



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Y APLICADAS

CARRERA DE ELECTRICIDAD

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA
ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA
EMPRESA “INNOVACIÓN EN REDES Y
TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”**

Propuesta Tecnológica presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Eléctrico

AUTORES:

Cadena Gallardo Henry Mauricio
Carrión Moreno Carlos Santiago

TUTOR:

Ing. Vásquez Teneda Franklin Hernán M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR


FEBRERO - 2024

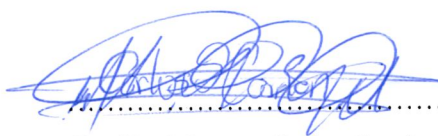
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cadena Gallardo Henry Mauricio, con cedula de ciudadanía No. 060595465-0, Carrión Moreno Carlos Santiago, con cedula de ciudadanía No. 050388647-5 declaramos ser autores de la presente **PROPUESTA TECNOLÓGICA: “MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”**, siendo el Ing. Franklin Hernán Vásquez Teneda M.Sc., Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, marzo 2024


.....
Cadena Gallardo Henry Mauricio
C.C: 060595465-0

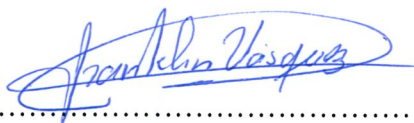

.....
Carrión Moreno Carlos Santiago
C.C: 050388647-5

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”, de Cadena Gallardo Henry Mauricio, Carrión Moreno Carlos Santiago, de la carrera de Electricidad, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, marzo 2024



.....
Ing. Vásquez Teneda Franklin Hernán M.Sc.

C.C: 171043449-7

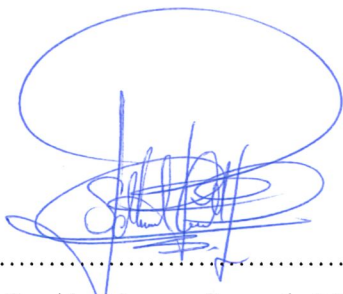
TUTOR

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Gerente General de la empresa “**Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi**”, mediante el presente documento pongo a consideración que los estudiantes **Cadena Gallardo Henry Mauricio**, con cédula N° **060595465-0** y **Carrión Moreno Carlos Santiago** con cédula N° **050388647-5** estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la carrera de Ingeniería en Electricidad, realizaron el diseño e implementación de su propuesta tecnológica bajo el nombre de “**MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI**”, trabajo que fue desarrollado de manera satisfactoria logrando obtener resultados positivos para la empresa y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente documento en cuanto estime conveniente mientras se encuentre dentro del marco legal.

Latacunga, marzo 2024



Ing. Carrión Moreno Segundo Manuel

C.C: 050273994-7

GERENTE GENERAL

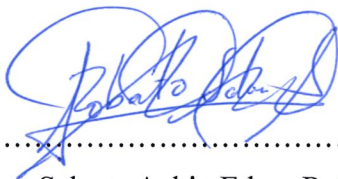
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban la presente Propuesta Tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Cadena Gallardo Henry Mauricio, Carrión Moreno Carlos Santiago, con el título de la Propuesta Tecnológica: **“MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

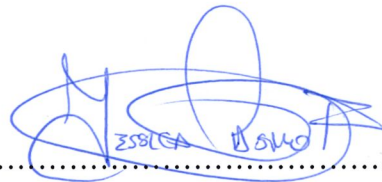
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, marzo 2024

Para constancia firman:



.....
Ing. Salazar Achig Edgar Roberto M.Sc.
C.C: 050284761-9
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



.....
Ing. Castillo Fiallos Jessica Nataly M.Sc.
C.C: 060459021-6
LECTOR 2



.....
Ing. León Segovia Marco Aníbal M.Sc.
C.C: 050230540-2
LECTOR 3

AGRADECIMIENTO

Agradezco cada bendición que Dios me ha dado en mi vida; también me agradezco a mí por el arduo trabajo, paciencia, dedicación y tenacidad que he demostrado.

A Carlos Carrión por su amistad y apoyo incondicional siempre formando parte de momentos inolvidables de compañerismo y amistad, siendo un excelente compañero de tesis siempre disponible y activo para el desarrollo de la misma.

El más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Carrera de Electricidad, por permitirme cursar por sus aulas brindándome conocimientos invaluable para mi vida profesional.

A mi tutor de tesis Ing. Franklin Vásquez por su apoyo y confianza en mi trabajo encaminándome de la manera correcta en el transcurso de este trabajo, siendo un aporte invaluable.

Henry Mauricio Cadena G.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por ser mi guía espiritual y enseñarme que todo a su tiempo es perfecto. A mis padres por siempre apoyarme y creer en cada uno de mis proyectos, a mis hermanos por ese cariño brindado y apoyo incondicional.

A mi amigo de tesis Henry Cadena, por su amistad y acompañamiento en esta vida estudiantil por su entrega en el trabajo de titulación, siendo pieza fundamental para poder culminar los estudios con éxito.

Un agradecimiento fraterno a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por permitirme ser parte de esta gran familia, formando profesionales capaces de solucionar cualquier inconveniente. En especial a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, por brindarme el conocimiento necesario para desempeñarme en el campo laboral.

A mi tutor de tesis Ing. Franklin Vásquez, por la paciencia y el conocimiento impartido tanto en las aulas de clase como apoyo en el trabajo de titulación, siendo de gran aporte para poder culminar con éxito.

Carlos Santiago Carrión M.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios quien me ha protegido, guiado y fortalecido en este largo camino para superar todas las adversidades que encontré durante mi formación universitaria.

A mis padres Arsube Cadena y Digna Gallardo por ser el apoyo incondicional quienes con su amor, paciencia, valores y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más de mi vida y gracias por siempre decirme encuentra lo que te gusta, tu pasión ya que es la única manera de hacer un gran trabajo es amar lo que haces. Si no lo has encontrado aún, sigue buscando. Como con todo lo que tiene que ver con el corazón, sabrás cuando lo hayas encontrado.

A mis hermanos Jhoana y Jhonatan por su cariño y apoyo durante todo este proceso y nunca abandonarme en los momentos más difíciles.

Henry Mauricio Cadena G.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre Dios que cada momento me ha brindado sabiduría para sobrellevar este caminar y mostrarme que cada golpe de la vida fue necesario para mi formación personal, dedico a mis padres Manuel Carrión y Elsa Moreno, que son parte fundamental en mi vida personal y universitaria siendo un pilar fundamental en mi vida enseñándome virtudes y valores, a mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, en especial a mi hermano Manuel por siempre apoyarme y estar ahí cuando más lo he necesitado, a mi hermana Alexandra por sus palabras de aliento cuando estuve a punto de desistir de mis estudios, a mi novia Karen Velasco por confiar en mí y ser parte de este duro proceso.

A cada uno de mis clientes que han sido pacientes y han sabido comprender mis tiempos de trabajo y estudios, teniendo un papel importante en este proceso. Finalmente, a mis amigos que fueron parte fundamental en esta vida universitaria, a mis familiares que de una u otra forma me ayudaron a seguir adelante.

Carlos Santiago Carrión M.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”

Autores:

Cadena Gallardo Henry Mauricio

Carrión Moreno Carlos Santiago

RESUMEN

En la presente propuesta tecnológica se presenta un análisis detallado de un sistema fotovoltaico híbrido para la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”, lo cual revela una demanda diaria de 1.109 Wh, presentando una potencia fotovoltaica de 338 W, mediante el software Solarius PV facilitó el modelado del sistema determinando la necesidad de la instalación de tres módulos fotovoltaicos, un inversor híbrido, dos baterías los cuales se encuentran respaldados por los respectivos cálculos garantizando un funcionamiento eficiente. Los datos obtenidos del sistema implementado muestran una tensión de salida de la red de 120 V en corriente alterna y una frecuencia de 60 Hz y teniendo una variación de la tensión en la batería entre los 25 y 27 V en corriente continua, se puede evidenciar una producción diaria de energía fotovoltaica que supera los 4.000 Wh y así se puede garantizar la transferencia óptima de energía. Este estudio representa un paso significativo para una transición energética sostenible para la empresa de este modo se promueve la concientización de la sociedad en el uso de las energías renovables y así reducir la contaminación ambiental, la implementación de proyectos fotovoltaicos en el país resultan favorables debido a que el país tiene características geográficas y climáticas únicas que influyen de manera directa en este tipo de sistemas.

Palabras clave: Sistema Fotovoltaico Híbrido, Módulos Fotovoltaicos, Inversor, Baterías, Implementación, Energías Renovables, Tensión, Frecuencia, Contaminación Ambiental.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

THEME: “MODELING OF A PHOTOVOLTAIC MODULE TO POWER THE COMMUNICATIONS SYSTEM OF THE COMPANY INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”

Authors:

Cadena Gallardo Henry Mauricio

Carrión Moreno Carlos Santiago

ABSTRACT

This technological proposal presents a detailed analysis of a hybrid photovoltaic system for the company "Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi", which reveals a daily demand of 1,109 Wh, presenting a photovoltaic power of 338 W, through the Solarius PV software facilitated the modeling of the system determining the need for the installation of three photovoltaic modules, a hybrid inverter, two batteries which are supported by the respective calculations ensuring efficient operation. The data obtained from the implemented system show a grid output voltage of 120 V in alternating current and a frequency of 60 Hz and having a voltage variation in the battery between 25 and 27 V in direct current, it can be evidenced a daily production of photovoltaic energy that exceeds 4,000 Wh and thus the optimal energy transfer can be guaranteed. This study represents a significant step towards a sustainable energy transition for the company, thus promoting the awareness of society in the use of renewable energies and reducing environmental pollution, the implementation of photovoltaic projects in the country are favorable because the country has unique geographical and climatic characteristics that directly influence this type of systems.

Keywords: Hybrid Photovoltaic System, Photovoltaic Modules, Inverter, Batteries, Implementation, Renewable Energies, Voltage, Frequency, Environmental Pollution.

AVAL DE TRADUCCIÓN – PROFESIONAL EXTERNO

Yo Evelin Aracelly Santamaria Santana con cédula de identidad número: 175402236-4 Licenciada en: Pedagogía del idioma inglés, con número de registro de la SENESCYT: 1010-2023-2634380; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del resumen de la propuesta tecnológica con el título: **“MODELAMIENTO DE UN MÓDULO FOTOVOLTAICO PARA ALIMENTAR EL SISTEMA DE COMUNICACIONES EN LA EMPRESA INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI”** de: **Henry Mauricio Cadena Gallardo y Carlos Santiago Carrión Moreno**, egresados de la carrera de **Ingeniería en Electricidad** perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, marzo 2024



.....
Lic. Evelin Aracelly Santamaria Santana
CI: 175402236-4

ÍNDICE GENERAL

1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
2.1	PROBLEMA	3
2.1.1	Situación Problemática.....	3
2.1.2	Formulación del Problema	4
2.2	OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	4
2.2.1	Objeto	4
2.2.2	Campo de acción	4
2.3	JUSTIFICACIÓN	4
2.4	BENEFICIARIOS.....	5
2.4.1	Beneficiarios Directos	5
2.4.2	Beneficiarios Indirectos.....	5
2.5	OBJETIVOS	6
2.5.1	General	6
2.5.2	Específicos.....	6
2.6	SISTEMA DE TAREAS	6
3.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
3.1	ANTECEDENTES.....	7
3.2	ENERGÍAS RENOVABLES	9
3.3	TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA.....	9
3.3.1	Energía Hidráulica.....	9
3.3.2	Energía Eólica.....	9
3.3.3	Energía Geotérmica	9
3.3.4	Biomasa	10

3.3.5	Energía Solar Fotovoltaica	10
3.4	EL SOL.....	10
3.4.1	Movimiento del sol.....	11
3.4.2	Altura solar (α).....	12
3.4.3	Azimut solar (ψ).....	12
3.5	RECURSO SOLAR	12
3.6	ENERGÍA SOLAR	13
3.6.1	Utilización directa	13
3.6.2	Transformación en calor	14
3.6.3	Transformación en electricidad	14
3.6.4	Ventajas y desventajas de la energía solar	14
3.7	RADIACIÓN SOLAR	15
3.7.1	Tipos de radiación solar.....	15
3.7.1.1	Radiación directa	15
3.7.1.2	Radiación reflejada	16
3.7.1.3	Radiación difusa.....	16
3.7.2	Unidades de la radiación solar.....	16
3.8	SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	16
3.8.1	Ventajas y desventajas del sistema fotovoltaico	17
3.8.1.1	Ventajas.....	17
3.8.1.2	Desventajas	17
3.9	TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	18
3.9.1	Sistemas On-Grid o conectados a la red.....	18
3.9.2	Sistemas Off-Grid o aislados de la red	18
3.9.3	Sistemas híbridos.....	19

3.10	ELEMENTOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO	19
3.10.1	Módulos fotovoltaicos	19
3.10.2	Tipos de Módulos.....	20
3.10.2.1	Monocristalino	20
3.10.2.2	Policristalino	20
3.10.2.3	Capa Fina	21
3.10.3	Parámetros para la selección del módulo fotovoltaico	23
3.10.4	Baterías	23
3.10.4.1	Funcionamiento.....	24
3.10.4.2	Tipos y características de baterías.....	24
3.10.4.3	Baterías monoblok	24
3.10.4.4	Baterías estacionarias.....	26
3.10.4.5	Baterías de ion litio	27
3.10.4.6	Parámetro para la selección de baterías	28
3.10.5	Regulador.....	28
3.10.5.1	Tipos de reguladores	29
3.10.5.2	Parámetros para la selección de un regulador.....	30
3.10.6	Inversor	31
3.10.6.1	Funcionamiento.....	31
3.10.6.2	Tipos de inversores	32
3.10.6.3	Parámetros para la selección de un inversor.....	33
3.11	NORMAS TÉCNICAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	34
3.11.1	Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11 Cap. 14 Energías Renovables	34
3.11.1.1	Especificaciones técnicas de los equipos.....	35
3.12	SOFTWARE PARA MODELAR EL MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	37

4.	METODOLOGÍA	37
4.1	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	37
4.1.1	Método Experimental	37
4.1.2	Método Descriptivo	37
4.1.3	Método Cuantitativo	37
4.2	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	38
4.2.1	Investigación Bibliográfica.....	38
4.2.2	Investigación Descriptiva	38
4.3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	38
4.3.1	Datos del sistema.....	38
4.4	ESTUDIO DE RADIACIÓN.....	39
4.4.1	Ubicación.....	39
4.4.2	Extracción de datos climatológicos	40
4.5	CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO FOTOVOLTAICO.....	44
4.5.1	Criterios a tomar en cuenta para la elección de la tensión del sistema fotovoltaico	44
4.5.2	Potencia Fotovoltaica	44
4.5.2.1	Número de módulos fotovoltaicos.....	44
4.5.2.2	Número de baterías	44
4.6	MODELAMIENTO DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO MEDIANTE SOFTWARE SOLARIUS PV	45
4.7	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	51
4.8	IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO EN LA EMPRESA	56
4.9	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	59
4.10	DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO	

5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	61
5.1	Consumo diario	61
5.2	Potencia fotovoltaica.....	62
5.3	Número de módulos fotovoltaicos	62
5.3.1	Cálculo de voltaje y corriente total.....	63
5.4	Selección del inversor hibrido.....	64
5.5	Número de baterías	65
5.5.1	Baterías en paralelo	65
5.5.2	Baterías en serie.....	66
5.6	Datos obtenidos del sistema fotovoltaico implementado.....	66
5.6.1	Factor de potencia de entrada PV.....	66
5.6.2	Tensión de la red.....	67
5.6.3	Frecuencia de la red.....	68
5.6.4	Tensión de la batería.....	68
5.6.5	Capacidad de la batería.....	69
5.6.6	Tensión salida de la red	70
5.6.7	Porcentaje de carga de salida.....	70
5.7	Análisis de la energía generada diariamente por el sistema fotovoltaico	71
5.8	Porcentaje de conexión para cargas variables.....	72
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
6.1.1	Conclusiones.....	72
6.1.2	Recomendaciones	73
7.	REFERENCIAS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Generación de Energía en el Ecuador	10
Figura 3.2 Movimiento del sol	11
Figura 3.3 Altura solar	12
Figura 3.4 Azimut solar	12
Figura 3.5 Tipos de radiación solar	15
Figura 3.6 Estructura de un sistema fotovoltaico	17
Figura 3.7 Sistema fotovoltaico conectado a la red	18
Figura 3.8 Sistema fotovoltaico aislado de la red.....	19
Figura 3.9 Sistema hibrido	19
Figura 3.10 Módulo Fotovoltaico de Silicio Monocristalino	20
Figura 3.11 Módulo Fotovoltaico de Silicio Policristalino	21
Figura 3.12 Módulo fotovoltaico de capa fina	21
Figura 3.13 Módulos fotovoltaicos conectados en serie.....	22
Figura 3.14 Módulos fotovoltaicos conectados en paralelo	22
Figura 3.15 Módulos fotovoltaicos conectados en serie-paralelo.....	23
Figura 3.16 Batería de plomo-ácido	24
Figura 3.17 Batería AGM de 12V	25
Figura 3.18 Batería de gel 250Ah-12V	26
Figura 3.19 Batería estacionaria OPzS 380Ah - 2V	27
Figura 3.20 Batería estacionaria OPzV 600Ah - 2V	27
Figura 3.21 Baterías de litio 189Ah - 51 V	28
Figura 3.22 Conexión del regulador de carga.....	29
Figura 3.23 Regulador de carga PWM	30
Figura 3.24 Regulador de carga MPPT	30
Figura 3.25 Inversores fotovoltaicos	31
Figura 3.26 Inversor tipo cadena o string	32
Figura 3.27 Microinversor	33
Figura 3.28 Optimizadores de potencia	33
Figura 4.1 Ubicación de la empresa (Lat:-0.90820, Long:-78.63428)	40
Figura 4.2 Interfaz del programa Nasa Power	40

Figura 4.3 Datos del Albedo	41
Figura 4.4 Datos de la Radiación difusa	42
Figura 4.5 Datos de la Radiación normal directa.....	42
Figura 4.6 Datos de la Temperatura del viento a 2 metros	43
Figura 4.7 Datos de la Velocidad del viento a 10 metros	43
Figura 4.8 Interfaz del Software Solarius PV	46
Figura 4.9 Datos de localización de la empresa.....	46
Figura 4.10 Datos de la radiación anual	47
Figura 4.11 Diseño del campo fotovoltaico	47
Figura 4.12 Superficie para la instalación de los módulos fotovoltaicos	48
Figura 4.13 Diseño y selección de los módulos fotovoltaicos.....	48
Figura 4.14 Selección del inversor para el sistema.....	49
Figura 4.15 Sombras que se producirán en el día	50
Figura 4.16 Ingreso de la carga que tiene la empresa	50
Figura 4.17 Diseño del número de baterías	51
Figura 4.18 Datos de la simulación en el Software Solarius PV	51
Figura 4.19 Colocación de la estructura para los módulos fotovoltaicos	56
Figura 4.20 Colocación de los módulos fotovoltaicos.....	56
Figura 4.21 Conexión de los módulos fotovoltaicos	57
Figura 4.22 Cuadro general de las protecciones	57
Figura 4.23 Conexión del inversor hibrido con el cuadro general.....	58
Figura 4.24 Conexión de las baterías del sistema	58
Figura 4.25 Encendido del inversor hibrido	59
Figura 4.26 Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico implementado	60
Figura 4.27 Diagrama de conexión del sistema fotovoltaico.....	61
Figura 5.1 Arreglo final de los módulos fotovoltaicos	64
Figura 5.2 Factor de entrada de la potencia fotovoltaica.....	67
Figura 5.3 Tensión de la red.....	67
Figura 5.4 Frecuencia de la red.....	68
Figura 5.5 Tensión de la batería.....	69
Figura 5.6 Capacidad de la batería.....	69

Figura 5.7 Tensión salida de la red	70
Figura 5.8 Porcentaje de carga de salida.....	71
Figura 5.9 Producción de energía diría	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Ventajas y desventajas de la energía solar.....	14
Tabla 4.1 Equipos y consumo de potencia de la empresa.....	39
Tabla 4.2 Distribuidora AC MAYORISTA S.A.....	52
Tabla 4.3 Distribuido PROVIENTO.....	53
Tabla 4.4 Distribuidora POWEST.....	54
Tabla 4.5 Costo total del sistema fotovoltaico a implementar.....	55
Tabla 5.1 Datos de las horas de sol.....	62
Tabla 5.2 Características del módulo fotovoltaico seleccionado.....	62
Tabla 5.3 Especificaciones del inversor híbrido.....	65
Tabla 5.4 Características de la batería seleccionada.....	65

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Modelamiento de un módulo fotovoltaico para alimentar el sistema de comunicaciones en la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.

Fecha de inicio: 13/11/2023

Fecha de finalización: 16/02/2024

Lugar de ejecución: Barrio la Calera Sector los Arupos, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Oficinas de la Empresa de Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería en Electricidad.

Proyecto Macro Asociado: Desarrollo de sistemas eficientes para el abastecimiento y uso de energía eléctrica a nivel local, nacional o regional.

Equipo de Trabajo:

Grupo de Investigación: Sistemas Fotovoltaicos.

Tutor de Titulación: Ing. M.Sc. Franklin Hernán Vásquez Teneda.

Estudiantes: Henry Mauricio Cadena Gallardo

Carlos Santiago Carrión Moreno

Área de conocimiento: 07 Ingeniería, Industria y Construcciones / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía.

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sublíneas de investigación de la carrera:

- Explotación y diseño de sistemas eléctricos de potencias.
- Conversión y uso racional de la energía eléctrica.
- Control y optimización en el uso de la energía del sector industrial, comercial y residencial.
- Inteligencia artificial y modelación de sistemas.

2. INTRODUCCIÓN

El uso de las energías renovables se ha vuelto cada vez más amplio debido a la cultura de optimizar recursos y disminuir los contaminantes, lo que provoca la necesidad de establecer proyectos en los cuales se aporte información que conlleve a un mejor funcionamiento o implantación de este tipo de sistemas.

En la actualidad, debido a la falta de fuentes de energías tradicionales y la concientización de la sociedad en preservar el bienestar del planeta, por medio de las energías renovables y limpias. Entre ellas es importante destacar la energía solar ya que tiene un bajo impacto sobre el medio ambiente, gracias al sol que es la fuente de energía inagotable. Todo esto tiene beneficios a largo plazo; se basa en captar la energía solar a través de una serie de dispositivos fotovoltaicos y generar electricidad a partir de ella.

Los sistemas fotovoltaicos en Ecuador se caracterizan por un crecimiento significativo en la adopción de energía solar, respaldado por políticas gubernamentales favorables y avances tecnológicos, pero también enfrenta desafíos relacionados con la integración en la red eléctrica y la sostenibilidad financiera, la oferta de fabricantes de paneles solares, entre otros. El país tiene características geográficas y climáticas únicas y pueden influir en la implementación de sistemas fotovoltaicos [1].

El crecimiento del mercado de la energía fotovoltaica ha favorecido mucho a esta tecnología, ya que al pasar de los años se han desarrollado múltiples investigaciones para lograr células fotovoltaicas mucho más eficientes, de igual manera se ha abaratado considerablemente los equipos que conforman este sistema, logrando con ello mucha más accesibilidad y flexibilidad en rangos de operación de dichos equipos [2].

