Los valores de irradiación global y difusa permiten estimar la cantidad de energía solar disponible durante cada mes, mientras que los datos de temperatura sirven para anticipar posibles variaciones en el rendimiento de los paneles debido a los efectos del calor sobre su eficiencia.

$$HRP = \frac{H \times 1000W}{1000 \frac{W}{m^2}} \quad (4)$$

- HRP: Indica las horas equivalentes al día con una irradiación de 1000 W/m².
- H: Irradiación solar diaria en kWh/m².

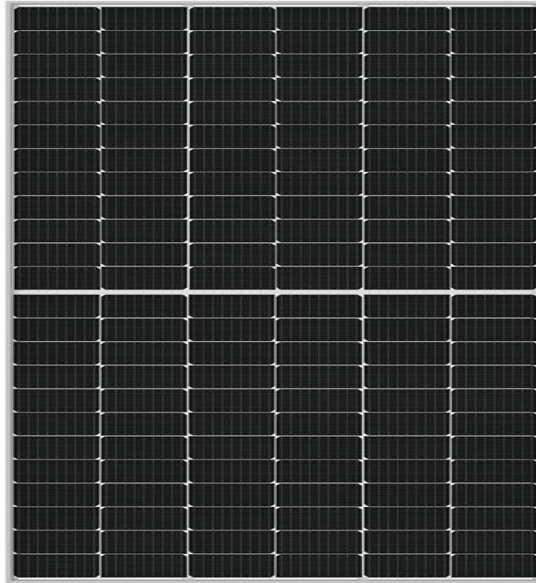
$$HRP = \frac{3.98 \times 1000W}{1000 \frac{W}{m^2}}$$

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

En este caso, el software proporciona un valor de 3.98 horas pico solares diarias para el mes de diciembre, lo que representa el tiempo promedio equivalente en el que la radiación solar alcanza una intensidad de 1000 W/m² bajo condiciones estándar. Este valor es clave para calcular la energía que puede generar el sistema fotovoltaico y permite optimizar su diseño. Además, al aplicar la Ecuación 3 con los datos disponibles, se obtiene el mismo resultado, lo que confirma la coherencia entre el análisis manual y el proporcionado por el software.

2.2.2 Cálculos de los paneles

Figura 16
Panel solar



Fuente: (Double Solar Panel, 2025.)

Tabla 2
Características del panel solar

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)

Fuente: Los autores

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

- $V_{nompanel}$: Voltaje nominal del panel (en este caso, 40.63 V).

$$E_{panel}=HRP \times P_{ppanel} \times n_{panel} \quad (5)$$

- P_{ppanel} : Potencia nominal del panel [W].
- HRP: Horas solares pico del lugar.
- η_{panel} : Eficiencia del panel (en este caso, 90%).

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

- E_{panel} : Energía diaria generada por un panel [Hr/día].

$$Q_{panel}=\frac{E_{panel}}{V_{nompanel}} \quad (6)$$

- Q_{panel} : Corriente diaria generada por el panel [Hr/día].
- $V_{nompanel}$: Voltaje nominal del panel (en este caso, 40.63 V).

$$Q_{panel}=\frac{1916.3}{40.63}$$

$$Q_{panel}=47.16A \frac{Hr}{Day} \rightarrow \text{CORRIENTE DIARIA GENERA POR PANEL}$$

- La cantidad de paneles en paralelo en base a la Ecuacion 5

$$N_{ramas paralelo}=\frac{C_{max}}{Q_{panel}} \quad (7)$$

- $N_{ramas paralelo}$: Cantidad de ramas de paneles conectadas en serie.

$$N_{ramas paralelo}=\frac{74.85}{47.16}$$

$$N_{ramas paralelo}=1.60 \leftrightarrow 2 \text{ NUMERO DE PANELES}$$

Con los nuevos parámetros establecidos para este proyecto, que contempla una autonomía de 20 horas, se observa que al aplicar este valor en las fórmulas correspondientes, el resultado no presenta una variación considerable. El cálculo obtenido es de 1.60, que al redondearse al

entero superior indica la necesidad de 2 paneles solares conectados en serie. Esto permite verificar que la cantidad de paneles planteada se mantiene dentro de los rangos esperados para el funcionamiento del sistema.

Para determinar si esta cantidad de paneles es realmente viable, es necesario calcular el tiempo de carga de las baterías, con el fin de evaluar cuánto tiempo tomará el sistema en completar su carga diaria y así comprobar la factibilidad de la configuración planteada.

2.2.3 Calculo de las baterías

Figura 17
Bateria range ciclo profundo



Fuente: (SOLARSTORE, 2024)

Tabla 2
Tabla de datos de la bateria

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

Fuente: Los autores

En este caso, para desarrollar la fórmula correspondiente a la ampliación del banco de baterías, es necesario tener en cuenta varios factores, siendo uno de los más importantes la

autonomía requerida para el sistema. Mientras que en el proyecto anterior se trabajó con una autonomía de 6 horas, en esta ocasión, y conforme a los nuevos cálculos realizados, se ha propuesto una autonomía de 20 horas. A partir de este nuevo valor, se mantienen los mismos parámetros utilizados en la ecuación 6, adaptando únicamente el tiempo de respaldo necesario.

$$C_{sit_acum} = \frac{C_{max} \times V_{sistDC} \times D_{auton}}{12V \times PD} \quad (8)$$

- C_{sit_acum} : Capacidad total requerida del banco de baterías (A·h).
- C_{max} : Consumo máximo del sistema (74.85).
- V_{sistDC} : Voltaje del sistema en corriente continua (DC).
- D_{auton} : 20 horas de autonomía requeridos.
- 12V: Voltaje nominal de cada batería (comúnmente de 12V).
- PD: Profundidad de descarga (valor decimal, 0.6 para 60%).

$$C_{sit_acum} = \frac{C_{max} \times V_{sistDC} \times D_{auton}}{12V \times PD}$$

$$C_{sit_acum} = \frac{74.85 \times V_{sistDC} \times \frac{20}{24}}{12V \times 0.6}$$

$$C_{sist_acum} = 350.5 \text{ Ahr}$$

$$N_{bat_paralelo} = \frac{C_{sist_acum}}{C_{nom_bate}} \quad (9)$$

- C_{nom_bate} : Capacidad nominal de una batería (en A·h, por ejemplo 120 A·h).
- V_{nom_bat} : Voltaje nominal de cada batería (por ejemplo, 12V).

$$N_{bat_paralelo} = \frac{350.5}{120}$$

$$N_{bat_paralelo} = 2.92 \rightarrow 3$$

Baterías totales = 3 baterías

Con los resultados obtenidos, se determina que el sistema requiere tres baterías para alcanzar una autonomía de 20 horas. Este nuevo valor representa una mejora respecto al sistema

original, que antes de la ampliación ofrecía una autonomía aproximada de 6 horas. La incorporación de una batería adicional permite extender el tiempo de funcionamiento del sistema sin depender de la generación solar inmediata, ofreciendo así mayor respaldo energético en periodos sin radiación.

2.2.4 Tiempo de carga del batería

En la Tabla 3 se presentan los valores correspondientes a la potencia de los paneles solares, la cantidad de módulos utilizados y la forma de conexión de las baterías. Para el cálculo se consideró el resultado obtenido en la Ecuación 9, donde se determinó el uso de 3 baterías de 120 Ah a 12V. Asimismo, se utilizó el valor de horas solares pico calculado previamente en la Ecuación 3, el cual fue de 3.98 horas, parámetro fundamental para estimar el tiempo de carga de las baterías mediante los paneles solares disponibles.

Tabla 3
Datos para calcular las horas de carga

Elemento	Valor
Panel solar	$2 \times 535W = 1070W$
Bateria	$3 \times 120Ah \propto 12V = 360Ah \div 12V$
Horas solares pico	3.98 h/día

Fuente: Los autores

$$E_{\text{bat}} = V \times AH \quad (10)$$

- V: Voltaje nominal de las baterías → Valor utilizado: 12 voltios
- AH: Capacidad total de las baterías → Valor utilizado: 360 Ah (tres baterías de 120 Ah en paralelo)

$$E_{\text{bat}} = 12 \times 360 = 4320Wh$$

$$E_{\text{pan}} = P_{\text{total}} \times \text{HRP}$$

- Epan: Energía diaria generada por los paneles

$$E_{\text{pan}} = 1070W \times 3.98H = 4258.6Wh/\text{DIA}$$

$$T = \frac{E_{\text{bat}}}{P_{\text{pan}}} \quad (11)$$

- T: Tiempo teórico de carga

$$T = \frac{4320}{1070} \approx 4.04 \text{ Horas}$$

Con base en los cálculos realizados presentados en la Ecuación 7, se determinó que el tiempo estimado de carga de las baterías es de aproximadamente 4 horas. No obstante, al revisar la ficha técnica proporcionada por el proveedor, no se encontró información específica relacionada con este parámetro. Por tal motivo, fue necesario consultar fuentes adicionales para verificar si dicho valor se encuentra dentro de un rango aceptable. De acuerdo con la información obtenida, se establece que el tiempo de carga puede oscilar entre 4 y 8 horas, dependiendo principalmente de la capacidad de las baterías y otros factores del sistema. (Varitech 2025).

2.2.5 Calculo del conductor de baterías

Tabla 4
Conductividad Eléctrica de Diferentes Materiales

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

Fuente: (William, 2020)

La Tabla 4 muestra cómo varía la conductividad eléctrica del cobre y del aluminio en función de la temperatura. Se presentan tres niveles térmicos de referencia: 20 °C, 70 °C y 90 °C, que corresponden a condiciones comunes en instalaciones eléctricas.

A medida que la temperatura aumenta, se nota una disminución en la capacidad conductora de ambos materiales. Por ejemplo, el cobre, que a 20 °C tiene un valor de 56, reduce su conductividad a 44 cuando la temperatura alcanza los 90 °C. El aluminio, por su parte, pasa de 35 a 28 en el mismo rango de temperatura.

Esta información es útil para comprender el comportamiento de los materiales bajo diferentes condiciones térmicas, y resulta clave al momento de seleccionar conductores eléctricos adecuados en un diseño eléctrico, especialmente en ambientes donde se generan altas temperaturas.

Figura 18
Tabla de cables en mm²

Tabla de equivalencias AWG
(American Wire Gauge)

Número AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Resistencia (Ω/Km.)	Capacidad (A)
2	6.544	33.63	1.50	96
4	5.189	21.15	0.80	60
6	4.115	13.30	1.27	38
8	3.264	8.36	2.03	24
10	2.588	5.26	3.23	15
12	2.053	3.31	5.13	9.5
14	1.628	2.08	8.17	6.0
16	1.291	1.31	12.9	3.7
18	1.024	0.82	20.83	2.5
20	0.8118	0.52	32.69	1.6

Fuente: (TopCable, 2025)

$$s = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times VV} \quad (12)$$

- S: Sección del cable (mm²).
- L: Longitud del cable (m), ida y vuelta.

- I: Corriente (A) que circula.
- γ : Conductividad del material
- ΔV : Caída de tensión permitida (V).

$$s = \frac{2 \times 2 \times 100}{56 \times 0.36}$$

$$s = \frac{480}{20.16}$$

$$s = 23.80 \text{ mm}^2$$

Se obtiene una sección calculada de 23.80 mm², lo que corresponde aproximadamente a un cable de calibre 2 AWG según la Figura 18 de las tablas estándar de conductores eléctricos. Este calibre garantiza la capacidad necesaria para transportar la corriente máxima esperada entre el inversor y las baterías, asegurando un funcionamiento seguro y eficiente del sistema eléctrico. Además, el uso de este calibre minimiza la caída de tensión dentro de los límites establecidos, contribuyendo a la correcta operación y protección de los equipos conectados.

2.2.6 Cálculo de protección de las baterías

$$I_{\text{proteccion}} = \frac{P_{\text{inversor}}}{V_{\text{bateria}}} \times 1.25 \quad (13)$$

- P_{inversor} = Potencia del inversor (W)
- $V_{\text{batería}}$ = Voltaje del banco de baterías (12V, 24V, 48V, etc.)
- 1.25 = Margen de seguridad

$$I_{\text{proteccion}} = \frac{1200}{12V} \times 1.25$$

$$I_{\text{proteccion}} = 125$$

Con base en los resultados obtenidos en la Ecuación 13, se determina una corriente de 125 amperios. Por ello, la protección más adecuada entre el banco de baterías y el inversor sería de 125 amperios, considerando un valor comercial superior que asegure un funcionamiento correcto y seguro del sistema.

2.2.7 Descripción de cómo va a quedar el proyecto con los nuevos dimensiones

Como se puede apreciar en la Tabla 5, se presenta el diseño final del sistema, el cual ya incorpora los cálculos realizados y los nuevos componentes que serán instalados. En este sentido, el proyecto contempla la implementación de un sistema compuesto por dos paneles solares de 535 W y tres baterías de 120 Ah cada una. El inversor permanece sin modificaciones.

Adicionalmente, se determinó que el conductor adecuado corresponde a un calibre número 2 AWG, acompañado de una protección eléctrica de 60 amperios. Con estos parámetros definidos, el sistema se encuentra listo para su fase de implementación.

Tabla 5
Resultados del diseño

Paneles solares	2
Baterías	3
Autonomia de las baterias	20h
Calibre del cable	2 AWG (PV)
Proteccion	120A