Con la presente investigación se busca obtener un módulo fotovoltaico adecuado para la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi” ubicada en el cantón Latacunga, con la finalidad de tener un sistema de respaldo para la demanda energética y convirtiéndose en una de las empresas en fomentar el uso de energías renovables y amigable con el ambiente.

Es importante tener en cuenta que las energías renovables o ambientalmente amigables en los diseños eléctricos, uno de los objetivos de la ONU (Organización de las Naciones Unidas) es asegurar un acceso sostenible y seguro dentro del campo de la energía eléctrica.

2.1 PROBLEMA

2.1.1 Situación Problemática

El internet representa un componente fundamental de la era de la información, frente al papel decisivo desempeñó por la revolución tecnológica. Esta red interconectada de sistemas informáticos, principalmente a través de plataformas de comunicación inalámbrica en la actualidad, nos brinda la capacidad de comunicarnos de forma universal y bidireccional nos posibilita eliminar las barreras geográficas.

Por lo cual, en el mundo, las redes de telecomunicaciones tanto fijas, móviles y satelitales son de vital importancia para mantener comunicados a las personas, manteniendo el desarrollo de los países, por lo tanto, el servicio no debe ser interrumpido. La mayoría de los problemas que generan la interrupción del servicio en una red de fibra óptica suelen ser errores físicos tales como: ruptura del cable de fibra óptica, daños en los equipos electrónicos, interrupciones de energía eléctrica.

Una de las principales causas que interfiere para la generación de energía eléctrica dentro del Ecuador, es el déficit del caudal de agua dentro de las hidroeléctricas. El escenario del sector eléctrico de Ecuador no mejorará en 2024 y 2025. Es probable que el corte de energía dure hasta febrero, después del cual se esperar que las precipitaciones comiencen a aumentar, pero luego vendrá otra sequía que será más severa que la actual. El operador genérico nacional Cenase advirtió al Ministerio de Energía en un informe de noviembre de 2020 que “Escenarios de racionamiento de energía pueden repetirse en alguno de los meses secos de 2024 – 2025 si no se toman medidas” [3].

Debido a esto la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”, se ha visto afectada por los racionamientos eléctricos, como consecuencia han tenido daños en lo equipos electrónicos , interrupción del servicio, pérdidas económicas y quejas de los usuarios, puesto que al existir la interrupción de la energía eléctrica en el sector donde se ubica la empresa, los equipos que generan la emisión de internet se desconfiguran, y se genera una sobre tensión dentro de la misma, ocasionando así que el servicio demore en restablecerse y llegue con normalidad a los usuarios.

2.1.2 Formulación del Problema

Las empresas que prestan servicio de Internet, se han visto afectados por el desabastecimiento de energía eléctrica ya sea por apagones directamente del proveedor del servicio energético, dichas eventualidades pueden ser programados y no programadas, o por sucesos como accidentes de tránsito, fallas en la red, el cual, ha tenido afectaciones en los equipos eléctricos, sufriendo daños irreparables y pérdidas económicas.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto

Modelamiento de un módulo fotovoltaico para alimentar el sistema de comunicaciones en la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.

2.2.2 Campo de acción

330000 Ciencias Tecnológicas.

3306 Ingeniería y Tecnologías Eléctricas.

330606 Fabricación de Equipos Eléctricos.

330609 Transmisión y Distribución.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación posibilita abordar la problemática de cerca, ya que su importancia radica en que se vive en una era globalizada, donde el suministro de electricidad es importante en todos los ámbitos, ya sea en la educación, industria, salud y que sucede si dentro de una empresa de ISP “Proveedor de Servicio de Internet”, existe un corte de energía o suspensión programada o no programada, esto produce la desconfiguración de los equipos electrónicos que brindan el servicio, ocasionando pérdidas económicas que se genera en la empresa, y la inconformidad para los usuarios, debido a que se restringen ciertas actividades diarias.

Desde el punto de vista académico, la investigación aporta como la energía fotovoltaica puede evitar la suspensión del servicio de energía ayudando de esta manera al campo tecnológico, debido a que existen investigaciones previas tales como: artículos, tesis, atlas solar que permite ver el comportamiento de la radiación solar en los últimos años. Lo que ayuda a que las futuras

investigaciones vayan mejorando y se convierta en conocimientos invaluable en el área de la electricidad y de más áreas de aplicación.

Los beneficiarios directos de este proyecto será la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”, ya que el sistema será más eficiente y sostenible y sobre todo ayudará a mejorar el factor económico permitiendo que la empresa sea sustentable. Los beneficiarios indirectos serán los técnicos responsables de la misma, y los usuarios ya que el servicio se restablecerá sin problemas.

Por último, este proyecto ayudará al mejoramiento del servicio dentro de la empresa, siendo eficiente ya que no dependerá solamente del suministro de la energía convencional y aportará con resultados sólidos y prácticos en el campo de las ciencias tecnológicas y de manera directa dentro de las ingenierías eléctricas, así como también para futuras investigaciones en este campo. La investigación es factible ya que se cuenta con el apoyo de la empresa y existe los recursos necesarios para misma.

2.4 BENEFICIARIOS

2.4.1 Beneficiarios Directos

La empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.

2.4.2 Beneficiarios Indirectos

Son los usuarios de la empresa que se encuentran dispersos en la parroquia Eloy Alfaro, los mismo que desarrollan diferentes actividades, de esta forma facilita que la conexión de la red sea estable, y evita inconvenientes tales como: desconfiguración de los equipos electrónicos del ISP (Proveedor de Servicio de Internet), interrupción del sistema de cobro, desenlace de las aplicaciones de las cámaras de video vigilancia, educación, salud, etc., que funcionan en base del servicio de internet.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 General

Modelar un módulo fotovoltaico, mediante el estudio de energía solar en el sistema de comunicación de la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”, obteniendo la transferencia óptima de energía.

2.5.2 Específicos

- Recopilar información en diferentes fuentes bibliográficas sobre los sistemas fotovoltaicos.
- Determinar la demanda energética de la empresa mediante cálculos para el diseño del sistema fotovoltaico.
- Modelar un sistema fotovoltaico óptimo para la empresa mediante un software especializado.
- Implementar el sistema fotovoltaico en la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.

2.6 SISTEMA DE TAREAS

Objetivos específicos	Actividades (Tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Recopilar información en diferentes fuentes bibliográficas sobre los sistemas fotovoltaico.	- Revisión de trabajos relacionados sobre los sistemas fotovoltaicos.	- Información de los elementos que conforman los sistemas fotovoltaicos.	- Tesis - Revistas Técnicas - Libros - Artículos científicos
Determinar la demanda energética de la empresa mediante cálculos para el diseño del sistema fotovoltaico.	- Revisión del número de equipos que tiene la empresa. - Realización de cálculos matemáticos en los	- Elaboración del listado de equipos con su respectiva potencia de consumo. - Obtención del voltaje y de la	- Pinza amperimétrica - Multímetro - Excel

	<p>sistemas fotovoltaicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medición de los niveles de voltaje y corriente. 	<p>corriente que consume la empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Obtención de la demanda de energía que tiene la empresa. 	
<p>Modelar un sistema fotovoltaico óptimo para la empresa mediante un software especializado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de información sobre la radiación del sector. - Revisión de los equipos que se tiene en el software. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de la tabla de la radiación mensual del sector. - Identificación de los equipos que se ajustan al sistema fotovoltaico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programa PVGIS - Programa NASA POWER - Software Solarius PV
<p>Implementar el sistema fotovoltaico en la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de la información de los equipos a instalarse. - Monitoreo del sistema fotovoltaico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha técnica de los equipos. - Manual de usuario. - Esquema unifilar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Panel solar - Inversor híbrido - Baterías - Software Solar Power - Software AutoCAD

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 ANTECEDENTES

Según menciona [4] en la investigación titulada “Implementación de un Sistema de Generación Solar Fotovoltaica con Integración a la Red Eléctrica en el Edificio de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica del Norte” se realizó el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico integrado a la red eléctrica. En la etapa inicial del estudio se estableció el potencial de radiación solar existente en el Campus de la Universidad Técnica del Norte que está en un rango

entre 4,48 – 6,71 kWh/m², luego se estudia el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos con conexión a red, los componentes y recomendaciones que se deben seguir para el dimensionamiento y la selección de los equipos a instalar. El sistema de generación fotovoltaica tiene la capacidad de originar una potencia de 520 W, a 220 VAC, el cual puede satisfacer hasta un 15% aproximadamente de la demanda del edificio de la carrera de Ingeniería en Electricidad. El proyecto se encuentra conformado por equipos tanto de generación eléctrica como de integración a la red; así mismo de componentes adicionales que brindarán protección y seguridad a los dispositivos del sistema.

La investigación realizada por [5] titulada “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a red con soporte de almacenamiento en la Universidad Tecnológica de Pereira” la cual tiene como objetivo, diseñar e implementar el sistema fotovoltaico en la Universidad de Pereira, misma que se tendrá que analizar la eficacia del sistema con la ayuda de medidores de energía, por lo que se hará uso de una metodología de tipo aplicada, para llegar a la conclusión que mediante la variedad de dispositivos ya encontrados en el Sistema, será posible hacer una nueva evaluación del diseño híbrido, donde se ha utilizado una red convencional, reduciendo los controladores que dan carga y así se obtendrá un aumento en la eficiencia del sistema.

De igual manera, según el estudio realizado por [6] que lleva como título “Estudio para el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico para el mercado San Roque”, tiene como objetivo hacer un estudio para poder implementar un sistema que genere energía eléctrica fotovoltaica con conexión a red Eléctrica de la capital del Ecuador, la cual sigue la metodología del rendimiento global de instalación, misma que incluye la determinación de la potencia mínima de Generación, llegando a concluir que la mismas que varía el voltaje dentro del rango admisible según las normas “Resolución N.º ARCONEL-053/18”.

Finalmente, para [7] que lleva como título “Estudio de pre factibilidad para la estructura del diseño de implementación de un sistema de energía mediante fotovoltaico en vivienda con problemas de suministro eléctrico”, y su objetivo es realizar el estudio de factibilidad para la instalación de un sistema fotovoltaico en una casa rural, determinando el impacto social para el montaje del sistema en la Vereda Santa Elena municipio de La Calera Colombia, la cual sigue un estudio de mercado, técnico y financiero, llegando a la conclusión que los factores de intensidad lumínica y tiempo de luminosidad efectiva en la zona de implementación arroja un 23%, valor requerido. Además, el sistema solventa las necesidades habitantes para las cuales fue planeado,

cambiando de una forma positiva la calidad de vida de los habitantes en un 85%-90% aproximadamente.

3.2 ENERGÍAS RENOVABLES

Las fuentes renovables son aquellas fuentes primarias inagotables o con capacidad de regeneración en un periodo de tiempo inferior al de su uso, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Es decir, no se agotan y no producen CO₂ en la atmosfera. En general, todas las fuentes provenientes directa o indirectamente del sol son consideradas renovables. Adicionalmente, se clasifican como fuentes renovables el calor proveniente de la tierra y las mareas ocasionadas por la atracción gravitacional entre la Tierra y la Luna [8].

Es importante aprovechar otras fuentes de energía que están a nuestro lado: viento, sol, residuos, etc., las cuales son renovables año tras año, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para la población.

3.3 TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA

3.3.1 Energía Hidráulica

Es una energía renovable que se produce mediante la fuerza de la caída del agua la cual proviene de embalses, presas, ríos, la cual se crea mediante la conversión de la energía cinética y el potencial de agua en electricidad.

3.3.2 Energía Eólica

Su principal fuente renovable es el viento en la cual para producir la electricidad se usa los molinos de viento o aerogeneradores para crear la electricidad se aprovecha las corrientes de aire, la cantidad de energía que producirá dependerá de la velocidad del viento que se tenga.

3.3.3 Energía Geotérmica

Es una de las energías renovables que menos se conoce ya que se encuentra debajo de la superficie de la tierra, esta energía se crea mediante la extracción del calor del suelo por medio de sistemas de intercambio térmico los cuales podrían ser pozos, circuitos de tuberías obteniendo

vapor el cual se utiliza para impulsar las turbinas que se encuentran conectados a generadores los cuales van a producir energía eléctrica.

3.3.4 Biomasa

Es en la cual se utiliza materia orgánica como combustibles residuos agrícolas, desechos de alimentos, la caña de azúcar que se usa mayormente en la industria la cual se quema produciendo vapor el cual hace girar a las turbinas del generador y así obteniendo la energía eléctrica.

3.3.5 Energía Solar Fotovoltaica

La energía que produce el sol consiste en la conversión de la radiación solar en energía eléctrica. Este proceso está basado en cómo se aplica el efecto fotovoltaico, que se produce al reflejarse la radiación en los materiales más conocido como semiconductores; de esta manera se producen los electrones los mismos que son aprovechados para generar energía eléctrica [9].

En la Figura 3.1 se puede observar los tipos de generación renovable que se tiene el Ecuador donde se puede apreciar el porcentaje de generación de cada uno, en la cual se encuentra la generación fotovoltaica con un valor del 0,26 % y teniendo a la generación hidráulica como la que más genera con un 62,56 %.

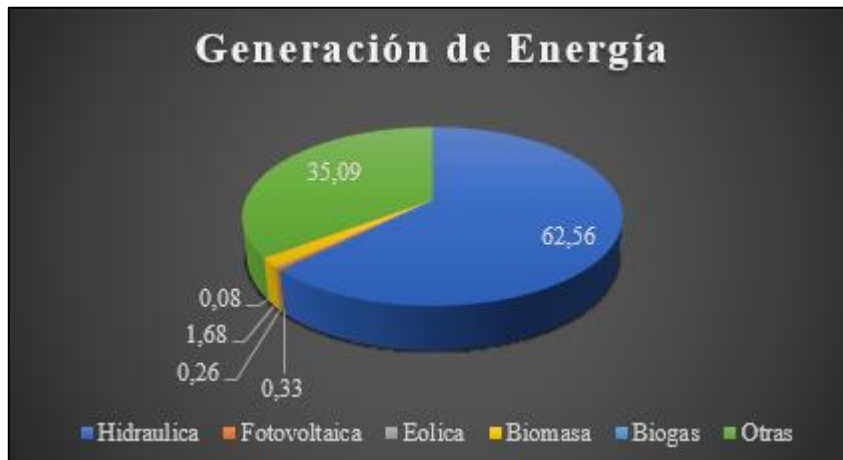


Figura 3.1 Generación de Energía en el Ecuador

3.4 EL SOL

El Sol es una fuente de energía más antiguo, permitiendo mantener vivo al planeta Tierra. Emanar frecuentemente una potencia que está dentro de los 62 mil 600 kilowatts (o kilovatios) por metro cuadrado de su superficie. Esto ocurre en los 4 mil 500 millones de años, y se mantendrá durante

los próximos 5 mil millones de años, lo cual, durante la existencia que ha tenido los seres humanos, es prácticamente infinito. Manteniendo un periodo de tan sólo dos días, el planeta percibe una cantidad de energía equivalente a todos los almacenamientos probados que existen de petróleo, gas y carbón. Esto es igual a 60 veces el consumo de la sociedad humana en cada año, lo cual da una idea del potencial que tiene la energía del Sol para satisfacer las demandas energéticas del planeta [10].

La energía se emite en todas las direcciones y longitudes de onda visible, desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. El 40% está en la parte visible del espectro, el 50% es infrarrojo y el resto ultravioleta. La emisión de rayos X y de ondas de radio es baja, solo aumenta en el caso de explosiones solares [11].

Cada segundo aproximadamente 700.000.000 de toneladas de hidrógeno se fusionan y producen 695.000.000 toneladas de Helio y 5.000.000 toneladas de energía en forma de rayos gamma, los que en su viaje hacia la superficie terrestre se transforman principalmente en longitudes de onda visible [11].

3.4.1 Movimiento del sol

El sol dibuja trayectorias diferentes según las estaciones del año, en invierno sube un poco mientras que en el verano mucho, lo que hace que las sombras sean diferentes en unas estaciones y en otras como se puede apreciar en la Figura 3.2.

Para conocer los movimientos del sol se utiliza un sistema de coordenadas con dos ángulos, que permite saber en cada momento donde se encuentra [12].

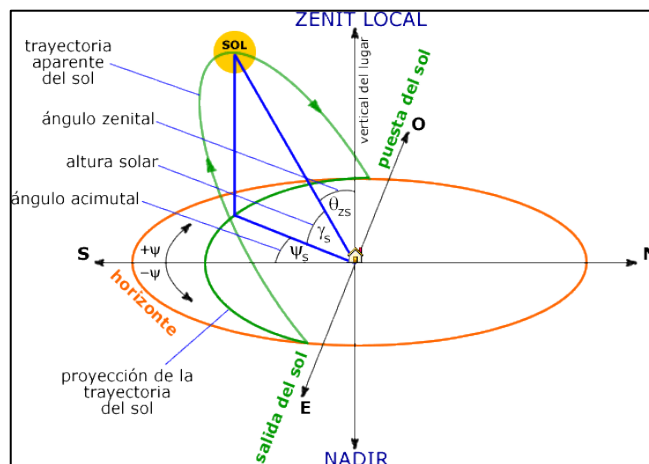


Figura 3.2 Movimiento del sol [1]

3.4.2 Altura solar (α)

Es el ángulo formado por la posición aparente del sol en el cielo con la horizontal del lugar [12], como se puede identificar en la Figura 3.3.

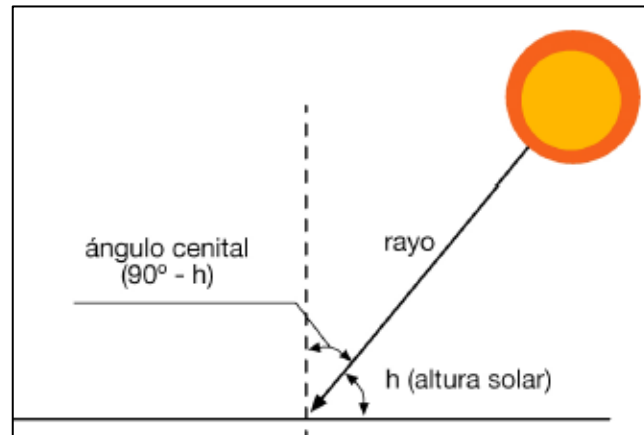


Figura 3.3 Altura solar [1]

3.4.3 Azimut solar (ψ)

Es el ángulo horizontal formado por la posición del sol y la dirección del verdadero sur [12], como la Figura 3.4 ilustra claramente.

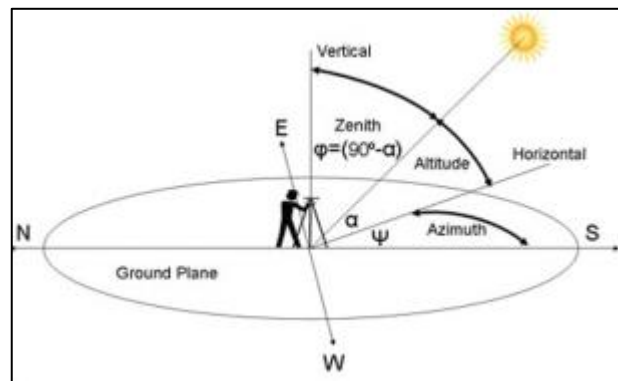


Figura 3.4 Azimut solar [2]

3.5 RECURSO SOLAR

El Ecuador tiene una ubicación privilegiada, lo convierte en un país potencialmente único en el recurso solar. Esto se debe a que el ángulo de incidencia de la luz solar, es perpendicular a su superficie durante los 365 días del año, situación que no ocurre en otros sitios del planeta, en donde el ángulo de incidencia de la luz solar, varía acorde a las estaciones del año [13].

Esta ventaja posicional del Ecuador, en la recepción de una mayor y constante cantidad de horas solares en él día, la cual va variando dentro del Ecuador, únicamente por condiciones climáticas de las diferentes zonas y que varían además de acuerdo a la cercanía o lejanía del Sol [13].

Desde agosto del 2008, el Ecuador cuenta ya con un Atlas de Irradiación Solar, desarrollado por la Corporación para la Investigación Energética, en el que se pueden encontrar datos geo referenciados de: energía solar obteniendo de esta manera promedios mensuales y anuales de los valores diarios, la insolación total (directa y difusa) e insolación global sobre una superficie horizontal y contiene los promedios mensuales (dentro del período mencionado) de cada una de ellas, expresados en Wh/m²/día [13].

3.6 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la fuente principal de luz y calor en el planeta, llega en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear, de ahí que se le considere como una fuente de energía renovable [14].

Este tipo de energía no tiene un costo establecido, sin generación de emisiones y es minuciosa, por lo que puede ser integrada al entorno urbano siendo útil en zonas rurales con problemas de acceso; su aprovechamiento puede hacerse de tres formas: a) como energía solar fotovoltaica, b) como energía solar térmica, y, c) como energía solar termoeléctrica [14].

En el núcleo solar se producen un sin número de reacciones de fusión que producen grandes cantidades de energía en forma de radiación electromagnética, cierta parte de esta energía llega a la atmosfera terrestre con una irradiancia media de 1.367 W/ m², valor que varía en función de la distancia entre el sol y la tierra [15].

3.6.1 Utilización directa

La combinación de vidrios y otros elementos arquitectónicos de alta calidad y capacidad de absorción de energía térmica se denomina calefacción solar pasiva [12].

3.6.2 Transformación en calor

Es la llamada energía solar térmica, que utiliza la radiación solar para calentar el fluido que circula en el colector solar. Este líquido se puede utilizar para preparación de agua caliente, calefacción adicional, control de temperatura de piscinas [12].

3.6.3 Transformación en electricidad

Es la denominada energía solar fotovoltaica, que convierte la radiación solar en energía eléctrica a través de las fotocélulas que componen el módulo de células solares. Esta electricidad puede usarse directamente o almacenarse en baterías para su uso posterior o incluso convertirse en electricidad. red de distribución [12].

3.6.4 Ventajas y desventajas de la energía solar

En la Tabla 3.1 se menciona las ventajas que se obtiene con la energía solar así podemos comprender de una mejor manera su uso para la energía fotovoltaica, así mismo se tiene una serie de desventajas las cuales se detallan en la tabla las cuales van hacer menores a las ventajas que se tendrán [12].

Tabla 3.1 Ventajas y desventajas de la energía solar

Energía Solar	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Escaso impacto ambiental. • No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente. • Tiene una vida útil superior a 20 años. • No tiene más costes una vez instalada que el mantenimiento el cual es sencillo. • No hay dependencia de las compañías suministradoras de energía.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Se precisan sistemas de almacenamiento (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos. • Los ecosistemas pueden verse afectados porque los paneles solares ocupan espacios en grandes instalaciones • Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno.

3.7 RADIACIÓN SOLAR

Es la energía emitida por el sol como se puede apreciar en la Figura 3.5, se propaga en todas las trayectorias a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. Esta energía es el motor que determina la dinámica de los procesos atmosféricos y la dinámica climática. La energía solar es radiación la electromagnética producida por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del sol por fusión nuclear y emitida por la superficie del sol [16].

Influye sobre toda la tierra a lo largo del día. La importancia de esta radica en que su presencia moldea el clima de nuestro planeta, ejerciendo así un rol fundamente en el medio en el que vivimos [17].

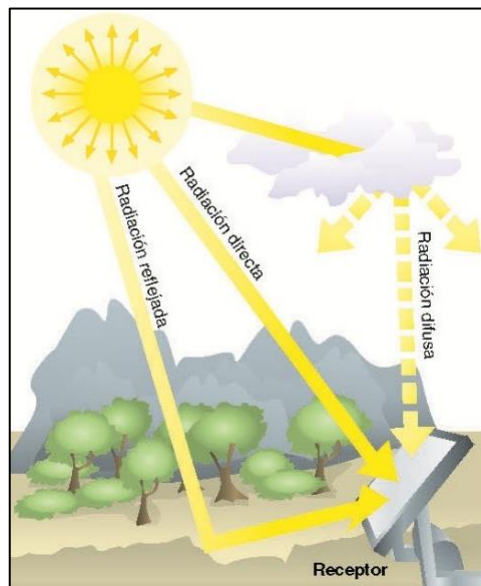


Figura 3.5 Tipos de radiación solar [3]

3.7.1 Tipos de radiación solar

Se diferencian tres tipos de radiación solar en función de cómo inciden los rayos del sol sobre la tierra los cuales tienen un impacto en la cantidad y calidad de energía solar disponible para su aprovechamiento en los sistemas fotovoltaicos [18].

3.7.1.1 Radiación directa

Es aquella que incide sobre una superficie sin haber tenido dispersión en la atmósfera, es decir se recibe con un ángulo único y directo [18].

3.7.1.2 Radiación reflejada

Es aquella que incide en una superficie como consecuencia de la reflexión de superficies aledañas a la primera [18].

3.7.1.3 Radiación difusa

Es la que sufre un cambio de dirección en la atmósfera por dispersión [18].

3.7.2 Unidades de la radiación solar

Para poder evaluar el espacio de un modelo solar existen 2 unidades, las cuales son:

- **Wattios pico (Wp):** Es aquel valor máximo que logra acoger un sistema fotovoltaico y sintoniza de manera constante con la radiación [19].
- **Hora solar pico (HSP):** Es aquella cantidad de energía absorbida por el sol en el día [19].

3.8 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los sistemas fotovoltaicos son nuevas fuentes de energías renovables que producen electricidad a partir de la radiación solar. El monitoreo de los sistemas fotovoltaicos proporciona la información necesaria para permitir a los propietarios mantener, operar y registrar estos sistemas, reduciendo los costos operativos y evitando cortes de energía no deseados en áreas aisladas [20].

En el sistema el panel fotovoltaico recibe la luz solar, la cual mediante el efecto fotovoltaico convierte en energía eléctrica. El controlador de carga, alimentado por el panel, regula el voltaje de carga en las baterías protegiéndolas de sobrecargas o sobre descargas y así su tiempo de vida útil será mayor, además de controlar los tiempos de consumo. Las baterías a su vez alimentan al inversor, el cual se encarga de convertir la tensión de 12 voltios de corriente directa (DC) proporcionado por las baterías a una tensión de 120 voltios de corriente alterna (AC) como se puede visualizar en la Figura 3.6 [21].

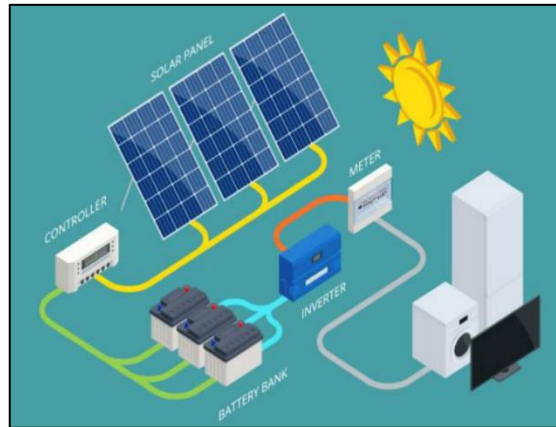


Figura 3.6 Estructura de un sistema fotovoltaico [3].

3.8.1 Ventajas y desventajas del sistema fotovoltaico

El uso responsable de los recursos del planeta es cada vez uno de los temas de conversación más recurrentes en el tema de la política energética. Cada vez se muestra más la necesidad inminente de basar nuestra economía en fuentes de energía limpias y sostenibles [22].

La energía solar procede del sol y nos llega en forma de luz, calor y rayos solares. Podemos recoger esta energía mediante dos técnicas diferentes la conversión térmica y la fotovoltaica [22].

Al desarrollar una economía basada en energías limpias y sostenibles debe de convertirse en una prioridad si no se quiere llegar a un deterioro ambiental irreversible [22].

3.8.1.1 Ventajas

- Aprovechamiento de una energía inagotable, limpia y gratuita.
- Una inversión inicial que se ajustable al presupuesto.
- Alta capacidad de adaptabilidad [22].

3.8.1.2 Desventajas

- La dificultad del almacenamiento.
- Su rendimiento se basa a la radiación solar producida.
- Requiere de una amplia extensión de terreno [22].

3.9 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

3.9.1 Sistemas On-Grid o conectados a la red

También conocidos como SFVCR, son aquellos que tienen la salida de suministro de energía alterna vinculados al sistema de distribución convencional, es decir, que tienen como objetivo otorgar energía no consumida por la residencia a la red [19]. Entre sus componentes es importante la instalación de un medidor bidireccional pudiéndose visualizar en la Figura 3.7.

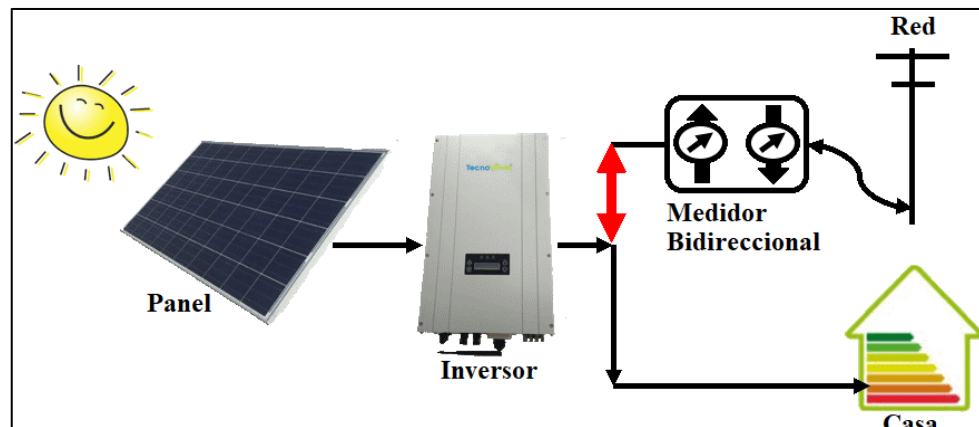


Figura 3.7 Sistema fotovoltaico conectado a la red

3.9.2 Sistemas Off-Grid o aislados de la red

Estos sistemas tienen como característica principal satisfacer la demanda energética en el lugar que serán instalados. Para poder cumplir con aquel objetivo se necesita la acumulación de energías por medio del uso de reguladores y baterías para así otorgar la energía que será requerida por el domicilio, en la Figura 3.8 se puede observar el esquema del sistema off grid. Normalmente estos sistemas son utilizados en lugares rurales donde un gran costo para un sistema de distribución común. Sin embargo, existen los días de autonomía que son los cuales se respaldan por los bancos de baterías, que a su vez son los que suministran energía al sistema al momento que no existe una buena radiación solar en el sector [19].

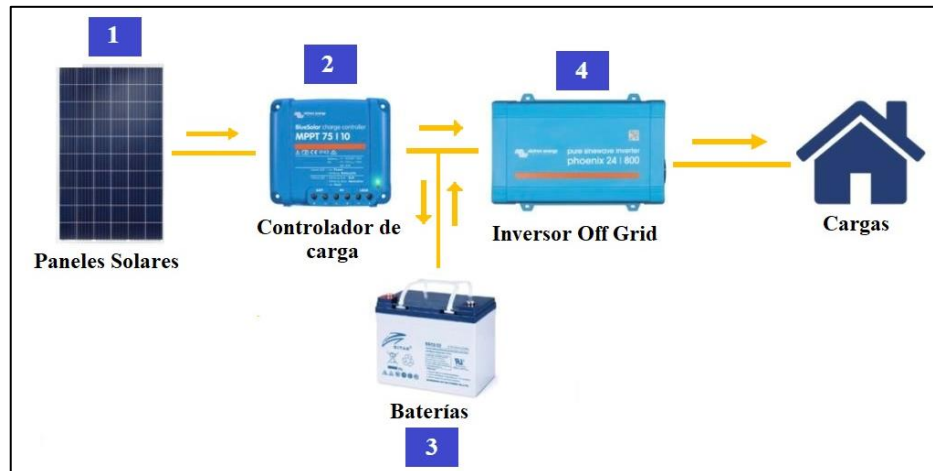


Figura 3.8 Sistema fotovoltaico aislado de la red

3.9.3 Sistemas híbridos

Este sistema es la combinación de los sistemas anteriores ya mencionados como se observa en la Figura 3.9, es decir, proporciona energía por la red y por los paneles fotovoltaicos instalados, se usa principalmente en lugares donde no debe ser interrumpida el suministro eléctrico [19].

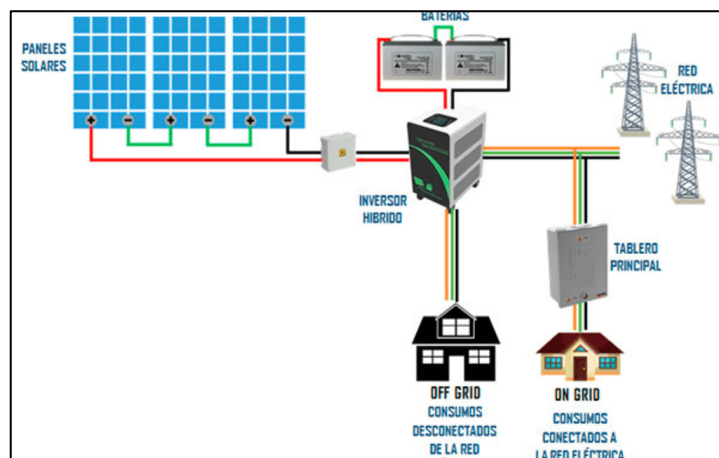


Figura 3.9 Sistema híbrido [6]

3.10 ELEMENTOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

3.10.1 Módulos fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico o panel solar, es un dispositivo el cual se encarga de captar la energía solar para poder iniciar el proceso de transformación en una energía sostenible, cuenta con un material semiconductor el cual puede estar recubierto de silicio, uno de los elementos básicos para las células solares ya que es sensible a la luz y por lo que genera electricidad al recibir la radiación solar [23].

3.10.2 Tipos de Módulos

Las células solares, o células fotovoltaicas, más utilizadas constan de uniones de P-N y están fabricadas de silicio monocristalinos y policristalinos, dado que células se fabrican cristalizando silicio, existen tres tipos principales de módulos que más se utilizan con mayor frecuencia [24].

3.10.2.1 Monocristalino

Estos tienen estructuras cristalinas perfectamente regulares. Obtenidos a partir de silicio fundido puro dopado con boro, es conocido por su color sólido metálico azulado intenso, con borde de celdas redondeadas como se puede visualizar en la Figura 3.10, gracias a la dirección vertical de la luz se garantiza una buena producción energética, con una eficiencia del 18-21 % [24].

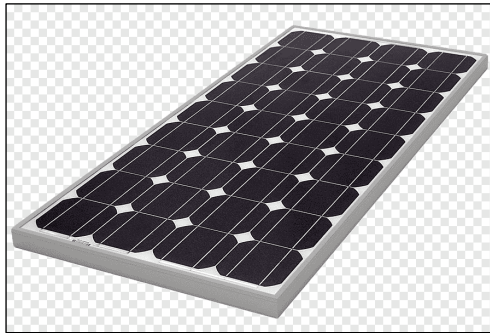


Figura 3.10 Módulo Fotovoltaico de Silicio Monocristalino [7]

3.10.2.2 Policristalino

Es el que tiene una estructura ordenada por regiones separadas. Las zonas irregulares se traducen en una disminución del rendimiento del módulo, se reconoce porque en su superficie se distinguen distintos tonos de azules y grises metálicos tal y como se visualiza en la Figura 3.11, su eficiencia se encuentra entre el 15-17 % al recibir los rayos del sol perpendicularmente, pero el rendimiento de este módulo será mayor a lo largo del día [24].



Figura 3.11 Módulo Fotovoltaico de Silicio Policristalino [8]

3.10.2.3 Capa Fina

Son módulos con una menor eficiencia, utilizan células solares delgadas como se indica en la Figura 3.12, se fabrican depositando capas delgadas de material semiconductor sobre un sustrato que puede ser vidrio, plástico o metal, estas células solares son menos gruesas que las convencionales de silicio cristalino de esta manera son más flexibles, livianas y se adaptan a diversas estructuras y su eficiencia esta entre 5-9 % [24].



Figura 3.12 Módulo fotovoltaico de capa fina [9]

Los módulos fotovoltaicos también se pueden conectar en serie o paralelo lo cual dependerá de lo que se va a requerir en el sistema fotovoltaico.

- **Conexión serie:** Este tipo de conexión mantiene la intensidad y el voltaje de cada uno de los paneles, es sumado para tener un voltaje total como se puede apreciar en la Figura 3.13.

Sin embargo, la desventaja de este tipo de conexión es que si uno falla podría caer el sistema, es por eso que se recomienda usar diodos de bloque entre los módulos [19].

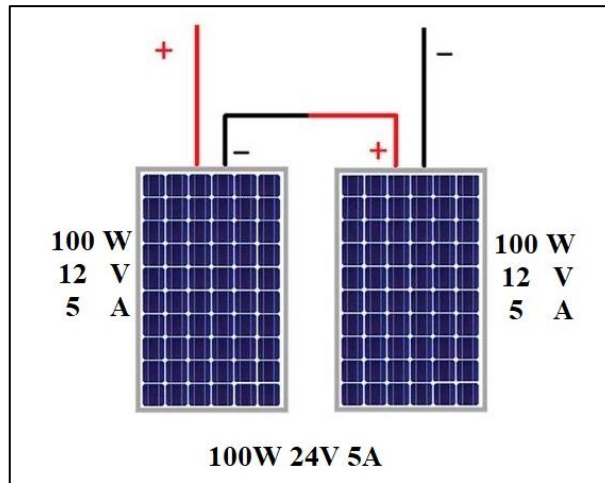


Figura 3.13 Módulos fotovoltaicos conectados en serie

- **Conexión en paralelo:** Este tipo de conexión se forma con el empalme o unión de los terminales positivos y todos los terminales negativos, donde el voltaje se mantiene y la corriente total es la suma de cada corriente que otorgan los módulos fotovoltaicos [19], lo cual se hace evidente en la Figura 3.14.

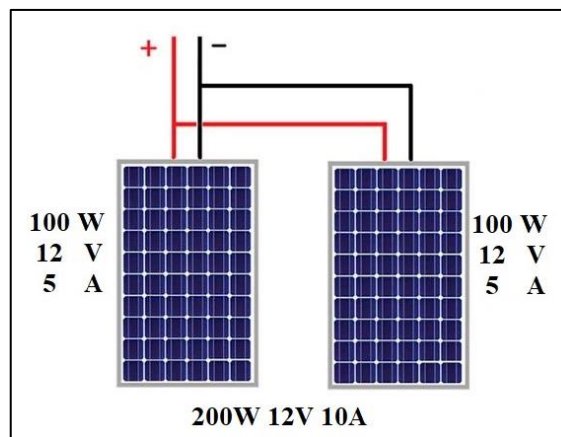


Figura 3.14 Módulos fotovoltaicos conectados en paralelo

- **Conexión serie-paralelo:** Este tipo de conexión la cual se puede apreciar en la Figura 3.15, generalmente se utiliza principalmente en sistemas fotovoltaicos porque permite obtener el voltaje y la corriente en función de la demanda de potencia [25].

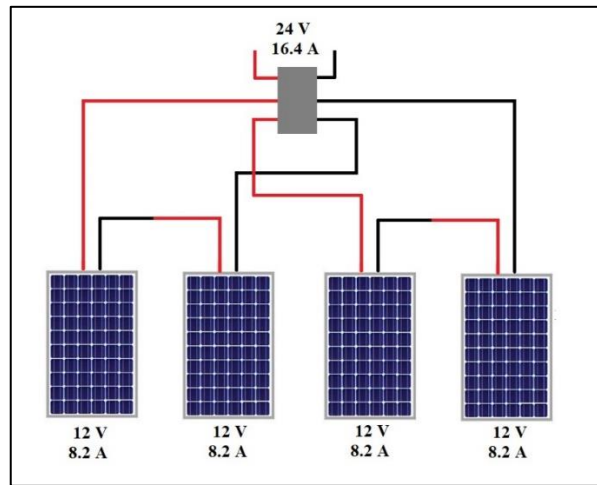


Figura 3.15 Módulos fotovoltaicos conectados en serie-paralelo

3.10.3 Parámetros para la selección del módulo fotovoltaico

Se tiene que seleccionar el panel que se quiere instalar lo cual mediante la Ecuación (3.1) permite determinar el número de módulos fotovoltaicos que se requerirán para la instalación del sistema.

$$\# M_{FV} = \frac{P_{FV}}{P_m} \quad (3.1)$$

Donde:

M_{FV} : Número de módulos fotovoltaicos

P_{FV} : Potencia fotovoltaica

P_m : Potencia del módulo fotovoltaico

3.10.4 Baterías

Las baterías almacenan la energía eléctrica generada por los módulos durante el día para usar en los equipos durante la noche. Suelen ser la parte más sensible de un sistema fotovoltaico aislado de la red y las que mayor atención y cuidado requieren [26].

Un banco de baterías puede durar entre 2 y 5 años., después de lo cual es necesario su reemplazo. Para los usuarios u operadores del sistema, las baterías representan, entonces, el mayor coste que tendrán que afrontar durante el ciclo de vida del sistema. De momento, las baterías más apropiadas

para un sistema fotovoltaico son las de plomo-ácido, las cuales al ser una mejor solución tienen ciertos inconvenientes pero que hoy en día representa la mejor solución para los sistemas fotovoltaicos aislados de la red [26].

3.10.4.1 Funcionamiento

Una batería de plomo-acido consiste en una o varias celdas electroquímicas que convierten energía eléctrica en energía química, siendo un proceso reversible que permite cargar y descargar la batería cíclicamente. Durante este proceso de conversión, se pierde aproximadamente un 25 % de la energía de entrada que se usó para cargar la batería la cual se convierte principalmente en calor [26].

3.10.4.2 Tipos y características de baterías

A continuación, se describen las características de las baterías de mayor rendimiento para células solares aisladas a saber, células individuales, baterías monoblock, estacionarias y de ion-litio [27].

3.10.4.3 Baterías monoblok

- **Batería de plomo-ácido**

Son estacionarias o de ciclo profundo como se observa en la Figura 3.16, poseen buen funcionamiento en ciclos medios. Están compuestas de varias placas de plomo en una solución de ácido sulfúrico y se utilizan generalmente en sistemas fotovoltaicos por su bajo costo. La capacidad de almacenamiento de la batería dependerá de la velocidad de carga [28].



Figura 3.16 Batería de plomo-ácido [12]

- **Baterías tipo AGM o VRLA**

En estas baterías conocidas como Absorción Glass Mat-AGM, estas baterías son electrolíticas en separadores de fibra de vidrio, no requieren ventilación ni mantenimiento y funcionan con una alta corriente de descarga. Son baterías selladas, no contienen líquido y pueden usarse en horizontal o vertical como se resalta en la Figura 3.17, su capacidad operativa es mucho mayor lo que lo hace ideal para los sistemas fotovoltaicos off-grid, también conocidos como baterías secas. Existen dos modelos, Gel y AGM que tienen como objetivo minimizar la pérdida de electrolitos que es uno de los aspectos que incide en el funcionamiento de estas [27].



Figura 3.17 Batería AGM de 12V [13]

- **Baterías de gel**

Es una versión mejorada de la AGM su composición química es un electrolito gelificado, selladas totalmente, no desprenden ningún tipo de líquido en caso de volcamiento, se pueden colocar verticalmente sin ningún problema. Sus tensiones están de 6V, 12V, 24V y 48V. Son de plomo acido, su tamaño variará con la capacidad de Ah la cual se ilustra en la Figura 3.18. Su precio es más elevado en comparación con las AGM y las de plomo-acido, pero se recompensa en su eficiencia y garantía siempre y cuando estas operen en las condiciones que recomienda el fabricante, no requiere mantenimiento y tolera los espacios con poca ventilación [27].



Figura 3.18 Batería de gel 250Ah-12V [14]

3.10.4.4 Baterías estacionarias

Se denominan células solares, baterías de período profundo o baterías de plomo. La característica especial de este tipo de baterías es que su sistema consta de celdas o vaso de 2 voltios por batería. Para lograr un voltaje de 12 V o superior, debes conectarlos en serie y sumar sus respectivos voltajes, por ejemplo, para llegar a los 12 V se requiere 6 baterías estacionarias lo que permite una mejor autonomía y rendimiento [27].

Estas baterías destacan por su durabilidad y capacidad de descarga superior debido a su mayor contenido de plomo. Su estructura física las hace más costosas, pero se tiene un ciclo de vida más extenso el cual compensa su costo adicional, las cuales son ampliamente usadas en los sistemas residenciales, empresas con un alto consumo y en los sistemas de bombeo [27].

- **Batería estacionaria OPzS**

Se trata de una batería de ácido de plomo abierta de dos voltios de una placa de plomo tubular que cubre toda la batería. Al tener mayor plomo su precio es más elevado y por ende va a tener una mayor durabilidad en cada proceso de descarga. Va a tener una larga vida útil con un excelente rendimiento en las cargas y descargas con un aspecto físico transparente como se puede apreciar en la Figura 3.19, el cual permite controlar su nivel de ácido añadiendo agua destilada según sea necesario en sus mantenimientos periódicos [27].



Figura 3.19 Batería estacionaria OPzS 380Ah - 2V [15]

- **Batería estacionaria OPzV**

La batería está formada por una placa de electrodo tubular cubierta por un electrolito en forma de Gel, no necesita de mantenimiento. Con algunas características similares de operación de las OPzS, con un precio mucho mayor esto es debido a que posee su tecnología tipo gel [27], la cual se puede apreciar su forma en la Figura 3.20.



Figura 3.20 Batería estacionaria OPzV 600Ah - 2V [16]

3.10.4.5 Baterías de ion litio

Estas constan de un electrodo negativo o positivo de óxido metálico de litio, y por un electrodo positivo o negativo de carbono, y el electrolito que soporta a la conducción de electrones está compuesto por materiales de litio pudiendo observarse su forma en la Figura 3.21. Las baterías de litio tienen una demanda muy alta debido a su capacidad para almacenar grandes cantidades de energía cuando se utilizan en dispositivos electrónicos, actualmente están ganado terreno en el

mundo de las energías renovables debido a sus características operativas muy favorables para este tipo de sistemas fotovoltaicos[27].