Fuente: Los autores

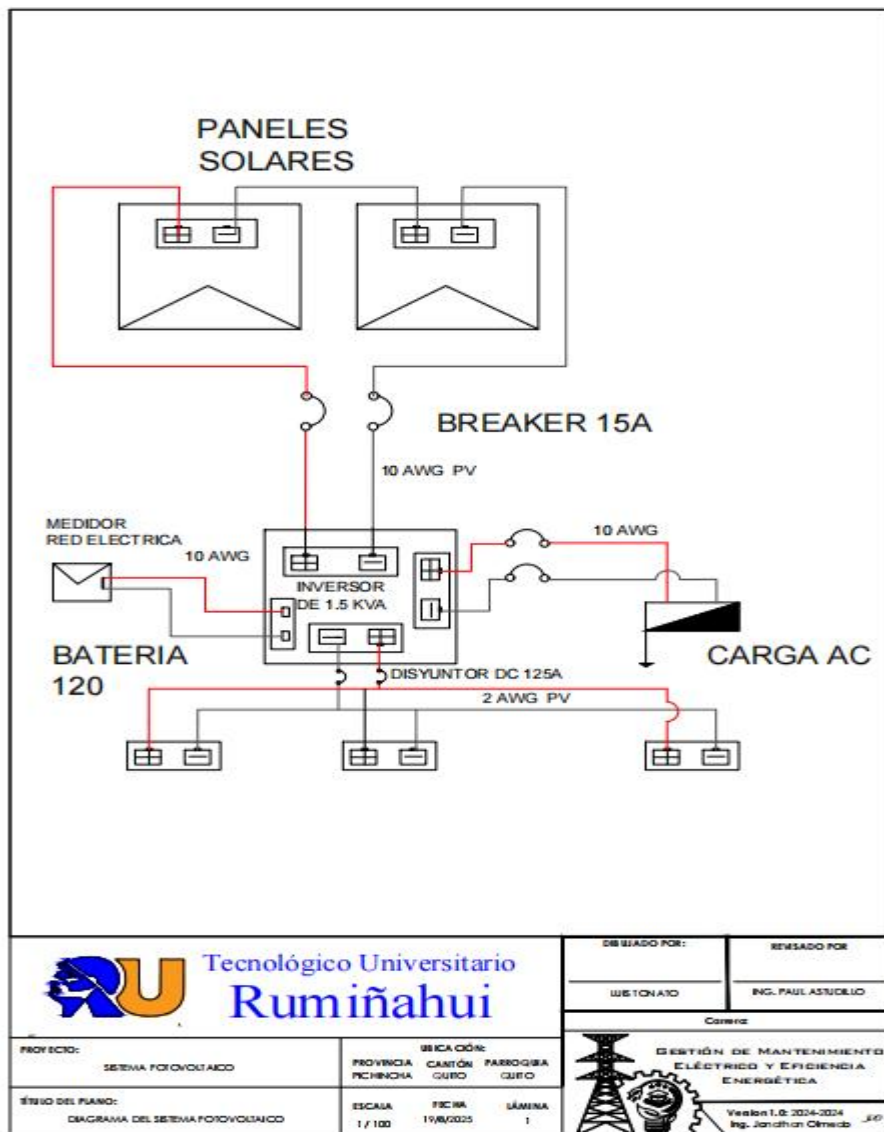
2.2.8 Rediseño del diagrama unifilar

En el siguiente diagrama de conexión se presenta el rediseño del sistema, ajustado a los nuevos parámetros establecidos. En el esquema se observa la incorporación de dos paneles solares conectados en serie, así como el inversor, el cual, al tratarse de un modelo híbrido, permite la integración tanto de la red eléctrica convencional como del sistema fotovoltaico.

Asimismo, se visualiza la inclusión del centro de carga, lo que permite una distribución eficiente de la energía hacia los diferentes circuitos. Finalmente, se representan las tres baterías, asegurando una mayor capacidad de almacenamiento energético. También se detalla

el calibre de los conductores utilizados, así como las respectivas conexiones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 19
Rediseño del diagrama unifilar



Fuente: Los autores

Con el rediseño establecido y contando con la asesoría técnica proporcionada por los proveedores de los equipos, se considera viable dar inicio al proceso de implementación del sistema. Para ello, se tomarán en cuenta todos los parámetros definidos durante la fase de diseño, garantizando así que la instalación cumpla con los requerimientos técnicos y operativos previamente establecidos.

CAPITULO III

DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS DEL PROYECTO TÉCNICO

3.1 Introducción a la Fase de Implementación

Tras culminar la etapa de diseño y dimensionamiento, se procedió con la implementación del sistema de respaldo energético. Este sistema tiene como finalidad incrementar la autonomía operativa mediante la incorporación de una batería adicional. La modificación del banco de baterías conlleva cambios en la infraestructura eléctrica existente, incluyendo cableado, protecciones y la base de soporte. Con base en los resultados obtenidos en el análisis previo de consumo y capacidad, se determinó la necesidad de adecuar el sistema a una nueva configuración que permita una mayor capacidad de almacenamiento energético y un suministro más estable, especialmente en casos de interrupción de la red o baja generación fotovoltaica.

3.1.2 Materiales que se utilizarron en la implementacion

Tabla 6
Materiales utilizados

Materiales	Cantidad
Baterias 120A	3
Cable de baterias 2awg	9m
Conectores	12
Cajas de paso	1
Breker bipolar DC 60A	1
Conectores para bateria	6

Fuente: los autores

En la siguiente Tabla 6 se presenta de manera detallada la lista de materiales que serán empleados en la implementación del proyecto. Esta recopilación permite identificar los recursos

necesarios para garantizar un desarrollo ordenado y eficiente de cada una de las etapas. La información contenida facilita tanto la planificación como el control de los insumos, asegurando que se cuente con todos los elementos indispensables antes de iniciar la ejecución. Además, esta lista constituye una herramienta de apoyo para la gestión del presupuesto y la verificación del cumplimiento de los objetivos propuestos.

3.1.3 Procedimientos de Seguridad y Adecuación Técnica Antes de la Instalación

En primera instancia, se procedió con la desconexión completa del inversor, una medida preventiva necesaria antes de iniciar cualquier intervención eléctrica. Esta acción garantiza la seguridad del personal técnico y evita riesgos como cortocircuitos o descargas accidentales, los cuales podrían producirse durante la manipulación del sistema. La desconexión asegura un entorno de trabajo seguro para realizar modificaciones en el cableado y en los componentes del sistema fotovoltaico.

Figura 20
Desmontaje del inversor



Fuente: Los autores

A continuación, se desmontaron las bases originales de soporte de la batería. Esta tarea fue indispensable, ya que el espacio disponible no era adecuado para incorporar una batería adicional. Se rediseñó la estructura de soporte considerando las dimensiones físicas de la nueva batería, así como los requerimientos de ventilación y accesibilidad para futuras inspecciones o mantenimientos. Esta modificación estructural permite una instalación firme y segura, reduciendo riesgos por vibración o desplazamientos.

Figura 21

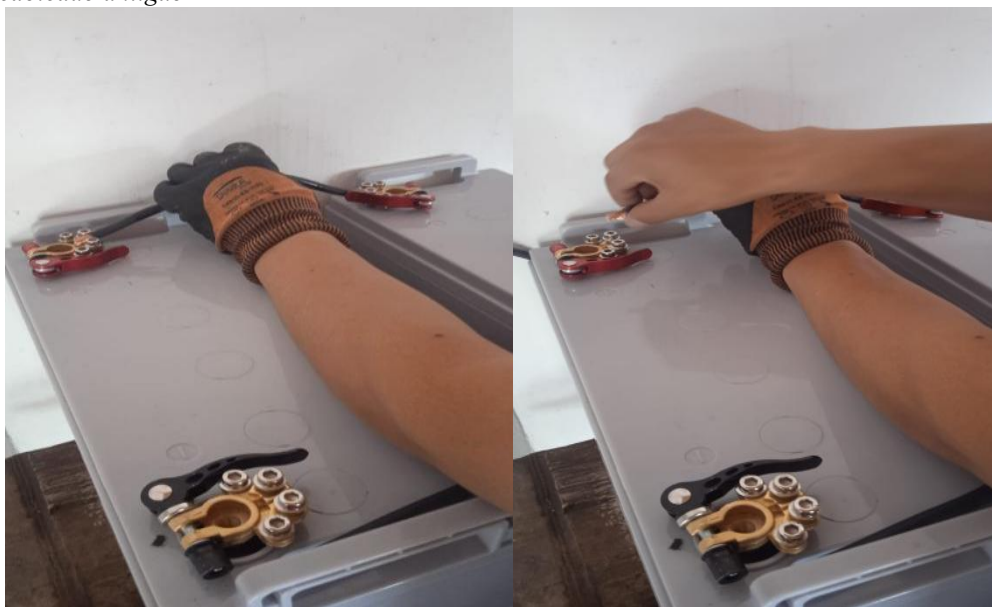
Desmontaje de la estructura de las baterías



Fuente: Los autores

Posteriormente, se procedió con el retiro del cableado existente. El análisis previo de carga y descarga reveló que el calibre instalado inicialmente no era suficiente para soportar las nuevas corrientes exigidas por la expansión del sistema. Se seleccionaron conductores con un calibre mayor, cumpliendo con los criterios normativos para instalaciones de baja tensión y garantizando una correcta disipación térmica bajo condiciones de operación continua.

Figura 22
Retiro del cableado antiguo



Fuente: Los autores

Se llevó a cabo una revisión detallada del estado de las conexiones eléctricas, terminales, puntos de fijación mecánica y condiciones de ventilación del área de montaje. Esta inspección fue fundamental para verificar la integridad del sistema, prevenir sobrecalentamientos por contacto deficiente y asegurar que todos los elementos cumplan con los estándares de seguridad. El control riguroso de estos aspectos técnicos fortalece la confiabilidad del sistema y prolonga su vida útil operativa.

3.1.4 Proceso de implementacion

3.1.4.1 Instalación de la nueva base de soporte

Se fabricó e instaló una estructura metálica con capacidad para tres baterías, diseñada para soportar el peso combinado de los acumuladores. La base fue tratada con pintura anticorrosiva y aislada del suelo mediante calces de goma para evitar acumulación de humedad.

Figura 23
Nueva estructura



Fuente: Los autores

3.1.5 Sustitución y tendido del nuevo cableado

El cableado fue reemplazado utilizando conductores de mayor sección transversal, calculados con base en la intensidad de corriente máxima del sistema. Se cuidó la correcta polaridad, el aislamiento mecánico y térmico, y la minimización de pérdidas por caída de tensión.

Figura 24
Nueva estructura



Fuente: Los autores

3.1.6 Incorporación de la batería adicional.

La nueva batería fue conectada en paralelo con las dos existentes, garantizando el mismo nivel de voltaje y aumentando proporcionalmente la capacidad total del banco. Se verificó que todas las baterías se encuentren en un estado de carga similar antes de la conexión, a fin de evitar desequilibrios que afecten el rendimiento del sistema.

Figura 25

Incorporacion de la nueva bateria



Fuente: Los autores

3.1.7 Etapa de Pruebas del Sistema.

Se comprobó la continuidad y polaridad en todos los tramos del cableado. No se detectaron falsos contactos ni conexiones sueltas. La tensión en vacío del banco de baterías fue medida y registrada como referencia inicial de 13.7 V.

Figura 26

Mediciones



Fuente: Los autores

3.1.8 Prueba en modo autónomo

Para validar el funcionamiento del sistema únicamente con baterías, se desconectó intencionalmente la red eléctrica y los paneles solares. El inversor operó un periodo de 20 horas solo con energía acumulada.

Figura 27

El comportamiento del inversor ante diferentes cargas.



Fuente: Los autores

Se puede evidenciar que el sistema de iluminación opera de manera adecuada, cumpliendo con los parámetros establecidos para su funcionamiento. Las pruebas realizadas se llevaron a cabo utilizando únicamente la energía proveniente del banco de baterías, sin la participación de los módulos fotovoltaicos ni de la red eléctrica convencional. Este procedimiento permitió comprobar la autonomía del sistema y verificar que las baterías poseen la capacidad necesaria para mantener la operatividad de las luminarias instaladas durante el tiempo previsto. Con ello se confirma la correcta dimensionación y configuración del sistema, garantizando que, aun en ausencia de la generación solar o del suministro eléctrico externo, se disponga de un respaldo confiable para la continuidad del servicio.

Figura 28
La estabilidad del voltaje de salida.



Fuente: Los autores

3.1.9 Verificación de Seguridad y Funcionamiento General

Durante las pruebas, se inspeccionaron todos los componentes para asegurar su correcto comportamiento. No se evidenciaron puntos calientes, olores extraños ni ruidos provenientes del sistema. El inversor no presentó fallos y respondió adecuadamente en todas las condiciones de carga. También se validó que las baterías estén balanceadas en voltaje y que el sistema de carga distribuya la energía de manera uniforme. El comportamiento térmico de los cables fue estable, lo que confirma que el nuevo calibre seleccionado es el adecuado.

Figura 29
Resultado final



Fuente: Los autores

3.2 Mediciones de voltaje

Tabla 7

Materiales utilizados

Hora	VBateria (V)	VSalida (V)
8:00	12.80	119.1
10:00	13.2	120
12:00	13.20	120
14:00	13.10	120
16:00	12.90	119.2

Fuente: Los autores

En la siguiente Tabla 7 se presenta el registro del consumo energético medido en distintos horarios a lo largo del día, con el objetivo de determinar el comportamiento del sistema y su demanda real. Para ello, se tomaron lecturas del voltaje de la batería, la corriente de salida y el consumo registrado en cada punto.

Las mediciones se realizaron específicamente en dos áreas: la cocina y el baño. Estas pruebas se efectuaron utilizando únicamente el sistema de respaldo por baterías, sin apoyo de otras fuentes de energía. La jornada de evaluación tuvo una duración aproximada de ocho horas, iniciando a las 08:00 y finalizando a las 16:00, permitiendo así analizar el desempeño del sistema durante un periodo representativo de uso diario.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La implementación del sistema se llevó a cabo de manera satisfactoria, cumpliendo con los objetivos planteados y logrando incrementar la capacidad de almacenamiento energético disponible. Este resultado permitió optimizar el rendimiento general, garantizando que el sistema pueda responder de forma más eficiente ante las demandas de consumo, especialmente en condiciones de baja generación fotovoltaica o cortes de suministro.

El diseño de la base y la correcta selección de materiales jugaron un papel fundamental para asegurar que la instalación sea segura, ordenada y de larga durabilidad. Se priorizó el uso de elementos con alta resistencia mecánica y protección contra la corrosión, lo que asegura que la estructura soporte adecuadamente el peso de las baterías y se mantenga en óptimas condiciones durante su vida útil, incluso ante variaciones ambientales.

Las pruebas realizadas en modo autónomo confirmaron que el sistema es capaz de operar de forma independiente tanto de la red eléctrica como de los paneles solares durante un periodo de tiempo acorde a lo estimado en los cálculos teóricos. Esto demostró que la planificación previa y la simulación de la autonomía fueron precisas, garantizando un suministro continuo de energía en situaciones de emergencia o baja radiación solar.

Se validó que el dimensionamiento del cableado y de los dispositivos de protección eléctrica fue el adecuado. Durante las pruebas no se presentaron caídas significativas de tensión, sobrecalentamientos ni disparos no deseados de las protecciones, lo que evidencia un funcionamiento estable, seguro y sin riesgos para los equipos conectados al sistema.

4.1.2 Recomendaciones

Mantener la configuración estructural y el tipo de materiales empleados en esta implementación para futuras expansiones, ya que han demostrado ofrecer seguridad, orden y durabilidad en la instalación.

Continuar aplicando el criterio de dimensionamiento eléctrico validado en este proyecto, asegurando que el cableado y las protecciones se ajusten a la capacidad real de almacenamiento y descarga del sistema.

Repetir periódicamente las pruebas en modo autónomo para confirmar que la autonomía del sistema se mantiene conforme a lo proyectado y detectar posibles pérdidas de rendimiento.