Figura 3.21 Baterías de litio 189Ah - 51 V [17]

3.10.4.6 Parámetro para la selección de baterías

Para poder determinar el número de baterías totales que se requiere instalar en un sistema fotovoltaico se aplica la Ecuación (5.6).

$$\# \text{ Baterías total} = \text{Baterías}_{\text{paralelo}} * \text{Baterías}_{\text{Serie}} \quad (3.2)$$

Para poder calcular el número de baterías en serie se realiza mediante la Ecuación (5.6).

$$\# \text{ Baterías en serie} = \frac{\text{Voltaje del sistema}}{\text{Voltaje de la batería}} \quad (3.3)$$

Por medio de la Ecuación (5.6) se obtiene el número de baterías en paralelo.

$$\# \text{ Baterías en paralelo} = \frac{\frac{\text{Ah}}{\text{día}} * \text{días de autonomía}}{\text{Capacidad de la batería}} \quad (3.4)$$

3.10.5 Regulador

Para que el sistema funcione correctamente, se debe instalar un sistema de acondicionamiento de carga entre los puntos de conexión del módulo solar y la batería. Este elemento se denomina regulador, y su función es evitar situaciones de sobrecarga y sobre descarga de la batería, alargando su vida útil [29].

Por lo tanto, el regulador opera en ambas regiones. En el área de carga, su función es asegurar una carga suficiente de la batería para evitar situaciones de sobrecarga, mientras que en el área de descarga se encarga de asegurar el suministro de energía eléctrica diaria suficiente y evitar una descarga excesiva de la batería [29]. En la Figura 3.22 se podrá apreciar el esquema de conexión del regulador de carga en una instalación fotovoltaica.

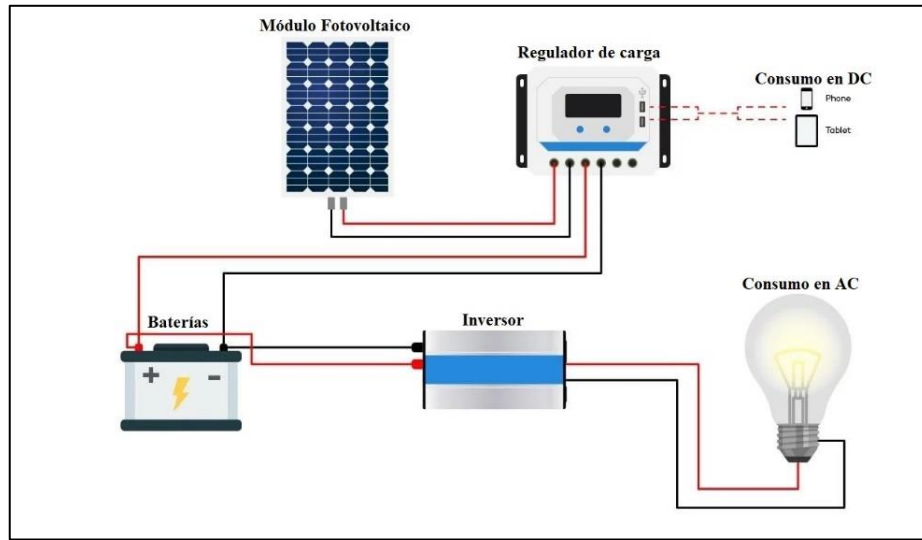


Figura 3.22 Conexión del regulador de carga [18]

3.10.5.1 Tipos de reguladores

Los reguladores de carga PWM y MPPT son ambos ampliamente utilizados para cargar las baterías con la energía solar [29].

- **Regulador PWM (Modulación por anchura de pulsos):** Un regulador PWM no es un convertidor de DC a DC. El regulador PWM es un interruptor que enlaza el módulo fotovoltaico a la batería como se puede visualizar en la Figura 3.23, el resultado es el voltaje en estos módulos cae a un valor cercano al voltaje de la batería.

Esto también crea que los módulos fotovoltaicos no puedan trabajar en su punto de máxima potencia, por lo cual la potencia la impondrá la batería del sistema fotovoltaico según el estado de la carga en el que se encuentre lo cual va a provocar una pérdida de potencia que va a rondar entre el 25-30 %.

Cuando se alcance la tensión de absorción, el regulador PWM empezará a desconectar y volver a conectar el módulo fotovoltaico para así poder prevenir una sobre descarga por lo que se conoce con el nombre PWM o modulación por ancho de impulsos [29].



Figura 3.23 Regulador de carga PWM [19]

- Regulador MPPT (Punto de máxima potencia):** Los reguladores MPPT son más sofisticados regulan el voltaje de entrada para lograr la salida máxima del módulo fotovoltaico y convierten esta energía para proporcionar el voltaje variable necesario para la batería y la carga el cual se muestra en la Figura 3.24.

Está equipado por un diodo de protección, de un convertidor de voltaje CC-CC y seguidor de punto de máxima potencia, la energía que entra y sale del regulador es la misma, que de un regulador PWM, pero el voltaje y la corriente de un lado y otro son distintos, lo que puede aumentar el voltaje del módulo fotovoltaico puede aumentar la producción solar hasta en un 30 %, así los reguladores MPPT se utiliza con mayor frecuencia mejorar el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos [29].



Figura 3.24 Regulador de carga MPPT [20]

3.10.5.2 Parámetros para la selección de un regulador

Para la selección del regulador para el sistema se puede tener en cuenta los siguientes pasos:

- Leer la ficha técnica y el manual de diferentes marcas de reguladores para poder comparar y tomar la mejor elección. Seguir los pasos detallados del manual sobre cómo se tiene que realizar la instalación del equipo para evitar daños del regulador.
- La corriente máxima y la tensión se tiene que seleccionar la corriente máxima y la tensión del regulador según la corriente máxima del regulador y la tensión que se tenga del sistema fotovoltaico.
- Monitorización del estado de carga se tiene que procurar seleccionar un regulador que indique el estado de la carga en las baterías para poder monitorizar las baterías.
- Tensión de carga si las baterías son selladas de recombinación (Gel) se tiene que asegurar que el regulador tenga una posición de carga específica para este tipo de baterías.

3.10.6 Inversor

El inversor es un componente que se encarga de convertir la corriente continua (DC) la cual proviene de las baterías en corriente alterna (AC) el cual se puede visualizar en la Figura 3.25. La ventaja de la corriente continua es de poder almacenarse en las baterías. Sin embargo, la gran mayoría de los equipos eléctricos que se usa habitualmente funcionan con corriente alterna. Para poder usar estos equipos en un sistema fotovoltaico aislado de la red se requiere de un inversor, el cual aumenta el costo del sistema fotovoltaico [26].



Figura 3.25 Inversores fotovoltaicos [21]

3.10.6.1 Funcionamiento

Un inversor contiene una serie de circuitos electrónicos que convierten la corriente continua de baja tensión en corriente alterna a una tensión mayor. Un inversor es el que invierte la corriente continua a corriente alterna y la transforma desde una baja tensión a una tensión mayor. Lógicamente, el proceso de conversión de corriente continua a alterna implica pérdidas,

generalmente está en torno del 10-15 %. La mayoría de los inversores tienen eficiencias que están entre el 85-90 % a plena carga [26].

Dependiendo del país en donde se encuentre se usan diferentes tensiones de corriente alterna, en gran parte de América el voltaje en corriente alterna para los consumidores esta entre 110-127 V a 60 Hz, mientras que, Europa, África y Asia, el voltaje que tienen esta entre 200-240 V a 50 Hz [26].

3.10.6.2 Tipos de inversores

Existen tres tipos principales de inversores solares utilizados para el autoconsumo de generación de energía solar residencial: inversores string, microinversores y optimizadores de potencia, que se explican en detalle a continuación[30].

- **Inversor tipo cadena, string o central**

Al instalar un sistema fotovoltaico con inversores string, los módulos fotovoltaicos se conectan mediante cadenas o líneas como se puede visualizar en la Figura 3.26, siendo necesario un inversor por línea de placas fotovoltaicas. Por ello, la potencia producida por cada línea estará restringida a la mínima potencia de cada módulo de la línea. Estos inversores son los más utilizados y los más económicos del mercado, siendo su principal uso en instalaciones sin la potencia de sombras y con módulos que tienen una utilidad muy similar [30].

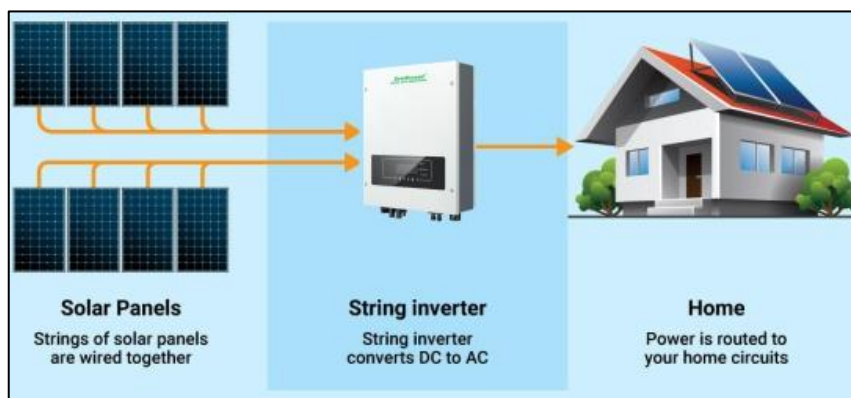


Figura 3.26 Inversor tipo cadena o string [22]

- **Microinversores**

Son inversores de tamaño pequeño que los convencionales. Los microinversores se unen a una placa solar única como se muestra en la Figura 3.27, por tanto, estos transforman la corriente

continua en alterna individualmente. Este modelo brinda mejores prestaciones que los de cadena, pero su valor es mucho más elevado [30].



Figura 3.27 Microinversor [23]

- **Optimizadores de potencia**

Los optimizadores de potencia adoptan lo mejor de los inversores string o cadena y de los microinversores lo cual se indica en la Figura 3.28. Permiten regular la curva de producción de cada panel mientras que el inversor acumula la energía de cada uno. Este modelo es el más eficiente de los tres, y si llega a fallar el sistema, se desconectará automáticamente. Los optimizadores de potencia permiten obviar que la pérdida de rendimiento de un módulo fotovoltaico sea por sombras o por fallos y así evitar que afecte a la producción de los otros módulos fotovoltaicos [30].

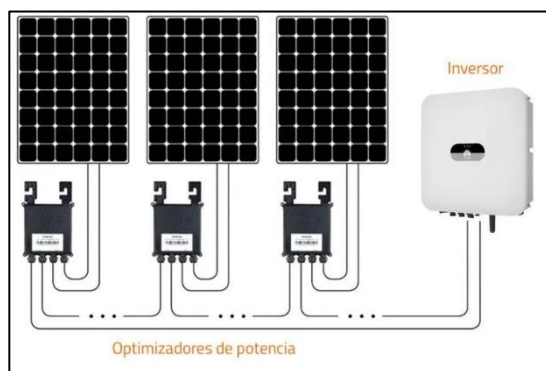


Figura 3.28 Optimizadores de potencia [23]

3.10.6.3 Parámetros para la selección de un inversor

Para la selección de un inversor para el sistema se puede tener en cuenta los siguientes pasos:

- **Potencia de salida nominal:** Representa la capacidad del inversor fotovoltaico para suministrar energía a la carga.
- **El rendimiento de ajuste de voltaje de salida:** Representa la capacidad de regulación de voltaje de salida del inversor, la tasa de regulación de voltaje de un inversor fotovoltaico con un rendimiento óptimo debe ser menor o igual a $\pm 3\%$, y la regulación de carga debe ser menor o igual a $\pm 6\%$.
- **La eficiencia general:** Representa la magnitud de la pérdida de potencia del inversor lo cual se determina que se tiene que seleccionar un inversor que tenga una mayor eficiencia.
- **Iniciar el rendimiento:** Se tiene que garantizar que el inversor fotovoltaico arranque de manera confiable la carga nominal, los inversores que tienen un alto rendimiento se pueden utilizar para múltiples arranques a tiempo completo sin dañar los dispositivos de alimentación y los demás circuitos.

3.11 NORMAS TÉCNICAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los equipos eléctricos empleados en sistemas solares fotovoltaicos deben basarse de una norma o estándar técnico nacionales o internacionales los cuales deben ser cumplidos con responsabilidad.

La propuesta tecnológica consta de varios equipos que serán usados en la implementación del sistema solar fotovoltaico y deben cumplir con estándares internacionales [31]

3.11.1 Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-11 Cap. 14 Energías Renovables

Los sistemas fotovoltaicos transforman la energía renovable del sol directamente en energía eléctrica que puede ser aprovechada por usuarios aislados de la red o conectada de la misma, los usuarios de los sistemas aislados son usuarios pequeños que consumen pocos cientos de vatios, hasta micro redes donde el sistema está centralizado y sirve a varios usuarios mediante redes de distribución [32].

No se recomienda el uso de SFV para aplicaciones de calor como calentamiento de agua por resistencias (duchas, termostatos), refrigeradoras o congeladoras convencionales, calefacción, aire acondicionado o planchas, pues esta es una demanda de alta potencia, en estos casos se aconseja instalar un sistema híbrido solar fotovoltaico-solar térmico, incorpora equipos a gas o bio gas o usar grupos electrógenos de respaldo [32].

3.11.1.1 Especificaciones técnicas de los equipos.

- **Módulos Fotovoltaicos**

Debe cumplir al menos con la norma internacional IEC-61215 “Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para la aplicación terrestre, calificación del diseño y aprobación de tipo”, IEEE-1262 “Recommended practice for Qualificacion of Photovoltaic (PV) Modules” [32].

El marco debe ser de aluminio anodizado, rígido y suficiente resistente para soportar tenciones mecánicas durante el transporte, instalación y operación, también debe ofrecer facilidad ára fijación de los soportes y conexiones [32].

La potencia pico (Wp) del módulo fotovoltaico después de 20 años de operación, no debe ser inferior al 80% de su potencia inicial [32].

- **Baterías.**

La batería para aplicaciones solares debe estar fabricadas de conformidad con la norma IEC 61427 u otra norma internacional aplicable [32].

Ser nuevas y libres de daños físicos al momento de instalarse lo cual implica que la caja o contenedor no presente grietas o fisuras, inflamadas, abolladuras, golpes, sus terminales no deben presentar deformaciones ni desajustes [32].

Los terminales deben ser de tuerca tornillo de material de bronce o acero inoxidable, lo que permitirá que no se presente desajuste en la conexión [32].

- **Inversor de conexión a la Red.**

El inversor con conexión a la red debe cumplir los requisitos de la norma IEC 61683:1999, UL458 u otras normas equivalentes aplicables [32].

Deben poseer todas las protecciones a equipos personas especificaciones en la presente norma.

El diseño debe asegurar que en ningún caso el sistema inyecte corriente continua a la red eléctrica [32].

- **Estructuras del soporte del SFV.**

Las estructuras deben resistir como mínimo 10 años de exposición a la intemperie sin corrosión o fatiga apreciables.

Deben estar diseñadas para soportar una velocidad del viento hasta de 100 km/h.

La inclinación de las estructuras debe estar entre 5° a 10° [32].

- **Elementos de protección y seccionamiento.**

El sistema fotovoltaico debe disponer de elementos de seccionamiento manual para operación y mantenimiento.

Se debe proporcionar una conexión a tierra de los equipos.

El electrodo de tierra debe ser una o más varillas de acero revestido de cobre (copperweld) de no menos de 16mm (5/8 pulgadas) de diámetro y 1.8m de longitud [32].

- **Tableros Electricos.**

El diseño del gabinete deberá permitir accionar el regulador en caso de sobrecargas y poder observar en el regulador las luces indicadoras de carga de batería o la pantalla de información [32].

Los interruptores termo magnéticos de los circuitos interiores de las viviendas o centros comunes deben estar al acceso del usuario, dentro del mismo gabinete o en un tablero aparte [32].

En SFV mayores a 5 KW se debe proveer la instalación de tableros de empalme en corriente continua [32].

- **Cables.**

El calibre de los diferentes conductores se debe ceñir a los requerimientos eléctricos de ampacidad, caída de voltaje y seguridad en cada parte del sistema [32].

Los cables internos de los paneles fotovoltaicos que salen desde la caja de conexión, deberán cumplir con al menos una de las normas: Código Eléctrico ecuatoriano, Nec 2008/ UL Type PV, UL 4703, Use-2, UNE 21123, UNE 20.460-5-52, UTE C 32-502 [32].

Los cables del exterior deberán ser adecuados para operar a la intemperie según el código Eléctrico Ecuatoriano y la norma internacional IEC 60811[32].

- **Telecomunicaciones.**

Para el dimensionamiento de los sistemas aislados para telecomunicaciones la autonomía mínima debe ser de 5 días, y el régimen de descarga usado para el diseño del banco de baterías debe ser de 100 horas [32].

3.12 SOFTWARE PARA MODELAR EL MÓDULO FOTOVOLTAICO

Solaris PV® es el software de pago para el diseño completo de instalaciones fotovoltaicas (ACCASoftware, s.f.). Se puede utilizar en cualquier situación y para todo tipo exigencia:

- Para instalación en edificios nuevos o existentes y para sistemas de gran escala (parques fotovoltaicos).
- Cualquier ubicación (geolocalización con datos climáticos de referencia).
- Todas las condiciones ambientales (obstáculos cercanos y lejanos).
- Cualquier tipo de panel e inversor (archivo dotado de miles de modelos).
- Con la ventaja del modelado 3D (también a partir de proyectos DXF/DWG o IFC BIM) [33].

4. METODOLOGÍA

4.1 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Método Experimental

La presente investigación proporciona información para que los futuros investigadores tengan un mejor conocimiento sobre un módulo fotovoltaico, por medio de este sistema se ayuda a transformar la energía solar en energía eléctrica, esto permite obtener un suministro de energía amigable con el medio ambiente, además ayudaría a disminuir el consumo de energía convencional y las dificultades que se presenta en épocas de estiaje.

4.1.2 Método Descriptivo

Mediante el programa Solaris PV se podrá realizar pruebas, simulación y análisis completo de datos a través de la ubicación geográfica del sector donde se encuentra la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”, en su base de datos meteorológicos, mediante estos datos se logrará dimensionar un módulo fotovoltaico adecuado para cubrir la demanda de energía del cuarto de equipos de la empresa.

4.1.3 Método Cuantitativo

El programa Solaris PV permite abarcar diferentes tipos de instalaciones donde se puede seleccionar el módulo fotovoltaico, regulador e inversor; esto ayuda en el detalle de resultados del

sistema fotovoltaico en la producción del sistema, pérdida de carga, vida útil de las baterías, también permite evaluar sombreados y análisis económico basándose en costos reales, por medio de estas especificaciones se determina si el sistema cumple con la demanda requerida por la empresa.

4.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

4.2.1 Investigación Bibliográfica

La información manejada para ejecutar la presente investigación fue obtenida de artículos científicos, tesis de repositorios universitarios, documentos en línea obtenidos de plataformas digitales, que ayudaran a interpretar, comprender y explicar el problema de la investigación planteada, esta investigación se sustenta de la teoría para generar conocimiento y aplicarlo a futuro con el fin de causar un impacto positivo en futuras investigaciones.

4.2.2 Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación se basa en métodos explicativos que obtienen información a través de observaciones y entrevistas con el fin de obtener pistas sobre el problema de investigación dentro de un tiempo y espacio específico. El estudio está basado en hechos reales, y su característica fundamental es que ayuda a interpretar correctamente los resultados obtenidos en el marco del tema de investigación.

4.3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.3.1 Datos del sistema

Para el desarrollo se detalla cómo se realiza el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi” mediante simulaciones con el programa Solarius PV.

- **Ubicación geográfica:** Los módulos fotovoltaicos se encuentran ubicados en el techo donde funciona la empresa.
- **Área disponible:** El área disponible para el sistema fotovoltaico es de $7m^2$.

- **Carga del sistema:** Se realiza el estudio de carga en la empresa sobre la potencia total que tiene del consumo de los equipos lo cual se detalla en la Tabla 4.1, obteniendo como resultado un consumo diario de 924 Wh.

Tabla 4.1 Equipos y consumo de potencia de la empresa

Equipos	Cantidad	Consumo Diario (Wh)	Demanda Máxima (Wh/día)
HUAWEI SmartAX MA5800	1	375	9.000
Tp-link P1201-16	2	38	912
Cloud Core Router CCR1036-8G-2S+	1	73	1.752
Mikro Tik CCR226-1G-12XS-2XQ	1	128	3.072
Nvr Hikvision	1	90	2.160
CISCO ASR920	1	130	3.120
HUAWEI R480G	1	90	2.160
Total	8	924	22.176

4.4 ESTUDIO DE RADIACIÓN

4.4.1 Ubicación

Para poder empezar con el diseño del sistema fotovoltaico se debe conocer la ubicación en la que se encuentra la empresa (latitud y longitud) lo cual en la Figura 4.1 se puede visualizar la ubicación de la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi”.



Figura 4.1 Ubicación de la empresa (Lat:-0.90820, Long:-78.63428)

4.4.2 Extracción de datos climatológicos

Al conocer la ubicación exacta de la empresa se procede a consultar en una base de datos climatológicos la cual se denomina Nasa Power como se puede ver en la Figura 4.2, permitiendo obtener los datos de la radiación difusa, albedo, radiación normal directa, temperatura del viento a 2 metros, velocidad del viento a 10 metros.



Figura 4.2 Interfaz del programa Nasa Power

Para el estudio se toma un rango de 5 años que va desde el año 2018 hasta el 2022 por lo cual permitirá tener una mejor aproximación a valores futuros los datos que se obtienen se muestran en las siguientes figuras:

- **Albedo**

Al analizar los datos obtenidos que se observa en la Figura 4.3, indica en el año 2018 y 2019 presentan un albedo máximo de 0.16 en el mes de septiembre respectivamente, finalmente el albedo mínimo fue de 0,12 en el año 2018 y 2019 en los meses de julio, agosto, noviembre y diciembre.

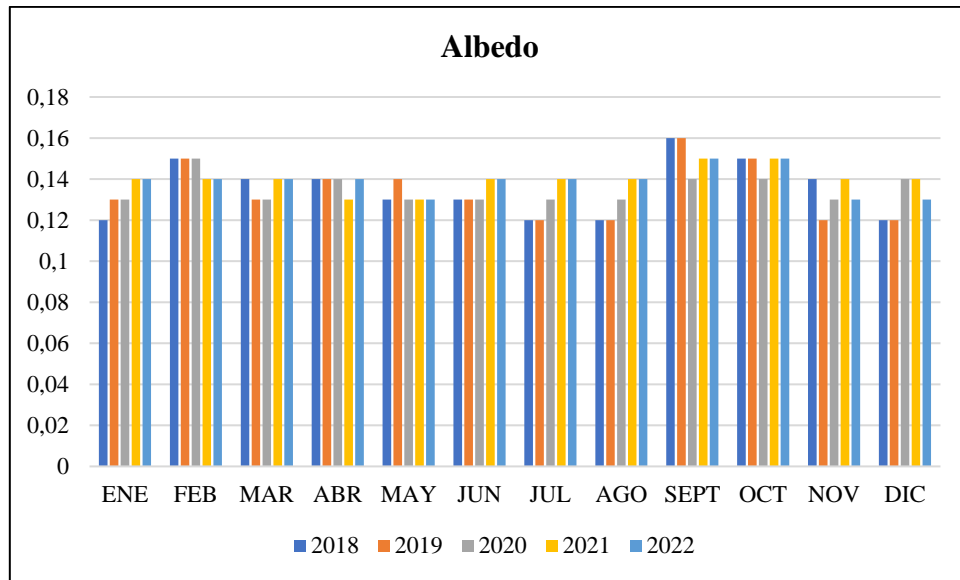


Figura 4.3 Datos del Albedo

- **Radiación difusa**

Tomando en cuenta los datos de 5 años anteriores como se puede visualizar en la Figura 4.4 se puede mencionar que en el año 2018 en el mes de octubre presentó una radiación difusa máxima de 2,45 $\text{kwh/m}^2/\text{día}$, mientras que en el año 2019 se reporta la mínima radiación difusa en el mes de agosto con 2,08 $\text{kwh/m}^2/\text{día}$.