Realizar inspecciones regulares para verificar su integridad mecánica y garantizar que siga soportando de manera óptima el peso y la disposición de las baterías.

Ante futuras mejoras, considerar la instalación de una segunda batería adicional o módulos de almacenamiento más eficientes, con el fin de incrementar aún más la confiabilidad y autonomía ante cortes prolongados de energía.

Referencias Bibliográficas

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.sfesolar.com/noticias/articulos/monocristalinovspolicristalinodiferencias-pros-y-contras/>

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>

Baterías Online. (s. f.). ▷ Batería Exide EF1202 120Ah. <https://bateriasonline.com/es/baterias-de-arranque/bateria-exide-ef1202-120ah.html>(Cao, 2024). Grid-Tied, Off-Grid, and Hybrid Solar Inverter: Which is Right for You? SolarCtrl. <https://www.solarctrl.com/blog/grid-tied-off-grid-hybrid-solar-inverter/>

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/>

EcoInventos. (2024a, julio 5). Diferencia entre paneles solares monocristalinos y policristalinos. <https://ecoinventos.com/diferencia-paneles-solares-monocristalinos-policristalinos/>

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

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/>

Faruk Rico, Y. I. (2019). Energía solar fotovoltaica. Alpha Editorial. <https://www.alpha-editorial.com/Papel/9789587785784/Energ%C3%ADa+Solar+Fotovoltaica>

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%2C%20invertir%20y%20fusionar%20en%20la%20red.>

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/>

LONGI 535-555W Double Solar Panel. (s. f.). <https://www.solarinverter-manufacturer.com/LONGI-535-555w-double-Solar-Panel.html>

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>

Montecelos, J. T. (2021). Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. https://books.google.com.ec/books?id=ZKII EAAAQBAJ&pg=PA1&source=kp_read_button&hl=es419&newbks=1&newbks_redir=0&gboemv=1&ovdme=1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

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

Rivera, A. (2023, 20 noviembre). Paneles solares monocristalinos | Qué son y cómo se diferencian de los policristalinos. Futuro Electrico. <https://futuroelectrico.com/panelessolares-monocristalinos/>

Roldan, J. (2024). Determinación del potencial solar 2.a edición. https://books.google.com.ec/books?id=t6s0EQAAQBAJ&pg=PA1&source=kp_read_button&hl=es419&newbks=1&newbks_redir=0&gboemv=1&ovdme=1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

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.

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/>

SOLARSTORE. (2024, 26 noviembre). Batería 120ah ciclo profundo AGM para paneles solares. Solarstore Spa. <https://www.solarstore.cl/producto/bateria-120ah-12v-agm-ultracell/>

Sailaja, 2025Grid-Tied Solar System vs. Off-Grid Solar Systems: Choosing the Right System for Your Home in 2025? GREENOZ SOLUTIONS. <https://greenozsolutions.com.au/off-grid-vs-grid-tied-solar-systems-which-one-is-right-for-you/>

Viloria, J. R. (2020). Instalaciones solares fotovoltaicas. https://books.google.hn/books?id=1c5eSuLbAL0C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Anexos

Anexo A. Carta de Entrega

TELEFONOS. 023821735 - 0998645295
fundacionsocialredimir2021@gmail.com

Amaguaña 18 de Agosto del 2025

Estudiantes del INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR RUMIÑAHUI
Presente.—

De mis Consideraciones:

Yo, Chiluisa Utreras Washington Hernán, "DIRECTOR" de la Fundación de Ayuda Social "REDIMIR", Resolución Nro., MIES-CGAJ-DOS-2022-0042 y con el RUC N* 1793213344001, con el debido respeto expongo y petición.

ANTECEDENTES:

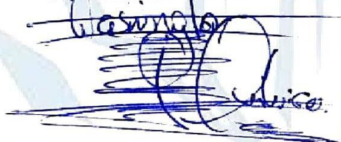
'La Fundación antes mencionada es una Organización de Ayuda Social sin Fines de Lucro, que tiene por objetivo alcanzar a las personas en situación de vulnerabilidad y riesgo de nuestro país, al Igual que a sus familias, para lo cual nos hemos reunido un grupo de familiares con la misión de poder ayudar y mejorar la calidad de vida de las personas de bajos recursos y de esta forma lograr una sociedad más justa

DE LA PETICION:

Solicitamos de la manera más comedida nos ayuden con la Ampliación del sistema fotovoltaico y den la solución a los problemas que se lleguen a presentar en su valoración técnica, dentro de las instalaciones de la Fundación antes mencionada, ya que se trabaja con ayuda, en restauración a personas con problemas de alcohol y drogas y no podemos perder de vista, las personas que se encuentran internas y por lo que es necesario mantenernos con, energía constantemente.

De ante mano expresamos nuestro mas sincero agradecimiento por la atención que se digne dar a la presente, deseándoles éxitos en las funciones que usted muy acertadamente las dirige.

ATENTAMENTE



FUNDACIÓN DE AYUDA SOCIAL
MIES-CGAJ-DOS-2022-0042
CONSEJERO EN ASOCIACIONES
Washington Chiluisa
DIRECTOR

CHILUISA WASHINGTON HERNÁN
FUNDACIÓN A.S REDIMIR
DIRECTOR: FUNDACIÓN REDIMIR

Dirección: Miguel de Santiago y Autopista General Rumiñahui, Barrio "La Malinda"
Quito-Amaguaña

ASTUDILLO CORTEZ VICENTE PAUL
'TUTOR DE PROYECTOS

Presente. –

De mis Consideraciones:

Yo, Chiluisa Chiluisa Utreras Washington Hernán, "DIRECTOR de la Fundación de Ayuda Social "REDIMIR", Resolución Nro., MIES-CGAJ-DOS-2022-0042 y con el RUC N* 1793213344001, con el debido respeto expongo y agradezco

ANTECEDENTES:

La Fundación antes mencionada es una Organización de Ayuda Social sin Fines de Lucro, que tiene por objetivo alcanzar a las personas en situación de vulnerabilidad y riesgo de nuestro país, al igual que a sus familias, para lo cual nos hemos reunido ,un grupo de familiares con la misión de poder ayudar y mejorar la calidad de vida de las personas de bajos recursos y de esta forma lograr una sociedad más justa.

AGRADECIMIENTO

Los Socios Fundadores y Las personas que conformamos FUNDACION DE AYUDA SOCIAL REDIMIR, agradecemos a los señores: Edison cuichan, Luis Tonato y Maicol

Gualotuña, estudiantes del Instituto Rumiñahui, por el gran trabajo realizado en el Proyecto de Electricidad Denominado: "AMPLIACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DE RESPALDO PARA INCREMENTO DE POTENCIA DE GENERACIÓN Y LA AUTONOMÍA ENERGÉTICA ", el cual nos ayudara dentro de nuestras instalaciones de una gran manera a mejorar nuestra vida cotidiana.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad

ATENTAMENTE



FUNDACIÓN DE AYUDA SOCIAL
REDIMIR
CONSEJERO EN ADICIONES
Washington Chiluisa
DIRECTOR

CHILUISA WASHINGTON HERNÁN
FUNDACIÓN A.S REDIMIR
DIRECTOR :FUNDACIÓN REDIMIR

Anexo B. Datasheet de Bateria



VRLA BATTERY

6-GFM-120G

12V120Ah

SLA BATTERY—GEL TECHNOLOGY SERIES

Specification

Nominal Voltage	12V
Number of cell	6
Nominal Capacity	120Ah@10hr-rate (12.0A to 1.80V/cell @25°C)
Weight	Approx.35.50Kg
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

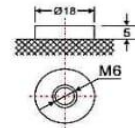
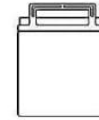
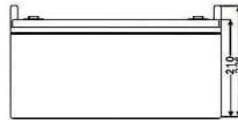
The NIMAC GEL-TECH batteries designed with 15+ years service life. The SOLID-GEL system can avoid corrosion and stratification. The special separator can properly prevent short-circuit. It can offer high deep discharge ability, super thermal stability, good recovery-ability after deep discharging. The 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)

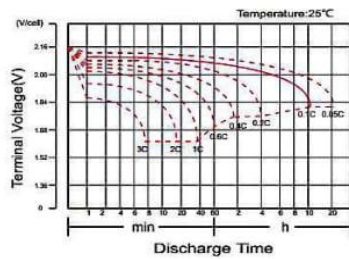
F. V/Time	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
1.60V/cell	408.70	292.90	213.10	133.80	75.61	43.17	30.36	25.13	21.16	14.60	12.58	6.65
1.65V/cell	397.80	278.70	208.70	131.60	75.26	42.84	30.25	25.01	21.04	14.49	12.46	6.53
1.70V/cell	374.90	268.80	205.50	130.40	74.57	42.52	30.01	24.89	20.91	14.37	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)

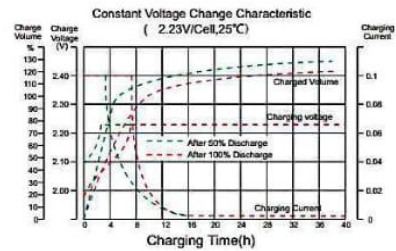
F. V/Time	5min	10min	15min	30min	1h	2h	3h	4h	5h	8h	10h	20h
1.60V/cell	3893.00	3558.00	2620.00	1887.00	1081.00	620.70	438.00	362.90	306.20	211.80	176.80	93.38
1.65V/cell	3813.00	2719.00	2052.00	1491.00	860.60	494.60	349.70	289.70	243.50	168.80	140.00	73.98
1.70V/cell	3600.00	2628.00	2025.00	1473.00	854.30	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



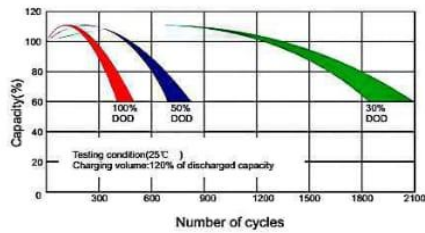
Discharge Characteristics Curve



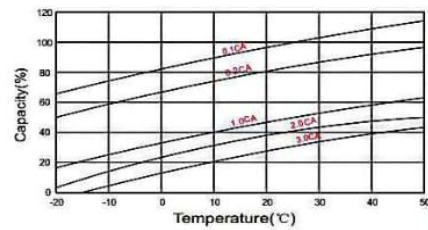
Charging Characteristics Curve



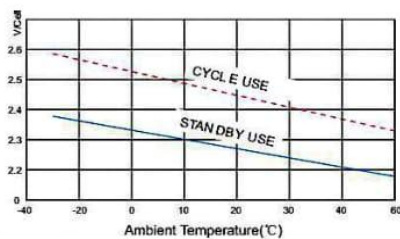
Cycle life in relation to depth of Discharge



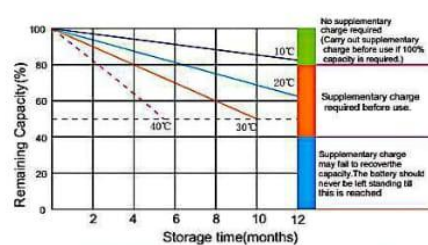
Temperature effects on Capacity



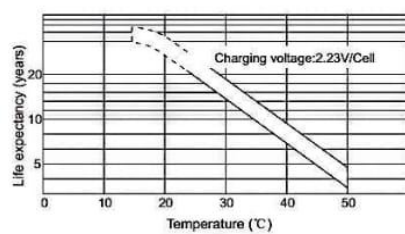
Relationship between charging voltage and temperature