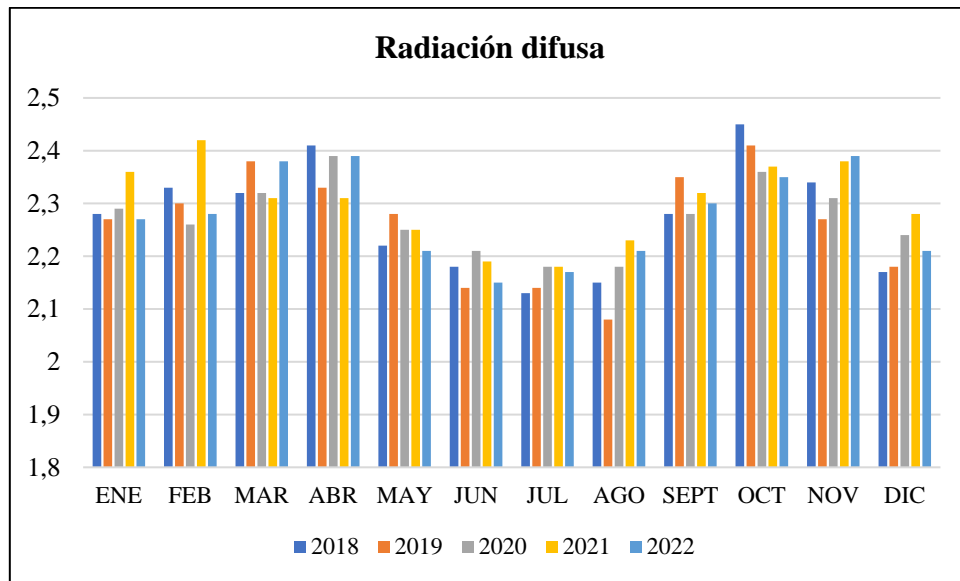


Figura 4.4 Datos de la Radiación difusa

- **Radiación normal directa**

Por medio de los datos que se indica en la Figura 4.5 se observa que en el año 2018 en el mes de agosto se presentó una radiación normal directa de 3.76 $\text{kwh/m}^2/\text{día}$, en cambio en el año 2022 en el mes de marzo se reportó una radiación normal directa mínima de 1,81 $\text{kwh/m}^2/\text{día}$.

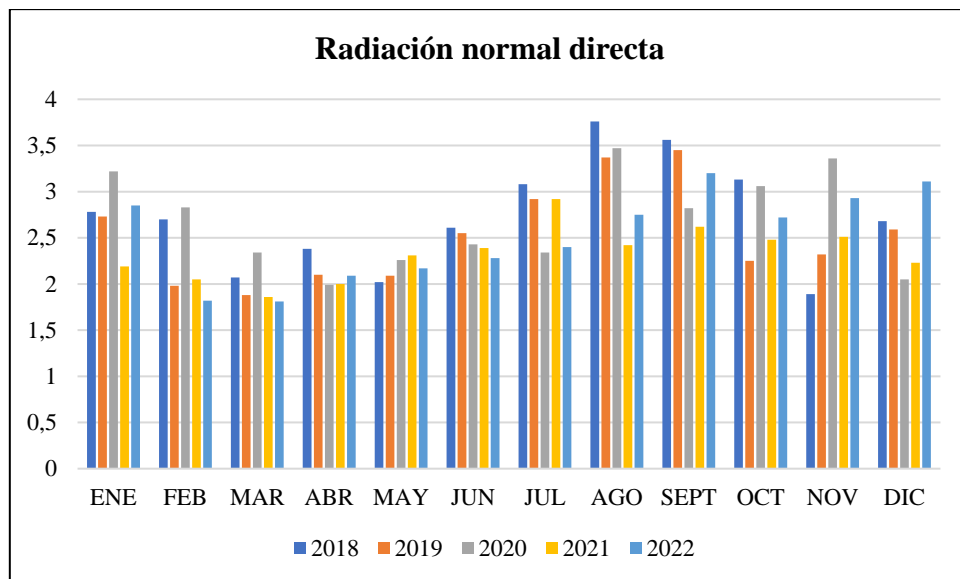


Figura 4.5 Datos de la Radiación normal directa

- **Temperatura del viento a 2 metros**

Al observar la Figura 4.6 se visualiza que en el año 2020 se reportó mayor temperatura en el viento en el mes de febrero con 12,80°C, mientras que el año 2021 indica que la menor temperatura del viento fue en julio con 10,17°C.

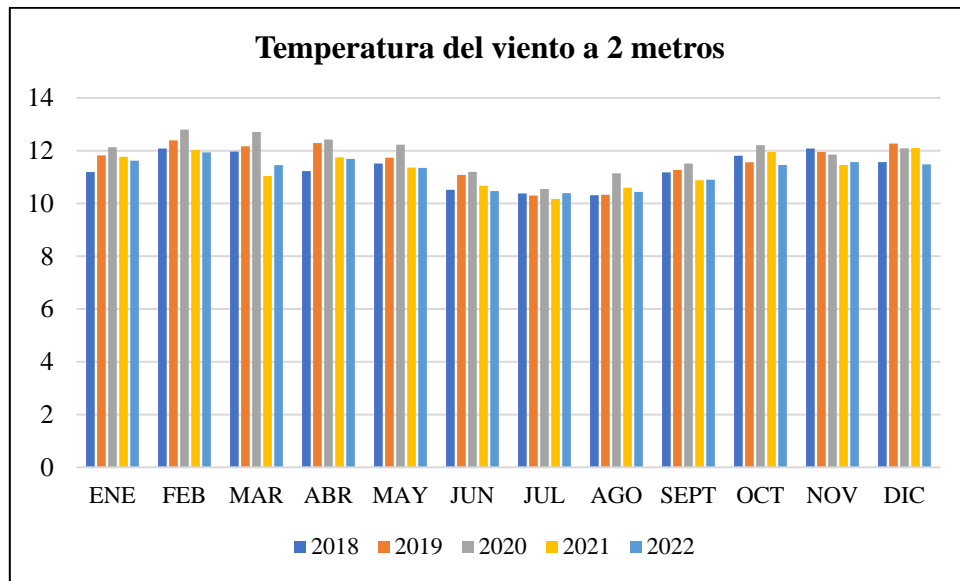


Figura 4.6 Datos de la Temperatura del viento a 2 metros

- **Velocidad del viento a 10 metros**

Con los datos obtenidos como se visualiza en la Figura 4.7, se observa que el año 2018 en el mes de agosto se reportó vientos máximos de 4,68 m/s, mientras en el mes de marzo se presentó vientos mínimos de 1,55 m/s.

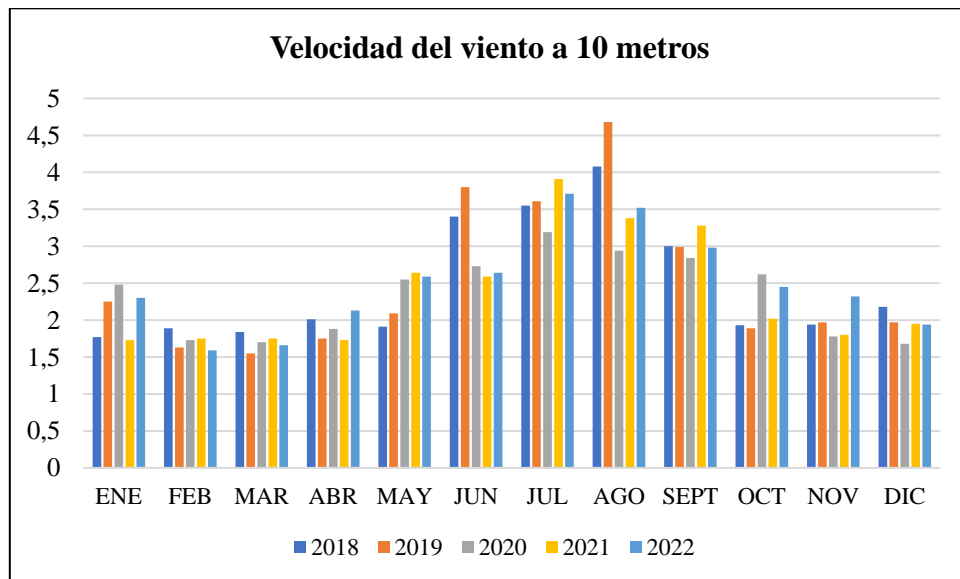


Figura 4.7 Datos de la Velocidad del viento a 10 metros

4.5 CÁLCULOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO FOTOVOLTAICO

Con los datos del consumo energético detallados en la Tabla 4.1 para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se toma en cuenta un factor de protección del 20% lo cual se aumentará al consumo diario que tiene la empresa.

$$\text{Consumo Diario} = C_{\text{DiarioEmpresa}} * 1.20\% \quad (4.1)$$

4.5.1 Criterios a tomar en cuenta para la elección de la tensión del sistema fotovoltaico

- De 1 a 2000 Wh de consumo diario, se recomienda hacer el sistema a una tensión de 12 V.
- De 2001 a 4000 Wh de consumo diario, se recomienda hacer el sistema a una tensión de 24 V.
- De 4001 W en adelante, se recomienda hacer el sistema a una tensión de 48 V.

4.5.2 Potencia Fotovoltaica

Con el valor que se obtendrá del consumo diario implementado la protección del 20% se procede a calcular la potencia fotovoltaica utilizando la Ecuación (4.2).

$$\text{Potencia FV} = \frac{\text{Consumo Diario}}{\text{Hora solar minima}} \quad (4.2)$$

4.5.2.1 Número de módulos fotovoltaicos

Para determinar la cantidad de módulos fotovoltaicos se obtiene mediante de la Ecuación (4.3).

$$\# \text{ Módulos FV} = \frac{\text{Potencia FV}}{\text{Potencia del módulo}} \quad (4.3)$$

4.5.2.2 Número de baterías

Para el cálculo de las baterías es paralelo se necesita calcular cuantos amperios hora se consume al día lo cual se puede obtener mediante la Ecuación (4.4).

$$Ah/día = \frac{C_{Diario}}{\frac{E_{Inversor}}{V_{Sistema}}} \quad (4.4)$$

- **Baterías en paralelo**

Para determinar el número de baterías en paralelo que se necesitaran para el sistema fotovoltaico de la empresa se realiza mediante la Ecuación (4.5).

$$\# \text{ Baterias en paralelo} = \frac{\frac{Ah}{día} * \text{días de autonomía}}{\frac{Profundidad de descarga}{Capacidad de la bateria}} \quad (4.5)$$

- **Baterías en serie**

Para calcular el número de baterías en serie se va a tomar en cuenta el voltaje del sistema que es de 24 V y el voltaje de la batería el cual se puede visualizar en la Tabla 5.4 mediante la Ecuación (4.6).

$$\# \text{ Baterias en serie} = \frac{Voltaje del sistema}{Voltaje de la batería} \quad (4.6)$$

4.6 MODELAMIENTO DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO MEDIANTE SOFTWARE SOLARIUS PV

La interfaz del programa se puede visualizar en la Figura 4.8, permite ingresar la ubicación exacta donde se instalará el sistema fotovoltaico, donde se realiza la implementación del sistema, al poner el lugar seleccionado el programa da la Latitud (°), Longitud (°) y la zona horaria como se puede observar en la Figura 4.9.

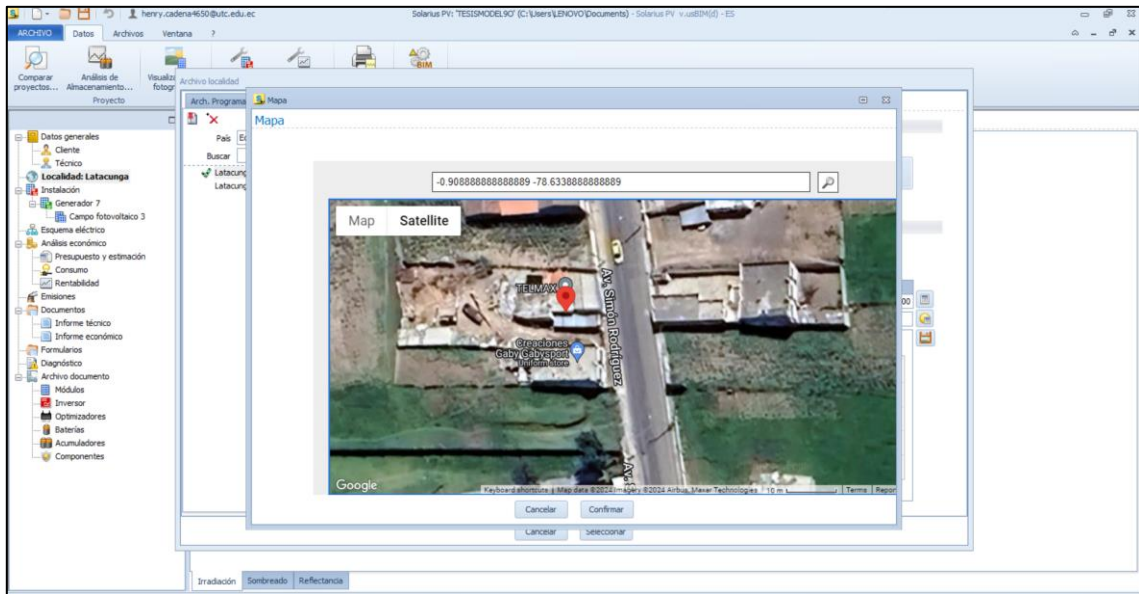


Figura 4.8 Interfaz del Software Solarius PV

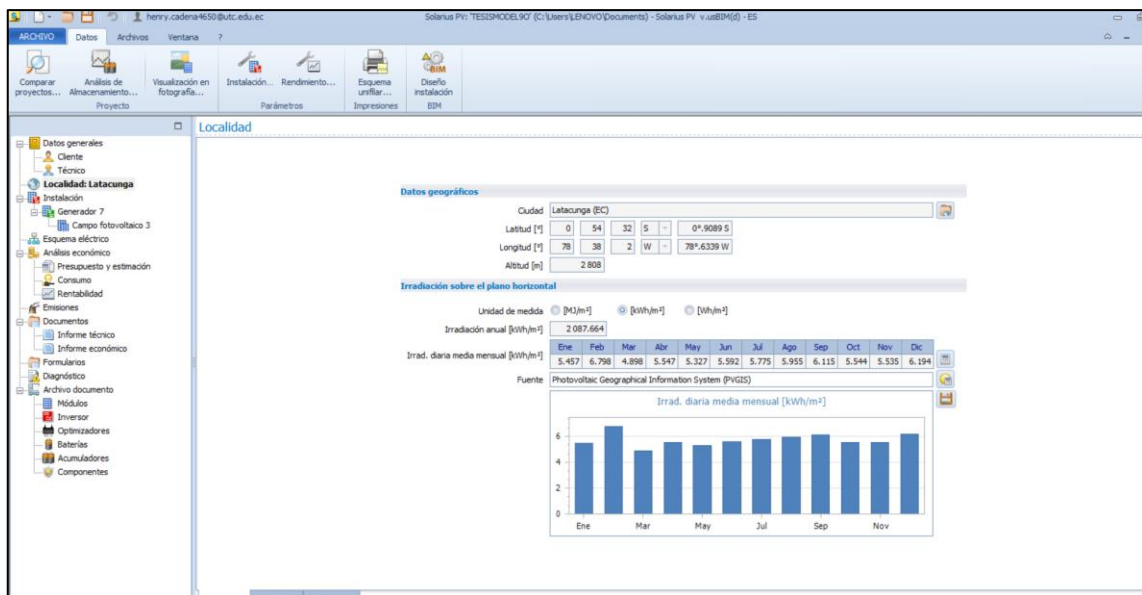


Figura 4.9 Datos de localización de la empresa

Para seleccionar los datos mensuales del clima se considera los datos de radiación anual mediante la importación de los datos del programa PVGIS, con este dato permite determinar el mes donde se puede obtener la menor radiación solar, para dimensionar de mejor manera el sistema fotovoltaico como se muestra en la Figura 4.10, en donde se identifica que en el mes de marzo es el más bajo dando como resultado la radiación de 4.898 Kwh/m, con ese dato se procede a modelar el sistema fotovoltaico.

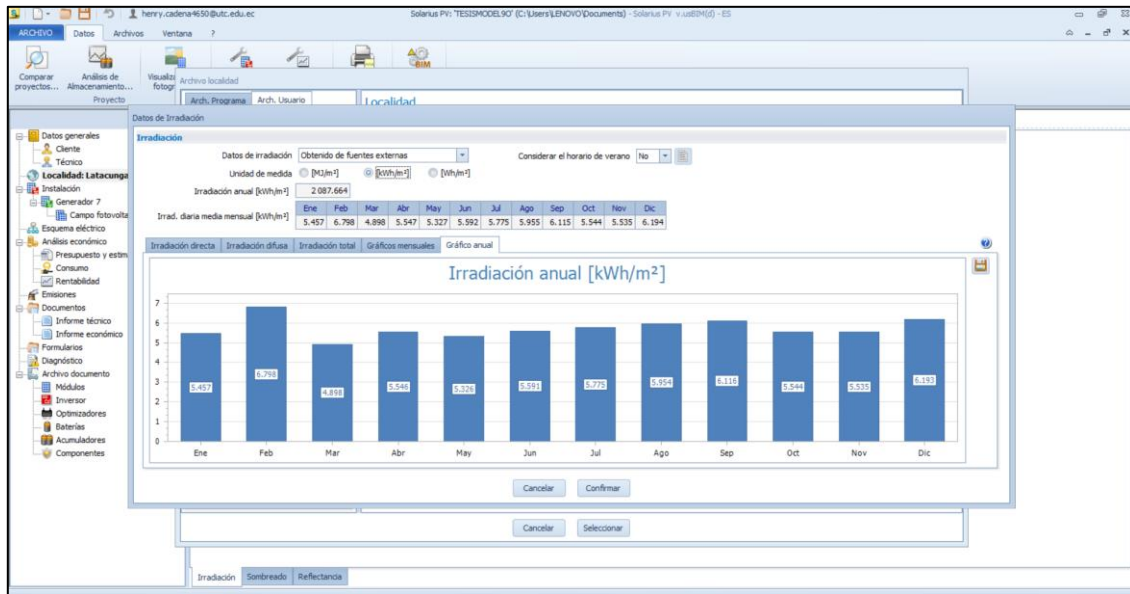


Figura 4.10 Datos de la radiación anual

Para el diseño del sistema fotovoltaico se debe seguir los parámetros del programa de forma ordenada, como se muestra en la Figura 4.11, en primer lugar se crea el diseño en 2D, y para elevar las edificaciones se lo hace en el plano 3D, de ahí se diseña el campo fotovoltaico donde estarán ubicados los módulos fotovoltaicos, una vez se encuentren ubicados se procede a configurar el inversor el programa brinda varias opciones y se elige la más adecuada para el sistema que se quiere implementar finalmente se dimensiona el tablero principal donde estaría instalados las protecciones del sistema.

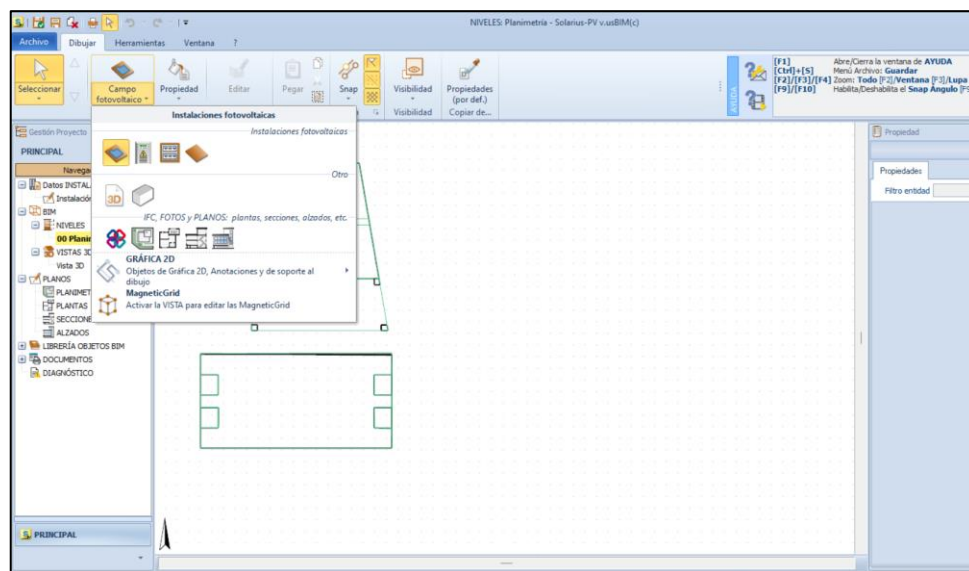


Figura 4.11 Diseño del campo fotovoltaico

El rectángulo amarillo como se puede ver en la Figura 4.12 la cual indica la superficie en donde se ubicarán los módulos fotovoltaicos, esta superficie ira variando según el número de módulos que se necesiten para el sistema fotovoltaico requerido.

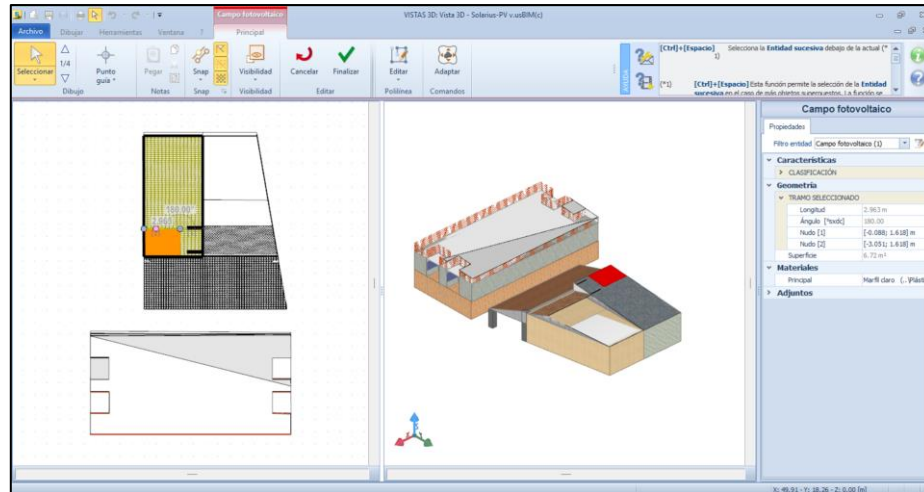


Figura 4.12 Superficie para la instalación de los módulos fotovoltaicos

Al definir la superficie se empieza a diseñar los módulos fotovoltaicos, el software brinda una gran variedad de módulos fotovoltaicos, se elige el más cercano a los que existen en el mercado, para la presente simulación se ha elegido módulos fotovoltaicos de 430W, el programa realiza el cálculo automáticamente como se identifica en la Figura 4.13 de cuantos módulos se requieren para cubrir la demanda dando como resultado 3 módulos.