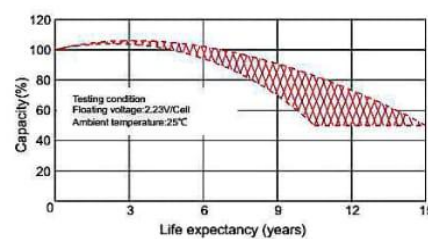
Self-discharge Characteristics



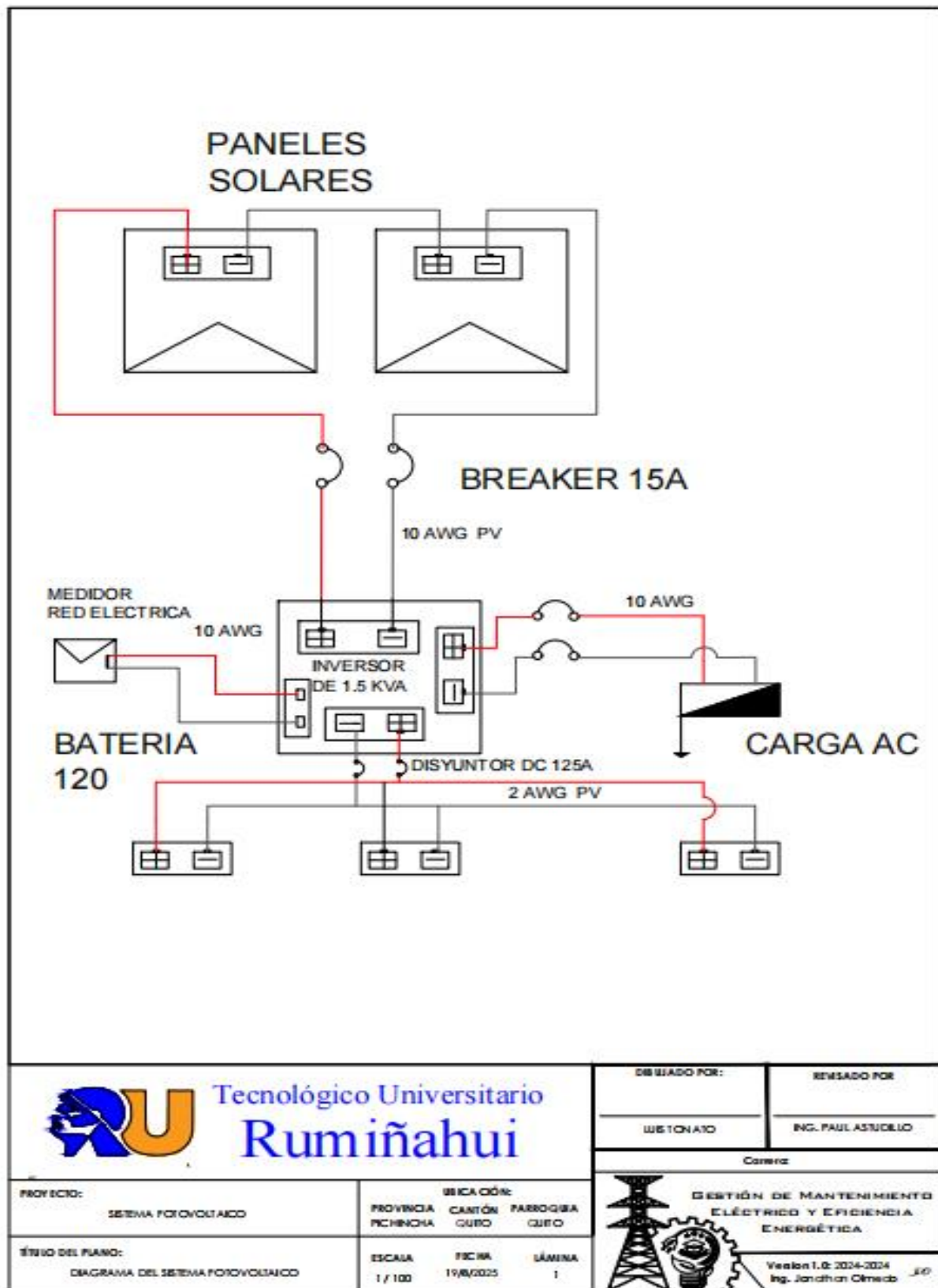
Temperature effects on Float life



Life Characteristics of Standby use



Anexo C. Diagrama Unifilar del Sistema Fotovoltaico





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



PVsyst V7.4.8
 VC5, Simulation date:
 26/08/25 17:13
 with V7.4.8

Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

Project summary

Geographical Site		Situation	Project settings
Amaguaña		Latitude	Albedo
Ecuador		Longitude	0.20
		Altitude	
		Time zone	
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	
		3.5 kWh/Day	
System information		Battery pack	
PV Array		Technology	
Nb. of modules		Lead-acid, General	
Pnom total		Nb. of units	
		3 units	
		Voltage	
		12 V	
		Capacity	
		360 Ah	

Results summary

Useful energy from solar	236.11 kWh/year	Specific production	221 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	14.43 %
Missing Energy	1034.09 kWh/year	Available solar energy	1334.15 kWh/year	Solar Fraction SF	18.61 %
Excess (unused)	958.48 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

General parameters

General parameters					
Standalone system	Standalone system with batteries				
PV Field Orientation					
Orientation			Sheds configuration	Models used	
<i>Fixed plane</i>			<i>No 3D scene defined</i>	<i>Transposition</i>	<i>Perez</i>
<i>Tilt/Azimuth</i>	<i>15 / 0 °</i>			<i>Diffuse</i>	<i>Perez, Meteonorm</i>
				<i>Circumsolar</i>	<i>separate</i>
User's needs					
<i>Daily household consumers</i>					
<i>Constant over the year</i>					
<i>Average</i>	<i>3.5 kWh/Day</i>				

PV Array Characteristics

PV Array Characteristics		PV Array Characteristics	
PV module		Battery	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Narada
Model	JKM-535M-72HL4-TV	Model	6-EVF-120
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, General
Unit Nom. Power	535 Wp	Nb. of units	3 in parallel
Number of PV modules	2 units	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	1070 Wp	Stored energy	3.6 kWh
Modules	2 string x 1 In series	Battery Pack Characteristics	
At operating cond. (50°C)		Voltage	12 V
Pmpp	976 Wp	Nominal Capacity	360 Ah (C10)
U mpp	37 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	26 A		
Controller		Battery Management control	
Universal controller		Threshold commands as	SOC calculation
Technology	DC-DC converter	Charging	SOC = 0.90 / 0.75
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.	approx.	2.3 / 2.1 V
Converter		Discharging	SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %	approx.	1.9 / 2.0 V
DC Input voltage	38.0 V		
Total PV power			
Nominal (STC)	1.07 kWp		
Total	2 modules		
Module area	5.2 m²		

Array losses

Array losses			
Array Soiling Losses		Thermal Loss factor	
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance	DC wiring losses
		Uc (const)	Global array res.
		20.0 W/m²K	23 mΩ
		Uv (wind)	Loss Fraction
		0.0 W/m²K/m/s	1.5 % at STC
Serie Diode Loss		LID - Light Induced Degradation	
Voltage drop	0.7 V	Loss Fraction	Module Quality Loss
Loss Fraction	1.7 % at STC	2.0 %	Loss Fraction
			-0.8 %
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss	
Loss Fraction	0.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %



PVsyst V7.4.8
VC5, Simulation date:
26/08/25 17:13
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

VC5, Simulation date:
26/08/25 17:13
with V7.4.8

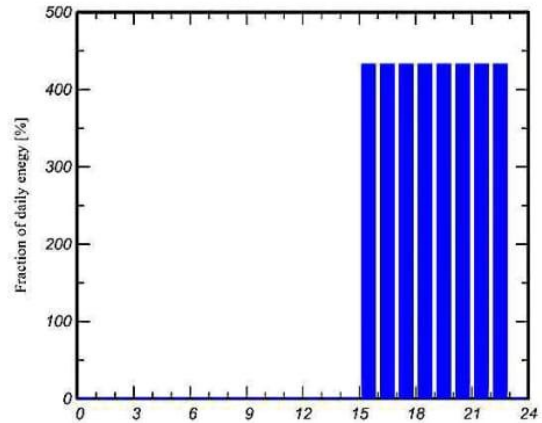
Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 3.5 kWh/day

Annual values

	Nb.	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	24	18/lamp	8.0	3456
Consumidores en espera			24.0, 7days/7	24
Total daily energy				3480

Hourly distribution





Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION
REDIMIR

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8
VC5, Simulation date:
26/08/25 17:13
with V7.4.8

Main results

System Production

Useful energy from solar 236.11 kWh/year
Available solar energy 1334.15 kWh/year
Excess (unused) 958.48 kWh/year

Perf. Ratio PR 14.43 %
Solar Fraction SF 18.61 %

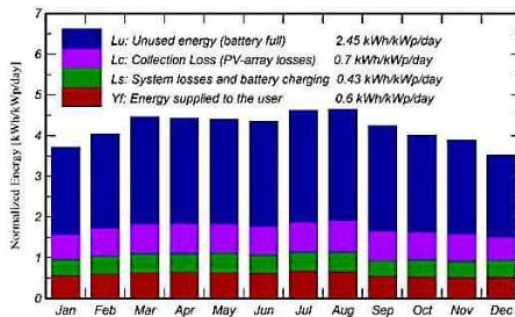
Loss of Load

Time Fraction 6.9 %
Missing Energy 1034.09 kWh/year

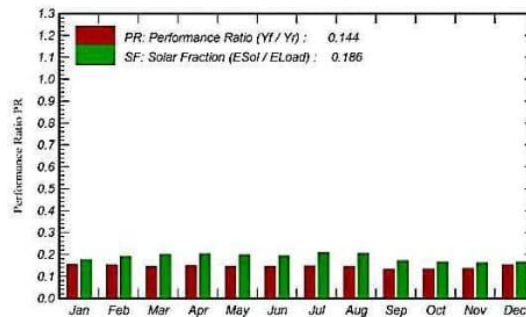
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 93.0 %
Static SOW 80.0 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	128.3	107.1	99.8	70.52	89.02	18.86	107.9	0.175
February	121.8	106.1	98.1	69.14	79.03	18.41	97.4	0.189
March	141.0	130.2	121.2	86.85	86.44	21.44	107.9	0.199
April	129.9	125.3	115.6	82.45	83.31	21.09	104.4	0.202
May	127.7	129.2	119.1	84.71	86.54	21.34	107.9	0.198
June	120.6	123.6	114.4	82.45	84.21	20.19	104.4	0.193
July	132.4	135.7	126.2	90.65	85.36	22.52	107.9	0.209
August	138.3	136.5	126.2	90.44	85.63	22.25	107.9	0.206
September	128.1	120.0	110.0	82.51	86.60	17.80	104.4	0.171
October	131.4	116.9	107.9	78.65	90.17	17.71	107.9	0.165
November	129.0	109.1	100.4	73.58	87.60	16.80	104.4	0.161
December	123.4	101.7	95.2	66.53	90.18	17.70	107.9	0.165
Year	1552.0	1441.5	1334.1	958.48	1034.09	236.11	1270.2	0.186