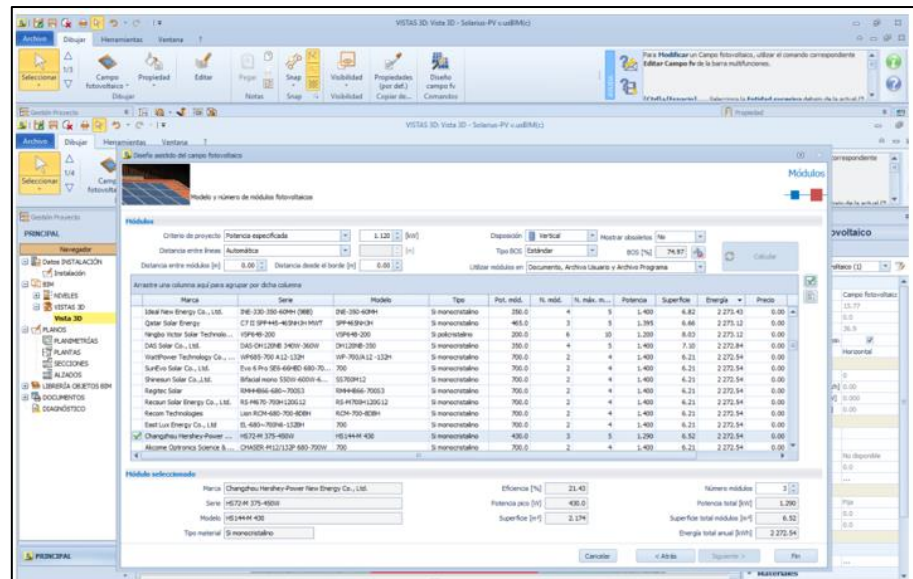


Figura 4.13 Diseño y selección de los módulos fotovoltaicos

Para elegir el inversor el programa recomienda varios inversores como se visualiza en la Figura 4.14, de igual forma que se hizo con los módulos fotovoltaicos se debe elegir el que más se ajusta al sistema propuesto y el programa calcula automáticamente el número de inversores que se requerirán para instalar en el sistema.

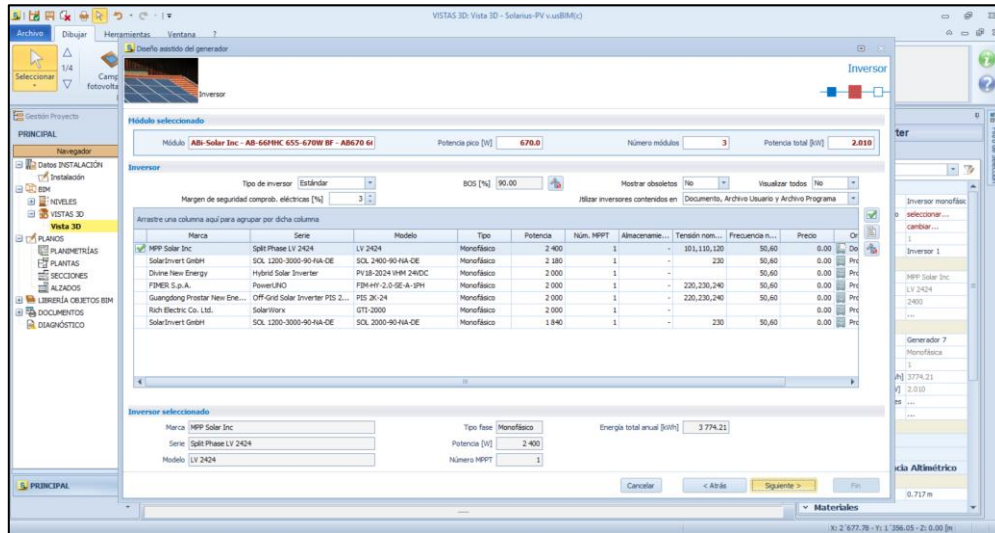


Figura 4.14 Selección del inversor para el sistema

Una vez realizado en el editor BIM se muestra el comportamiento del sol y la sombra que puede producir las construcciones más cercanas del sistema fotovoltaico como se identifica en la Figura 4.15, esta es una de las ventajas del programa ya que de esta manera se puede elegir la mejor ubicación para los módulos fotovoltaicos, como la trayectoria del sol va de Este a Oeste, la ubicación de los módulos fotovoltaicos están en una ubicación aceptable ya que tiene vista directa al sol en todo momento.

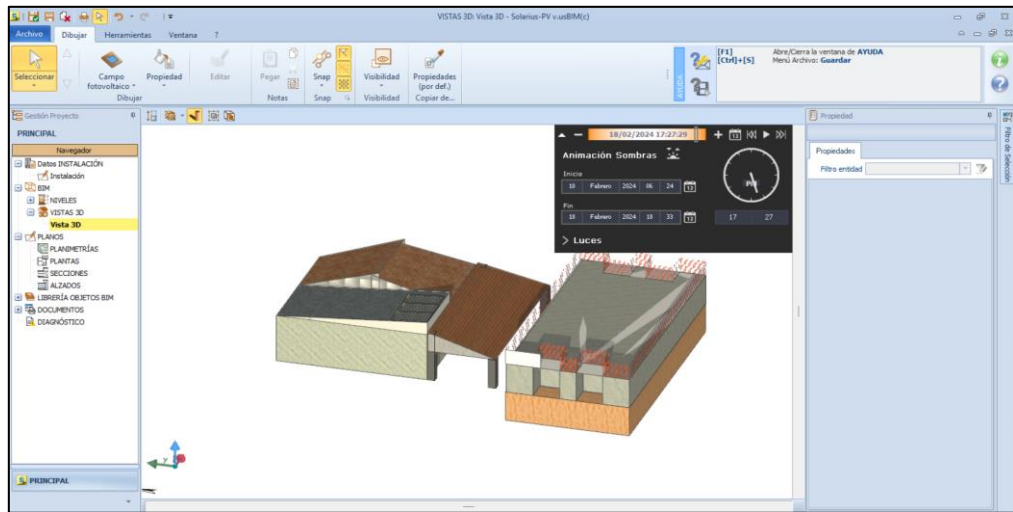


Figura 4.15 Sombras que se producirán en el día

Una vez terminado el diseño en el editor BIM se regresa a la ventana de inicio como se identifica en la Figura 4.16, donde se ingresará los valores de consumo para agregarle la carga al sistema.

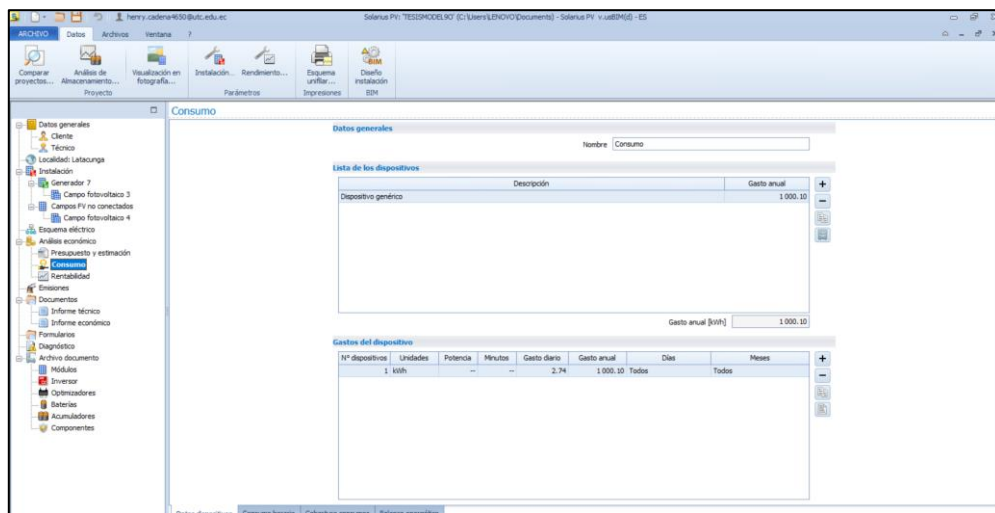


Figura 4.16 Ingreso de la carga que tiene la empresa

Para terminar, se procede a realizar el diseño de las baterías para tener energía de respaldo para el sistema, esto se lo hace en la parte de generador en la opción diseñar como se puede ver en la Figura 4.17, en el dimensionamiento de las baterías el software muestra varias baterías y al igual que los otros elementos se elige la que más se ajusta al sistema, y de forma automática el programa nos muestra con cuantas baterías podría trabajar correctamente.

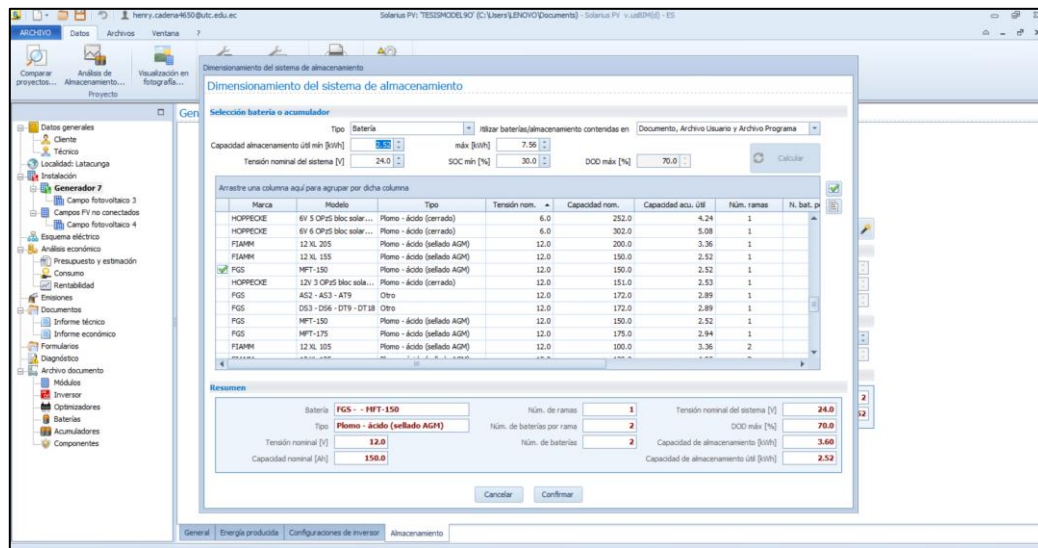


Figura 4.17 Diseño del número de baterías

Una vez ingresado todos los parámetros necesarios para la simulación, se puede obtener las gráficas del sistema en funcionamiento en el cual se evidencia la producción solar, el consumo del mismo, el respaldo de las baterías y también el aporte de la red cuando no se tiene producción solar como se identifica en la Figura 4.18.

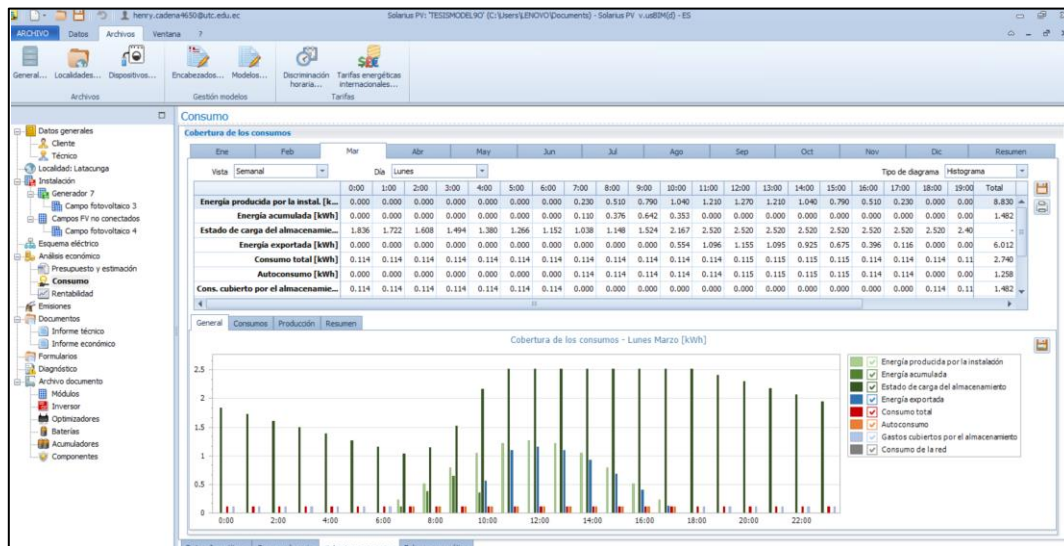


Figura 4.18 Datos de la simulación en el Software Solarius PV

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Para la ejecución del proyecto de implementación, se solicitó a 3 distribuidoras que se encuentra asociadas en el ámbito de las energías renovables, de esta manera se presupuestó los distintos

equipos necesarios, generando distintas tecnologías, especificaciones y presupuestos de dichos equipos.

La distribuidora ZC MAYORISTA S.A. proforma 3 equipos para la implementación, que se evidencia en la Tabla 4.2, la ausencia de elementos de protección en AC y DC, conductores eléctricos para la conexión, soporte para los paneles, sistema de puesta a tierra, lo que elevaría el costo de esta proforma la cual se encuentra detallada en el Anexo 2.

Tabla 4.2 Distribuidora AC MAYORISTA S.A

Distribuidora: ZC MAYORISTA S.A.				
Equipo	Especificación	Cantidad	Precio	
XMART SOLAR PANEL	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO 330W 54 CELLS VMP 32.0	4	\$710.000	
XMART INVERSOR SOLAR	INVERSOR SOLAR XSL 2K/1 6KW 120 VAC 24 VDC MPPT 60 ^a AC	1	\$560.00	
XMART BATERIA	BATERIA XMB-G1-100AH GEL SELLADA	2	\$510.00	
TOTAL + IVA			\$1.908.40	

En la distribuidora Proviento, su proforma es más completa y se visualiza en la Tabla 4.3, ya que incluye la parte de protecciones en DC y con una protección contra rayos, a su vez los conectores MC4, que permiten la conexión entre los paneles y el tablero principal, pero la tecnología del inversor para la transferencia entre la Red y el inversor no es instantánea y tiene una demora de medio segundo, y no se recomienda utilizarlo como un UPS, por lo que el técnico encargado de la empresa desiste de esta proforma ya que la transferencia que la empresa necesita debe ser de inmediato, se debe tomar en cuenta que falta elementos para que el sistema funcione correctamente, como son: protecciones en AC, accesorios para la instalación de los paneles, sistema de puesta a tierra, por lo que el valor de la proforma ascendería considerablemente, lo cual se podrá verificar en la proforma del Anexo 3.

Tabla 4.3 Distribuido PROVIENTO

Distribuidora: PROVIENTO			
Equipo	Especificación	Cantidad	Precio
PANEL SOLAR TIERL	PANEL SOLAR MONOCRISTALINO JA SOLAR JAM72S20-460W	3	\$750.00
INVERSOR/ CARGADOR SOLAR	INVERSOR SOLAR MPPT JNGE 3KW/ 24VDC/120VDA LA TRANSFERENCIA ENTRE LA RED Y INVERSOR NO ES INTANTÁNEA SINO DEMORA MEDIO SEGUNDO - ASÍ QUE PARA UPS NO SON TAN RECOMENDABLES.	1	\$600.00
BATERIA	BATERIA PROVIENTO GEL Ciclo Profundo 12 V / 150 Ah HTB/12/150	2	\$760.00
DC BREAKER	Voltaje max: 500VDC Corriente max: 50A	1	\$40.00
SURGE ARRESTOR	Protector contra rayos. Voltaje corte: 1300 VDC Imax: 40KA	1	\$40.00
CONECTORES MC4	PAR POSITIVO Y NEGATIVO	1	\$8.00
MATERIAL CONEXIONADO	MATERIAL ELÉCTRICO MENOR DE CONEXIONADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. JUEGO DE 20 METROS DE CABLE CONCÉNTRICO 2X10AWG PARA PANELES SOLARES (POSITIVO / NEGATIVO). 1 JUEGO DE CABLES PARA BANCO DE BATERÍAS.	1	\$105.00
		TOTAL+ IVA	\$2.240.42

La distribuidora POWEST, presento una proforma que se acercó mucho a la proforma del distribuidor Proviento en los equipos solicitados como se evidencia en la Tabla 4.4, pero si tiene una diferencia económica significativa ya que Proviento su estimado es de \$2240.42, mientras que POWEST su estimado es de \$2020.61 teniendo una diferencia económica de \$219.81 dólares, de igual forma POWEST, aumenta un equipo más que permite medir el voltaje y de corriente de la batería, mientras que el Inversor si tiene una función de UPS, realizando el bypass de manera automática, por lo que la empresa se decidió por esta proforma de igual manera hace falta

protecciones en AC, el tablero principal, sistema de puesta a tierra, soporte para los paneles solares y los accesorios para la instalación, como se puede evidenciar en el Anexo 4.

Tabla 4.4 Distribuidora POWEST

Distribuidora: POWEST			
Equipo	Especificación	Cantidad	Precio
POWEST PANEL SOLAR	POWEST PANEL SOLAR MONO PERC 450W	3	\$545.61
INVERSOR SOLAR	INVERSOR SOLAR ALL IN ONE POWEST 3KVA ON-GRID.	1	\$578.00
BATERIA	GEL CICLO PROFUNDO -12v 150Ah REF. FLG121500 GEL	2	\$710.00
DC BREAKER	SL7N-63 DC CIRCUIT BREAKER SL7 2P 50A 550VDC	1	\$40.00
SURGE ARRESTOR	SUP2H-PV DC SURGE PROTECTOR 2P 600VDC 40KA	1	\$40.00
CONECTORES MC4	PAR POSITIVO Y NEGATIVO	1	\$8.00
CABLE CONCÉNTRICO 2X IO AWG	CABLE CONCÉNTRICO 2X IO AWG PARA PANELES SOLARES (POSITIVO / NEGATIVO).	1	\$45.00
MC4 par	PAR POSITIVO Y NEGATIVO	1	\$8.00
Terminales Cable Batería 2 AWG	TERMINALES DE CABLES DE COBRE	6	\$6
PROBADOR DE BATERÍA MULTÍMETRO	MULTÍMETRO 200V10A 100A 300A MEDIDOR DE ENERGÍA SOLAR AMPERÍMETRO VOLTÍMETRO	1	\$40
TOTAL + IVA			\$2020.61

El costo total del proyecto asciende a un valor de \$ 2423,41, agregando las protecciones en AC, el tablero principal, sistema de puesta a tierra, soporte para los paneles solares y los accesorios para la instalación como se muestra en la Tabla 4.5, y la factura detallada se encuentra en el Anexo 5.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI – CARRERA DE ELECTRICIDAD

Tabla 4.5 Costo total del sistema fotovoltaico a implementar

Código principal	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Iva	Total
CEBAT-7628	2	POWEST BATERIA GEL CICLO PROFUNDO -12v 150Ah REF. FLG121500 GEL	\$316.96	\$76.07	\$633.93
NUHIB-7504	1	POWEST INVERSOR SOLAR ALL IN ONE 3KVA ON-GRID	\$516.07	\$61.93	\$516.07
NERM450-8450	3	POWEST PANEL SOLAR MONO HC PERC 450W REF.	\$181.87	\$21.72	\$545.61
NERM4-8804	1	POWEST CONECTORES MC4 HEMBRA MACHO (2 UND)	\$7.14	\$0.86	\$7.14
SURGE ARRESTOR	1	PROTECTOR CONTRA RAYOS VOLTAJE DE CORTE: 1300VDC IMAX:50KA	\$40.00	\$4.80	\$40.00
DC BREAKER	1	VOLTAJE MAX: 500VDC CORRIENTE MAX: 50A	\$40.00	\$4.80	\$40.00
AC BREAKER	2	6000A A 240VAC O 415VAC	\$10.00	\$1.20	\$20.00
MATERIAL CONEXIONADO	1	MATERIAL ELÉCTRICO MENOR DE CONEXIONADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	\$105.00	\$12.60	\$105.00
CANALETA BLANCA 40*25	3	CANALETA LISA 40*25 BLANCA S/D DEXSON	\$7.99	\$0.95	\$23.97
PROBADOR DE BATERÍA MULTÍMETRO	1	MULTÍMETRO 200V10A 100A 300A MEDIDOR DE ENERGÍA SOLAR AMPERÍMETRO VOLTÍMETRO	\$40.00	\$4.80	\$40.00
SOPORTE PARA PANELES SOLARES Y BASE PARA LA BATERIA	1	BASE PARA LA UBICACIÓN DE LOS PANELES Y SOPORTE PARA LA BATERIA	\$26.75	\$3.21	\$26.75
CAJA DE DISTRIBUCIÓN	1	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE 18 ESPACIOS PARA RIEL DIN	\$15.03	\$1.80	\$15.03
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	1	ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA	\$37.75	\$4.53	\$37.75
				TOTAL + IVA	\$ 2423.41

4.8 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO EN LA EMPRESA

La implementación del sistema fotovoltaico se realizó de la siguiente manera.

- Adquisición de los equipos del sistema fotovoltaico.
- Elaboración de la estructura para el soporte de los paneles solares en el techo de la empresa como se muestra en la Figura 4.19.

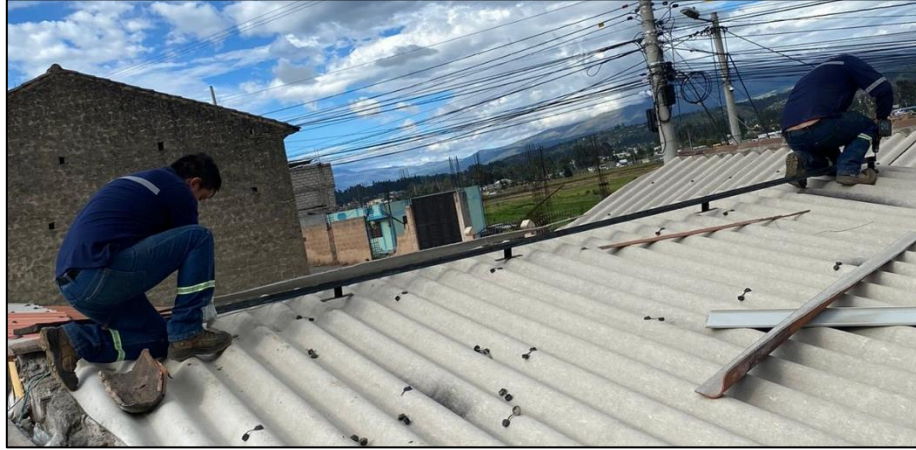


Figura 4.19 Colocación de la estructura para los módulos fotovoltaicos

- Colocación de los módulos fotovoltaicos en el techo de la empresa como se identifica en la Figura 4.20.



Figura 4.20 Colocación de los módulos fotovoltaicos

- Conexión en serie de los 3 módulos fotovoltaicos como se indica en la Figura 4.21.