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)

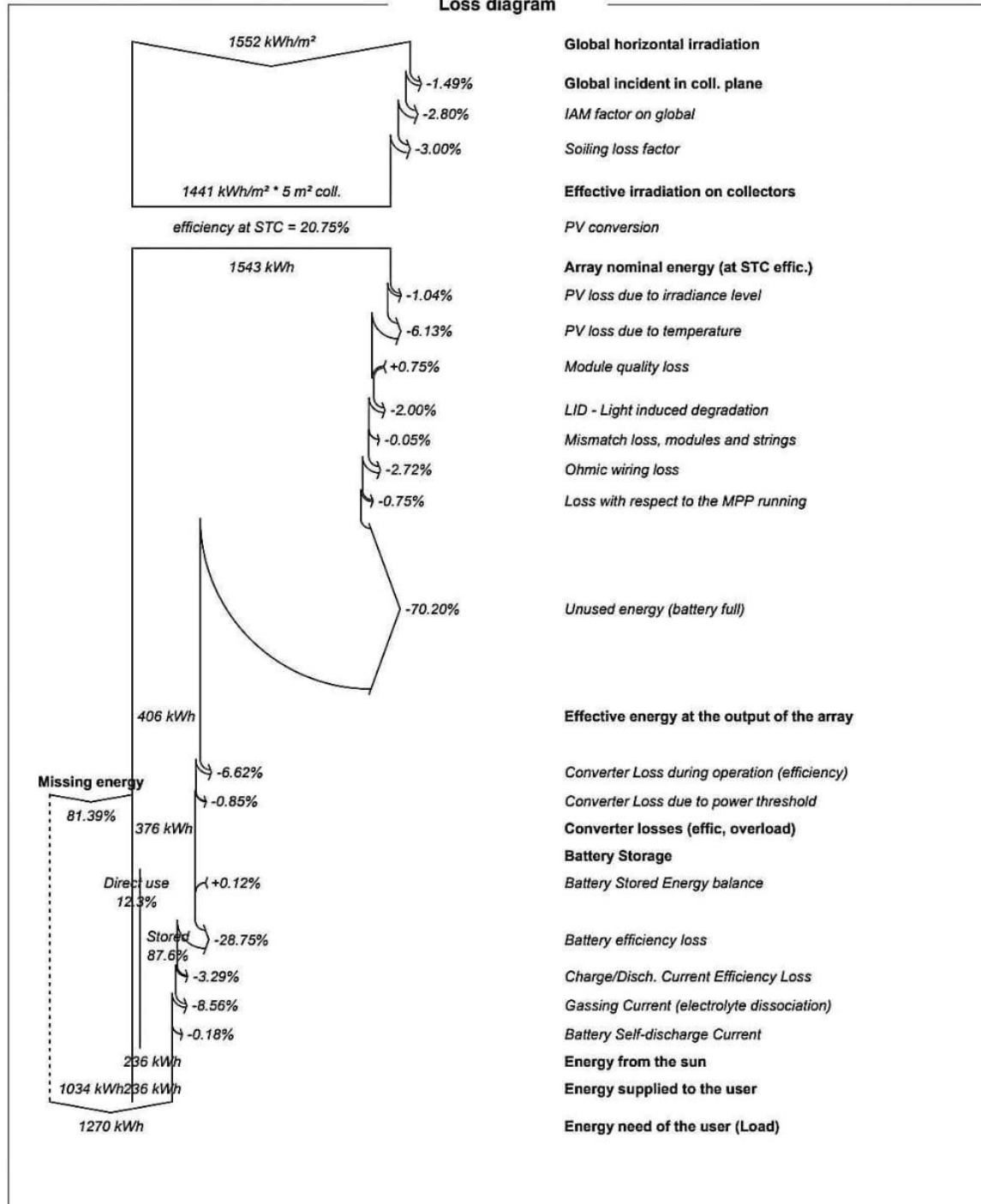


PVsyst V7.4.8
VC5, Simulation date:
26/08/25 17:13
with V7.4.8

**Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION
REDIMIR**

Variant: Nueva variante de simulación

Loss diagram

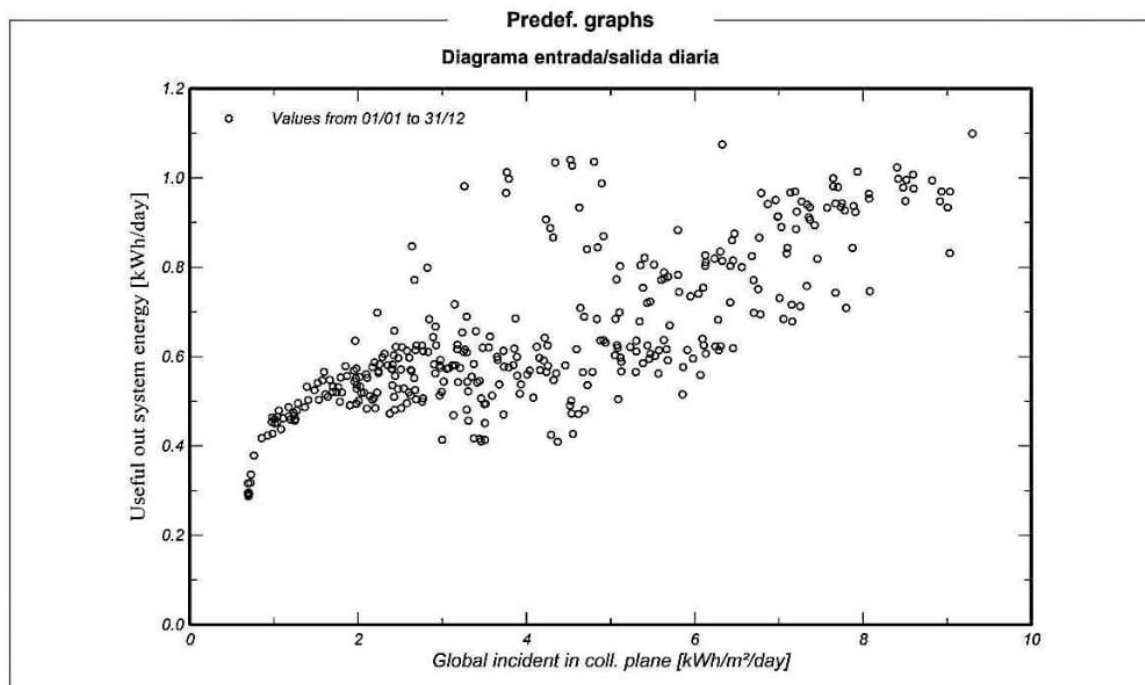




PVsyst V7.4.8
VC5, Simulation date:
26/08/25 17:13
with V7.4.8

**Project: SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA FUNDACION
REDIMIR**

Variant: Nueva variante de simulación



Anexo E. Link del Video

https://youtube.com/shorts/QJK2Nv1hmkw?si=IqDyKrWm_5dbDfzK