Figura 4.21 Conexión de los módulos fotovoltaicos

- Armado del tablero principal de las protecciones para el sistema fotovoltaico en DC y AC, conexión del medidor de voltaje de las baterías como se visualiza en la Figura 4.22.

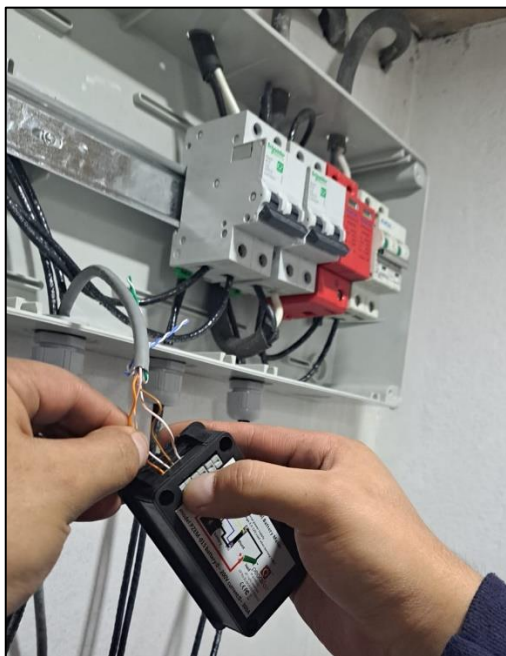


Figura 4.22 Cuadro general de las protecciones

- Conexión del inversor híbrido con el tablero principal cómo se identifica en la Figura 4.23.



Figura 4.23 Conexión del inversor híbrido con el cuadro general

- A continuación, en la Figura 4.24 se puede identificar la conexión de las baterías al inversor híbrido las cuales se encuentran conectadas en serie.



Figura 4.24 Conexión de las baterías del sistema

- Finalmente, como se identifica en la Figura 4.25 se procede a realizar el encendido del inversor híbrido para el funcionamiento del sistema fotovoltaico para la empresa.



Figura 4.25 Encendido del inversor híbrido

4.9 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El diagrama unifilar de la Figura 4.26, se realizó en el software AUTOCAD, siendo una representación gráfica simplificada del sistema eléctrico solar, utilizado para mostrar la conexión y disposición de los equipos que componen dicho sistema, este tipo de diagrama se utiliza comúnmente en el diseño y planificación de instalaciones de esta índole, el cual se evidencia de manera más detallada en el Anexo 9.

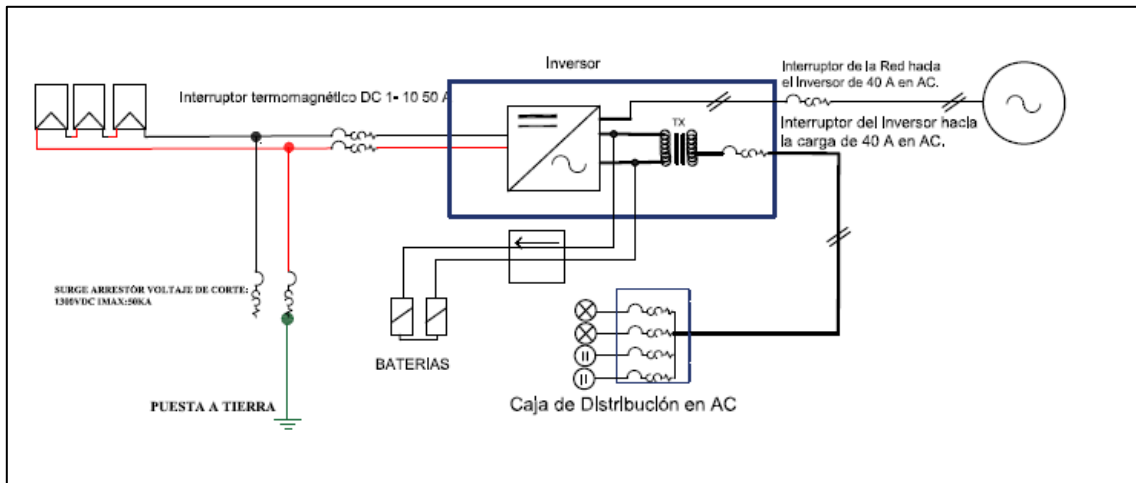


Figura 4.26 Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico implementado

4.10 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

El diseño se ha basado en los resultados obtenidos mediante los cálculos tanto de radiación solar como el consumo en Kwh, para la instalación fotovoltaica se divide en 3 elementos importantes los cuales se encargan de funciones principales como son: captación, acumulación regulación en DC e inversión de la tensión de DC a AC. Como se muestra en la Figura 4.27, estos elementos son: módulos fotovoltaicos, el inversor híbrido MPPT y las baterías.

Mediante los cálculos se ha realizado un arreglo de 3 paneles en serie de 450W monocristalinos, el tipo de cable que se utilizó para conectar los paneles solares al tablero principal es concéntrico de 2 hilos número 10 AWG, el mismo que está conectado a un breaker de 50 A en DC de 2 polos, de la protección en DC se conecta con cable número 10 AWG de un hilo.

El inversor trabaja con 2 fuentes de energía, en el día cubre la demanda con lo que producen los módulos fotovoltaicos y en la noche lo que suministra la red, por lo que del medidor al tablero principal se utilizó cable concéntrico de 2 hilos número 10 AWG, que ingresa a un breaker de 32 A en AC, del inversor se conecta con un breaker de 32 A en AC y sale con cable concéntrico número 10 AWG hacia el tablero de distribución de la empresa.

Para la conexión de las baterías se utilizó un cable número 2 AWG y terminales para el mismo calibre del conductor, los mismos que se conectan desde el inversor hacia 2 baterías que están en serie, se conecta de esta manera ya que las baterías que se utiliza son de 12 V, pero el inversor trabaja con 24 V, de esta manera sumamos el voltaje, pero conservamos la corriente, el tablero principal cuenta con un medidor de tensión y corriente.

Para finalizar el sistema fotovoltaico cuenta con un sistema de puesta a tierra el mismo que cuenta con un protector contra rayos instalado en el tablero principal, conectado en paralelo al cable que baja de los paneles solares a la protección en DC, los cables se conectan al ingreso principal de esta protección, en la salida secundaria se conecta con un cable número 8 AWG color verde a una varilla copperweld de un metro.

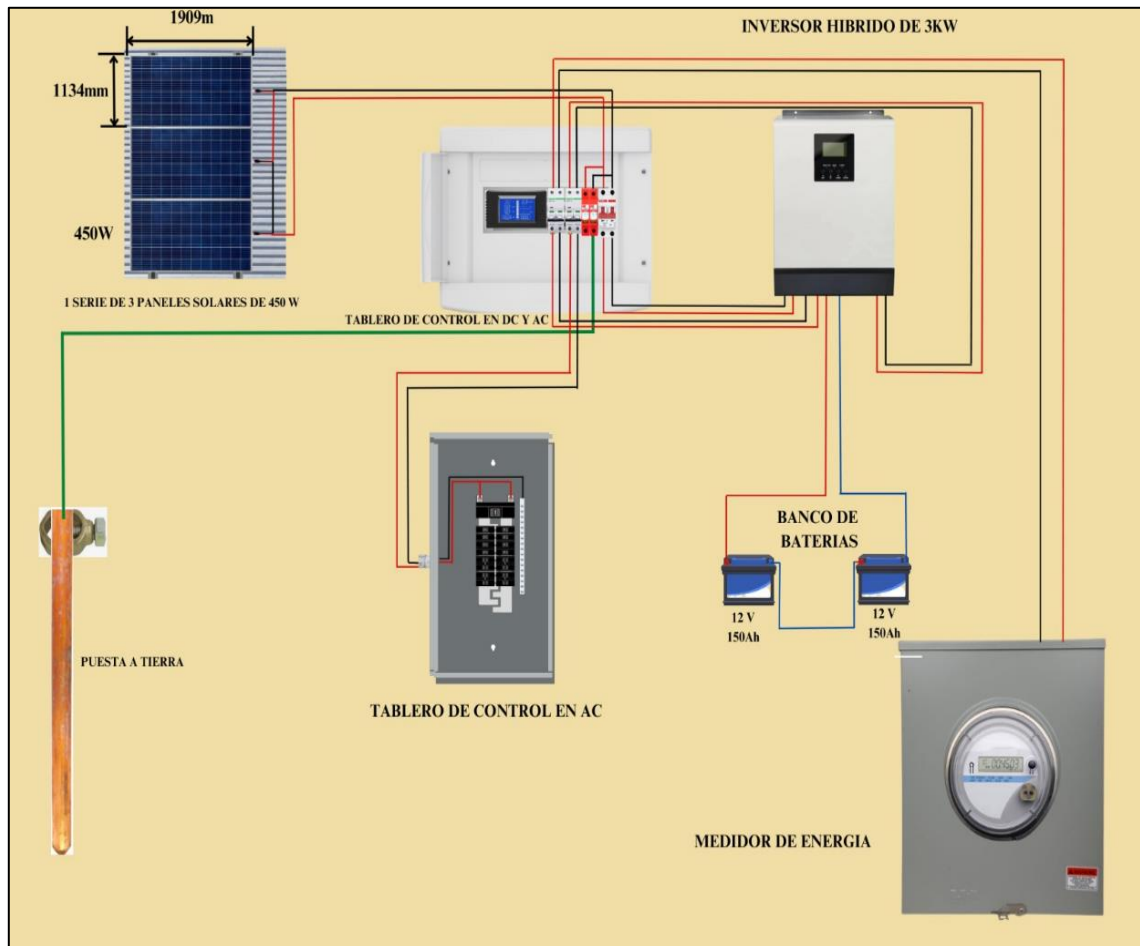


Figura 4.27 Diagrama de conexión del sistema fotovoltaico

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Consumo diario

Utilizando la Ecuación (4.1) la cual se utiliza para obtener el consumo diario con el 20% de protección lo cual se obtiene un valor de:

$$\text{Consumo Diario} = 924 * 1.20\% = 1.109 \text{ Wh}$$

5.2 Potencia fotovoltaica

La hora solar mínima que se tomó en cuenta para el cálculo de la potencia fotovoltaica se puede visualizar en la Tabla 5.1 donde se toma los datos de 5 años posteriores, en el año 2021 en el mes de diciembre presento la hora solar de 3,28 siendo la mínima entre todos los años que se tomó en cuenta.

Tabla 5.1 Datos de las horas de sol

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	My	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
2018	3,90	3,78	3,71	4,02	3,71	3,65	3,82	4,22	4,21	4,52	3,53	3,78
2019	3,82	3,63	3,85	3,97	3,75	3,76	3,88	4,18	4,44	3,87	3,62	3,51
2020	4,00	4,14	3,70	4,00	3,78	3,67	3,77	3,89	3,97	4,04	4,52	3,46
2021	3,69	3,92	3,90	3,87	3,78	3,63	3,91	3,93	4,10	4,02	3,85	3,28
2022	3,2	3,40	4,01	4,02	3,72	3,56	3,66	3,97	4,21	3,97	3,95	3,53

Por medio de la Ecuación (4.2) se obtiene para este caso:

$$Potencia\ FV = \frac{1.109\ (Wh)}{3.28\ (h)} = 338\ W$$

5.3 Número de módulos fotovoltaicos

La potencia del módulo fotovoltaico que se eligió es de 450 W.

El dato de la potencia del módulo de la Ecuación (4.3) se obtiene de la ficha técnica del módulo fotovoltaico. En este caso, se recomienda un módulo de la marca POWEST, en la Tabla 5.2 se puede visualizar las características eléctricas que tiene el módulo. La ficha técnica del equipo se muestra en el Anexo 6.

Tabla 5.2 Características del módulo fotovoltaico seleccionado

Parámetro	Magnitud
Isc	13.95 (A)
Voc	41.04 (V)
Pnom	450 (W)
Tipo	Monocristalino

Con los datos del módulo fotovoltaico en la Ecuación (4.3) se determina que:

$$\# \text{Módulos FV} = \frac{338 (W)}{450 (W)} = 1 \text{ módulos}$$

El valor obtenido es el mínimo de los módulos que necesita para su funcionamiento y cumplir con la demanda que tiene la empresa. Sin embargo, el sistema fotovoltaico tendrá pérdidas a causa de la temperatura, por lo que se implementa un factor de sobredimensionamiento del 20% para así poder garantizar una potencia fotovoltaica ideal para lo cual se utiliza la Ecuación (5.6).

$$\# \text{Módulos FV} = 1 * 1.20 = 1.2 = 2 \text{ módulos} \quad (5.1)$$

Para poder determinar que la cantidad de módulos es correcta, se debe multiplicar la cantidad final de los módulos por la potencia individual que tienen, si se obtiene un resultado mayor a la potencia fotovoltaica que se calculó anteriormente lo cual se puede determinar con la Ecuación (5.6).

$$2 * 450 (W) = 900 (W) \quad (5.2)$$

Al realizar el cálculo de la Ecuación (5.2) se determina que no se cubre la demanda requerida por la empresa, por lo que al tener una base de dos módulos se decide realizar un arreglo de una serie de tres módulos fotovoltaicos, dando como resultado:

$$3 * 450 (W) = 1350 (W) \quad (5.3)$$

Para el correcto funcionamiento del controlador de carga se debe realizar el ajuste de los paneles solares, los mismos que no deben sobrepasar el voltaje y la corriente del controlador de carga, para ello se toman valores del voltaje en circuito abierto (Voc) y el valor de la corriente de corto circuito (Isc) los cuales se pueden identificar en la Tabla 5.2.

5.3.1 Cálculo de voltaje y corriente total

Para dimensionar el voltaje del controlador de carga se necesita calcular el voltaje total de los módulos fotovoltaicos en serie y la corriente en paralelo, con esos datos se puede elegir el

controlador de carga que más se ajuste al sistema, donde se termina el voltaje total mediante la Ecuación (5.6), y la corriente total por medio de la Ecuación (5.6) obteniendo:

$$V_{Total} = 41.04 * 1 = 41.04 V \quad (5.4)$$

$$I_{Total} = 13.95 * 3 = 41.85 A \quad (5.5)$$

En la Figura 5.1 se puede visualizar el arreglo final de los módulos fotovoltaicos como muestra para la implementación en la empresa.

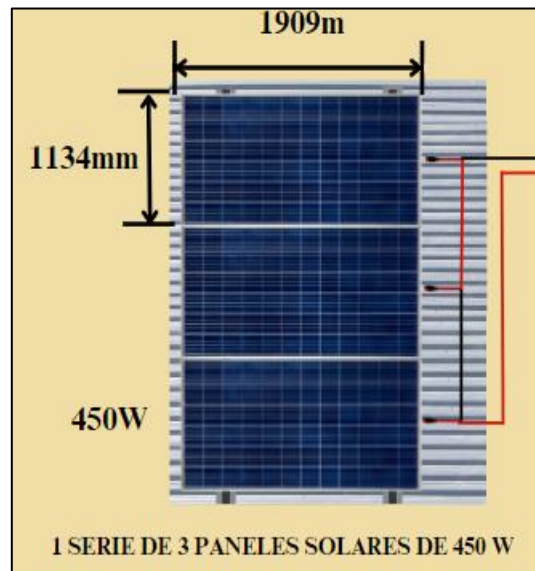


Figura 5.1 Arreglo final de los módulos fotovoltaicos

5.4 Selección del inversor híbrido

Al calcular el valor del V_{Total} se obtuvo un valor de 41.04 V y el valor de la tensión del inversor híbrido que se recomienda es de 80 VDC, mientras que el valor de la I_{Total} se tiene como resultado de 41.85 A y la corriente que soporta el inversor híbrido es de 80 A, lo cual se encuentran dentro de los valores ideales para un correcto funcionamiento.

La marca del inversor híbrido que se utilizó es POWEST, los datos se encuentran en la Tabla 5.3 en donde se pueden verificar los valores que se tienen que tomar en cuenta, la ficha técnica del equipo se muestra en el Anexo 7.

Tabla 5.3 Especificaciones del inversor híbrido

Parámetro	Magnitud
Voltaje del sistema	24 (V)
VDC (MPPT)	80 (V)
Imáx (DC)	80 (A)
Pnom	3000 (W)
VAC (OUT)	120 (V)
Entradas MPPT	1
Imáx (AC)	5,2 (A)

5.5 Número de baterías

Utilizando la Ecuación (4.4) se obtiene para este caso:

$$Ah/día = \frac{\frac{22.176}{90\%}}{24 V} = 102,66 Ah/día$$

5.5.1 Baterías en paralelo

La capacidad de la batería que se seleccionó es de 150 Ah/día.

El dato de capacidad de la batería de la Ecuación (4.5) se obtiene de la ficha técnica del equipo, para este caso, se selecciona una batería de la marca POWEST, en la Tabla 5.4 se puede identificar las características eléctricas que tiene la batería seleccionada. La ficha técnica del equipo se puede visualizar en el Anexo 8.

Tabla 5.4 Características de la batería seleccionada

Parámetro	Magnitud
Voltaje nominal	12 (V)
Capacidad de la batería	150 (Ah)
Celdas por batería	6

Con los datos de la batería en la Ecuación (4.5) se obtiene:

$$\# \text{ Baterías en paralelo} = \frac{102.67 \frac{Ah}{día} * 1día}{0,5} = 1 \text{ batería}$$

5.5.2 Baterías en serie

Utilizando la Ecuación (4.6) la cual permite obtener el número de baterías en serie obteniendo un valor de:

$$\text{Baterías en serie} = \frac{24 V}{12 V} = 2 \text{ baterías}$$

Para poder calcular el número total de baterías que necesitara el sistema fotovoltaico se puede realizar mediante la Ecuación (5.6).

$$\# \text{ Baterías total} = \text{Baterías en paralelo} * \text{Baterías en serie} \quad (5.6)$$

Al reemplazar los valores en la Ecuación (5.6) se obtiene un valor de:

$$\# \text{ Baterías total} = 1 * 2 = 2 \text{ baterías}$$

El valor obtenido es el número de baterías mínimo que requerira el sistema fotovoltaico para tener un funcionamiento óptimo y así poder almacenar energía que generara el sistema.

5.6 Datos obtenidos del sistema fotovoltaico implementado

5.6.1 Factor de potencia de entrada PV

En la Figura 5.2 se puede determinar el valor de la potencia fotovoltaica que entra al sistema que es 900 W este valor corresponde al día 17 entre la 8 y 10 de la mañana del mes de febrero, también se puede mencionar que desde las 4 de la tarde el sistema empieza a reducir el factor de potencia de entrada fotovoltaica.

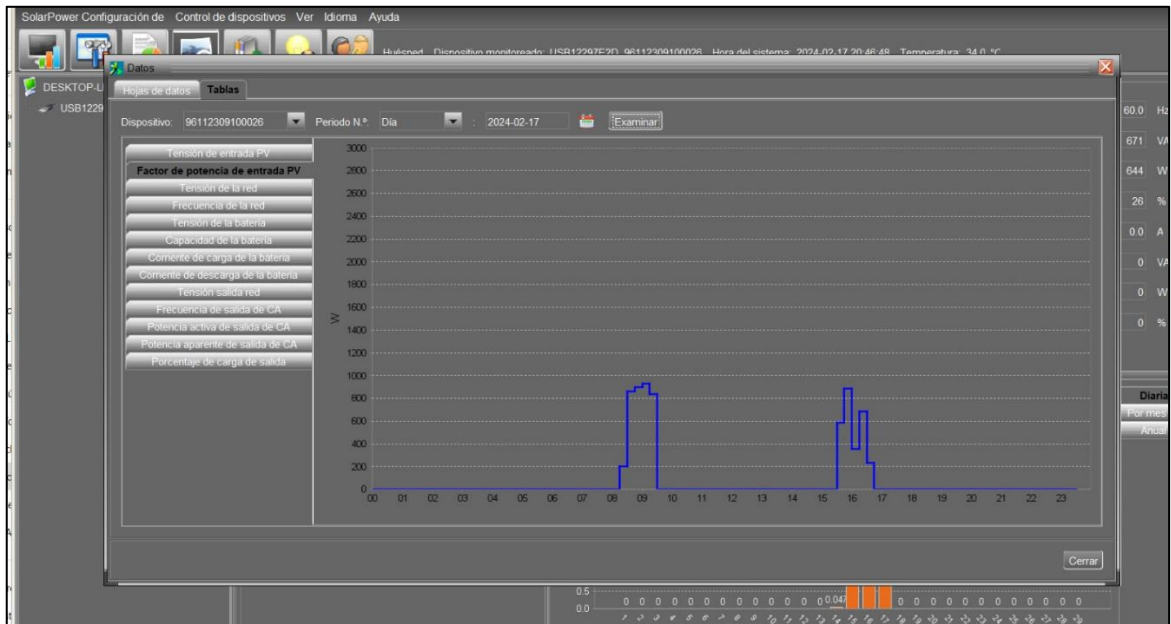


Figura 5.2 Factor de entrada de la potencia fotovoltaica

5.6.2 Tensión de la red

Mediante la Figura 5.3 se puede determinar que la tensión de la red del sistema se encuentra en los 120 V de corriente continua lo cual se pudo obtener mediante la extracción de los datos por medio del software Solar Power.

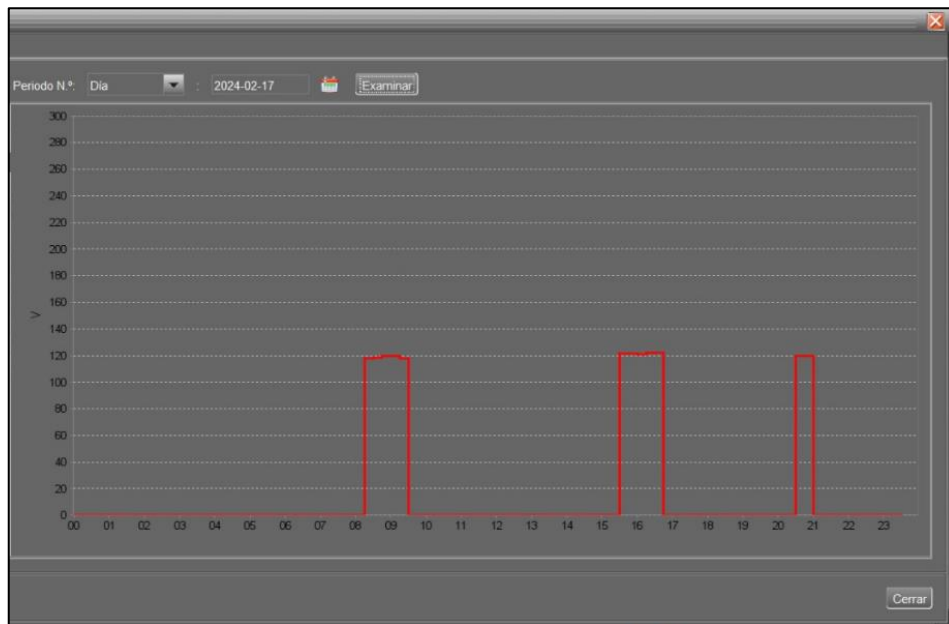


Figura 5.3 Tensión de la red

5.6.3 Frecuencia de la red

La frecuencia a la que está funcionando el sistema es de 60 Hz lo cual se puede visualizar en la Figura 5.4 donde se tiene los datos que se obtuvieron en un día de monitoreo.

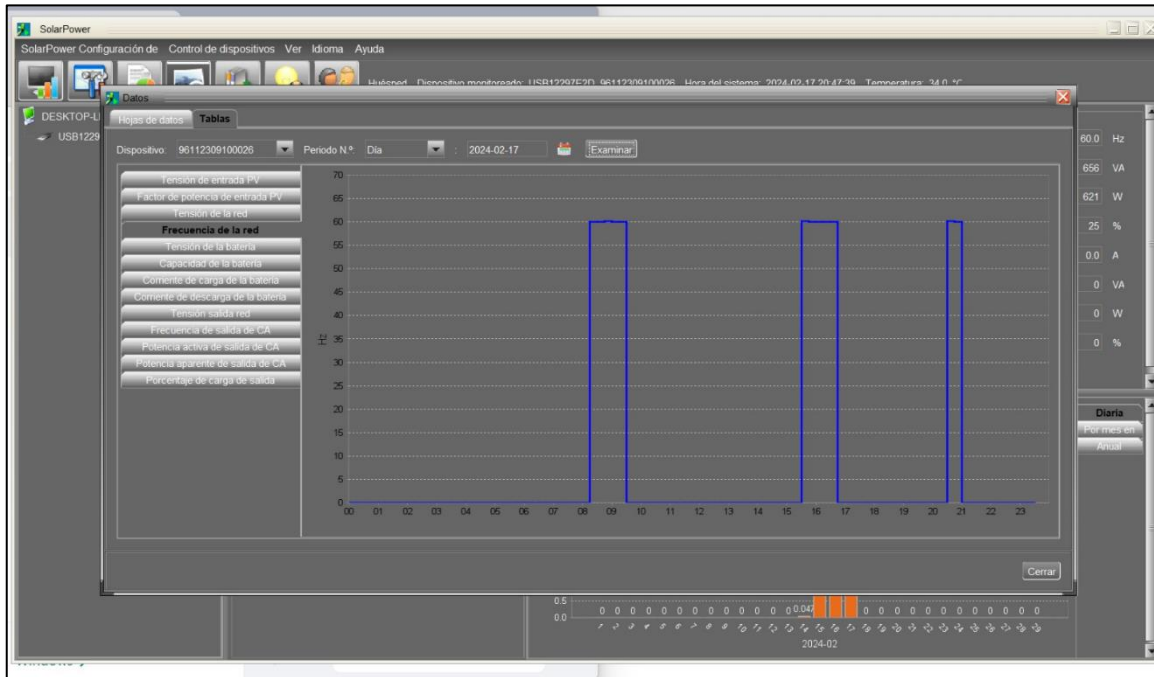


Figura 5.4 Frecuencia de la red

5.6.4 Tensión de la batería

La tensión de las baterías es de 12 voltios, pero al realizar la conexión en serie da un valor de 24 voltios lo cual mediante el monitoreo de un día con el software Solar Power se puede identificar que se tiene un voltaje que está entre los 25 a 27 voltios como se puede visualizar en la Figura 5.5.

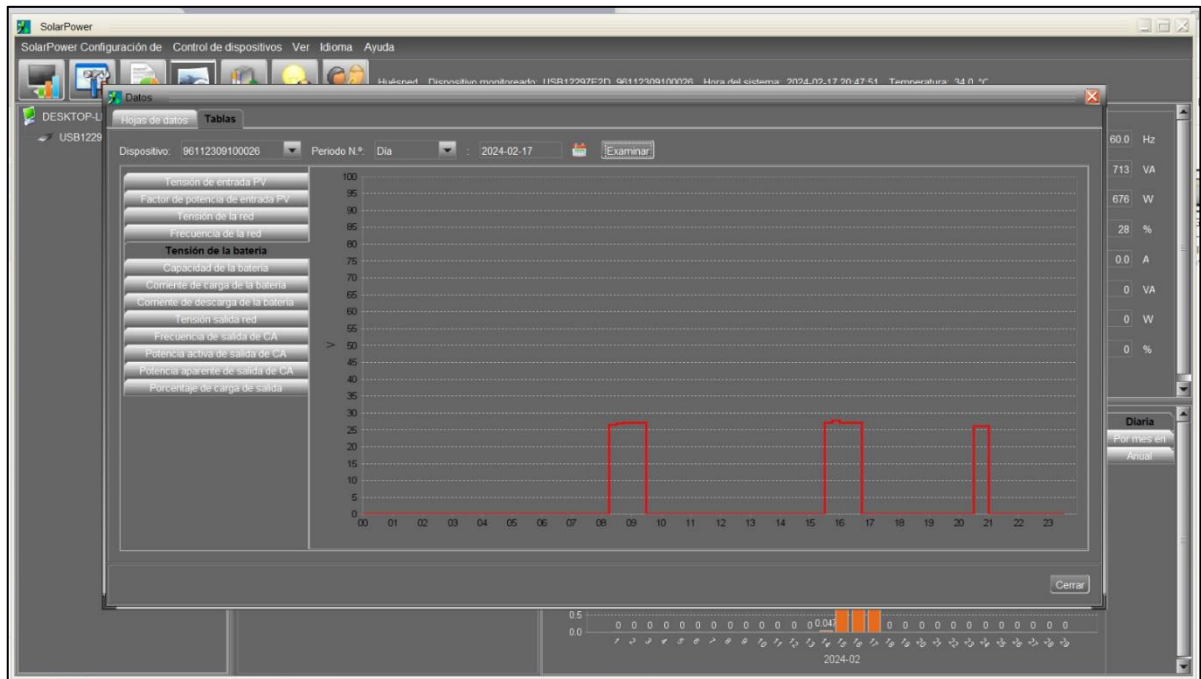


Figura 5.5 Tensión de la batería

5.6.5 Capacidad de la batería

La capacidad de la batería indica el porcentaje de la carga en el que se encuentra las baterías del sistema fotovoltaico que en este caso se tiene un valor de 100% lo cual indica que las baterías están cargadas en su totalidad lo cual se puede identificar en la Figura 5.6.

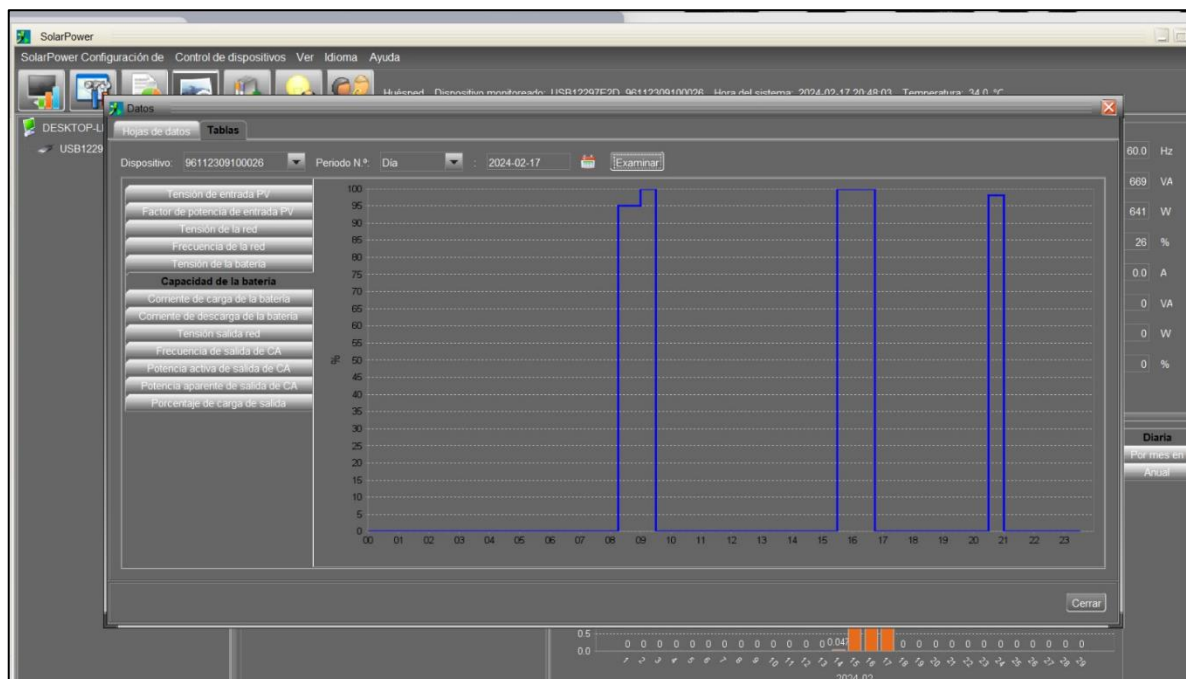


Figura 5.6 Capacidad de la batería

5.6.6 Tensión salida de la red

Mediante la Figura 5.7 se puede determinar que la tensión de la red del sistema se encuentra en los 120 V de corriente alterna lo cual se pudo obtener mediante la extracción de los datos por medio del software Solar Power en un día de monitoreo del sistema.

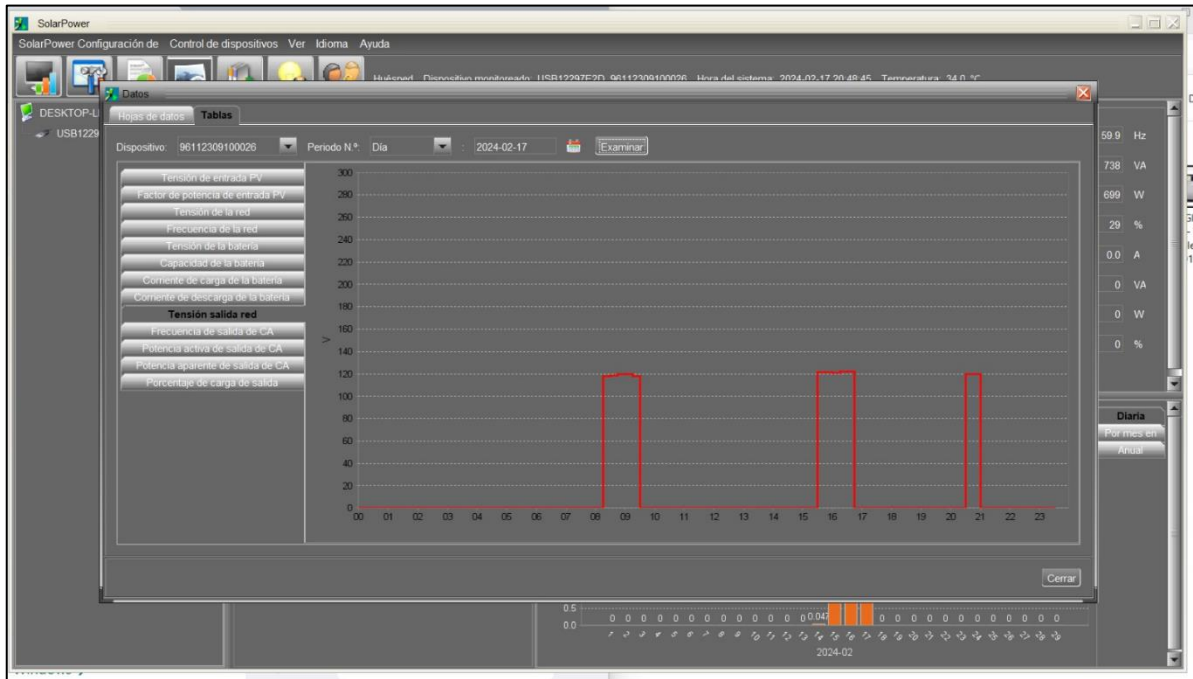


Figura 5.7 Tensión salida de la red

5.6.7 Porcentaje de carga de salida

El porcentaje de la carga que está consumiendo es del 35% cuando están operando todos los equipos de la empresa, por lo general esto sucede de 8 am a 18 pm, a partir de esa hora solo queda encendido el sistema de comunicaciones de esta manera disminuye la carga a un 28% como se identifica en la Figura 5.8.

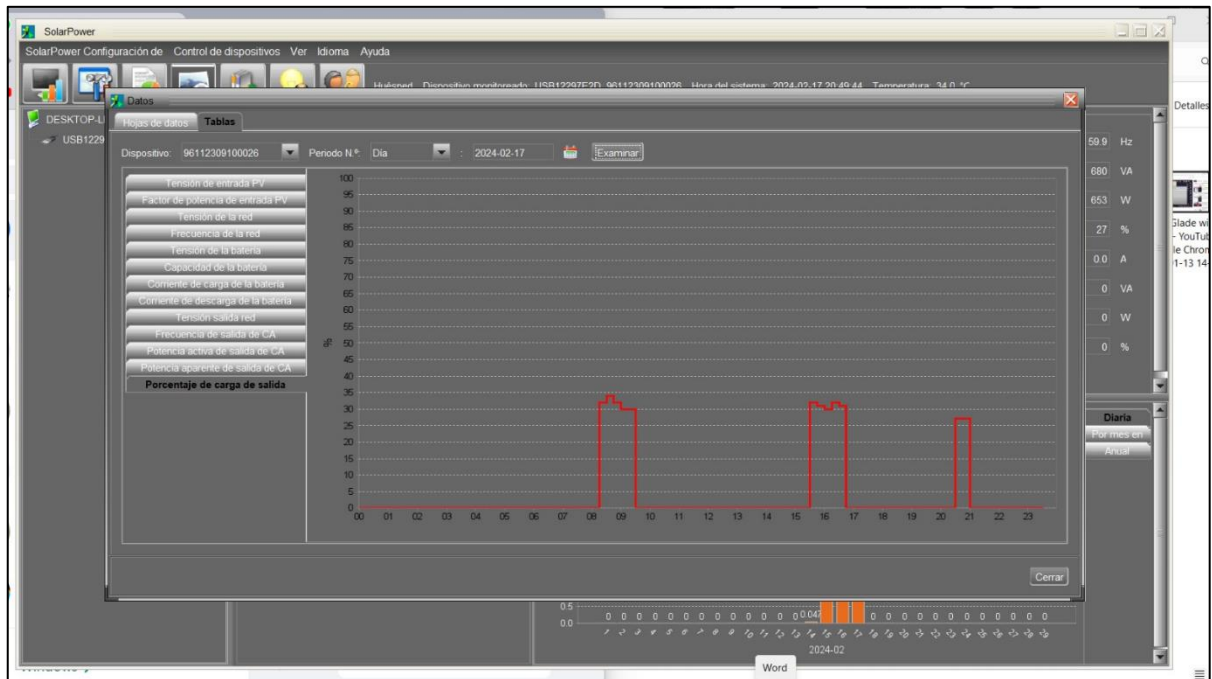


Figura 5.8 Porcentaje de carga de salida

5.7 Análisis de la energía generada diariamente por el sistema fotovoltaico

Para poder realizar el análisis de la energía que se produce diariamente por el sistema, se realizó el monitoreo del mismo durante cuatro días en el mes de febrero, obteniendo como resultado que en el día 14 es de 0.047 Kwh esto se debe a que el sistema entro en operación a las 18 pm, el día 15 se ha producido 4.216 Kwh, en el día 16 es de 4.813 Kwh y finalmente en el día 17 es de 4.558 Kwh como se muestra en la Figura 5.9, en el cual se puede evidenciar que en los tres últimos días la generación fotovoltaica no decrece de los 4.000 Kwh, satisfaciendo a la carga en su totalidad durante el día, asegurando la transferencia optima de energía a la empresa.

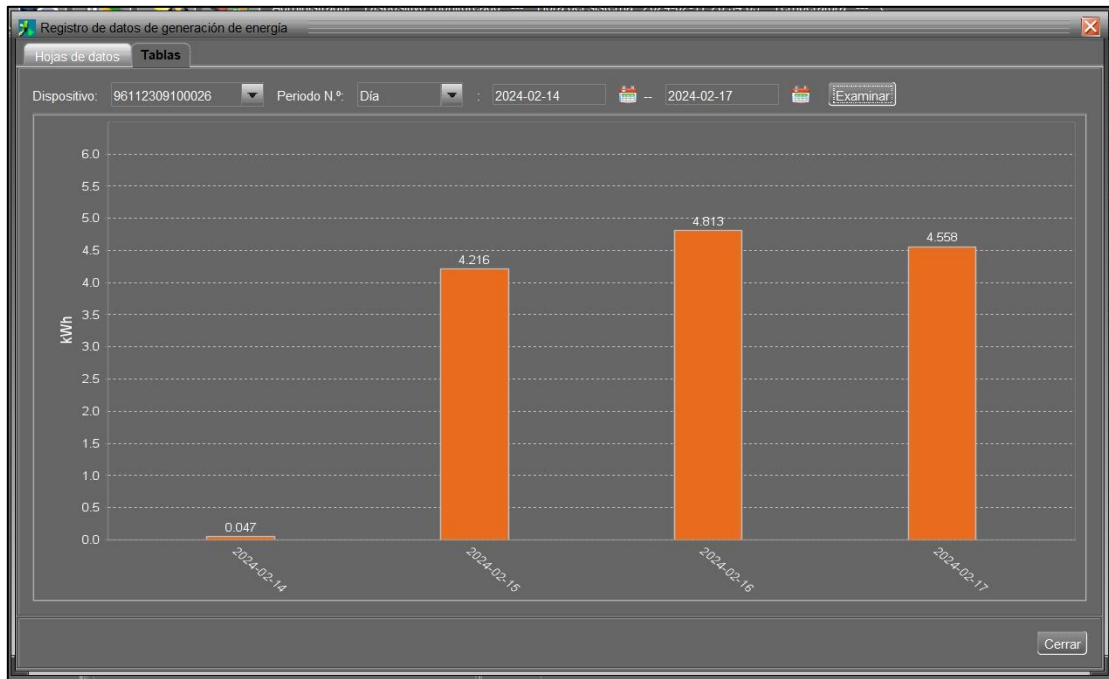


Figura 5.9 Producción de energía diría

5.8 Porcentaje de conexión para cargas variables.

En la actualidad se tiene una carga de 1109 Wh, el arreglo fotovoltaico que se tiene instalado permite una generación de energía solar de 1350 Wh, por lo que se tiene considerado un 18% para la conexión de cargas variables.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.1 Conclusiones

- Con la investigación detallada sobre los diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos ha proporcionado una base sólida para poder comprender los principios fundamentales, componentes, los tipos y aplicaciones que se puede dar a esta tecnología lo cual ha permitido tener una visión amplia y actualizada que servirá como punto de partida para la implementación del sistema fotovoltaico en la empresa.
- Tras el análisis de la determinación de la demanda energética a través de los cálculos se precisó que se tiene una demanda de 1.109 Wh lo cual es fundamental para el proceso de diseño del sistema fotovoltaico, este análisis detallado ha permitido dimensionar adecuadamente el sistema de la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi” y así garantizar su eficiencia y rentabilidad a largo plazo.

- El modelado del sistema fotovoltaico para la empresa “Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi” mediante el software Solarius PV ha sido un proceso integral de este proyecto ya que por medio del software se ha podido tomar decisiones fundamentales para la implementación, teniendo como resultado 3 módulos fotovoltaicos, 1 inversor híbrido y 2 baterías que son requeridos para la implementación.
- Con la implementación del sistema fotovoltaico en la empresa se marca un hito en el proyecto de transición hacia una fuente de energía eficiente y sostenible, esto ha implicado en la adquisición de los equipos necesarios para el sistema que se requiere en la empresa, al integrar tecnologías innovadoras se está posicionando a la empresa en la vanguardia de la industria y así demostrando el compromiso con la eficiencia energética y la responsabilidad ambiental.

6.1.2 Recomendaciones

- Profundizar las investigaciones de los sistemas fotovoltaicos las cuales permitirán tener un mejor conocimiento de las condiciones climáticas adecuadas para tener un funcionamiento óptimo y así poder obtener proyectos rentables y eficientes.
- Elaborar un análisis detallado sobre la demanda que deberá cubrir el sistema fotovoltaico y así poder evitar gastos innecesarios lo cual permitirá reducir los costos para las implementaciones en diferentes sectores de la industria.
- Ejecutar capacitaciones sobre el funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos y los mantenimientos preventivos que se pueden realizar a los módulos solares para poder tener sistemas duraderos y así garantizar un funcionamiento a largo plazo.
- Es importante el estudio de calidad energética en la generación solar, para el abastecimiento energético en los equipos electrónicos, ya que estos sistemas suelen verse afectados por armónicos y flickers, por lo que es importante realizar estudios mediante proyectos de titulación.

7. REFERENCIAS

- [1] G. Inca, D. Cabrera, D. Villalta, R. Bautista, and H. Cabrera, “Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 3, pp. 9493–9509, 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i3.6835.
- [2] C. Romero, “Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red Eléctrica en el Ecuador en Baja Tensión.,” *Universidad Nacional De Loja*, p. 222, 2020, [Online]. Available: http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf
- [3] J. Bonilla, “Crisis eléctrica seguirá en 2024 y 2025: sequía comienza en agosto y Paute va a mantenimiento,” 11 noviembre.
- [4] E. Cruceira, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CON INTEGRACIÓN A LA RED ELÉCTRICA EN EL EDIFICIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.,” 2019, [Online]. Available: http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10103/2/04_MEL_076_TRABAJO_GRADO.pdf
- [5] S. Sánchez and J. Gil, “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a red con soporte de almacenamiento en la universidad tecnológica de Pereira.,” *Universidad tecnologica de Pereira*, 2016, [Online]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a02efc9-d8fb-432a-b2ee-e50b181dd11b/content>
- [6] W. Villegas, “Estudio Para El Suministro De Energía Eléctrica Mediante Un Sistema Fotovoltaico Para El ‘Mercado San Roque,’” pp. 1–156, 2021, [Online]. Available: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21569/1/CD_11073.pdf
- [7] J. Escobar, J. García, and A. Mesa, “Estudio de prefactibilidad para el diseño de implementación de un sistema fotovoltaico en vivienda con problemas de suministro eléctrico.,” pp. 1–23, 2016, [Online]. Available:

<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a02efc9-d8fb-432a-b2ee-e50b181dd11b/content>

- [8] B. Ponce, “Factores que Inciden en la Adopción de la Energía Fotovoltaica en la Agricultura.,” 2020, [Online]. Available: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/039da9cb-1ff6-4b67-aa51-ea5a45529963/content>
- [9] D. Lasluisa and C. Tobar, “Sistema Fotovoltaico para Suministro de Energía Eléctrica en Vivienda Aislada,” *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad*, vol. 1, p. 101, 2019, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- [10] C. Arancibia and R. Best, “La Energía del Sol,” *ConCiencia*, no. 14, pp. 8–9, 2015, doi: 10.14409/cc.v1i14.2184.
- [11] L. Macacela, “Diagnóstico de la Implementación de los Sistemas Fotovoltaicos Correspondientes a la Primera Etapa del Proyecto YANTSA ii ETSARI.,” 2012, [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/689/1/te321.pdf>
- [12] J. Méndez and R. Cuervo, *Energía Solar Fotovoltaica*, 2º Edición. 2007. [Online]. Available: https://books.google.com.ec/books?id=GZh1DGUQoOUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true
- [13] J. Chicaiza and O. Quisaguano, “Estudio Técnico del Consumo de Energía Eléctrica en el Edificio El Rey para la Implementación de Energía Renovable.,” pp. 1–85, 2018, [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31336/1/Tesis.pdf.pdf>
- [14] J. Suarez, “La Energía Solar: Una Fuente Energética sobre la que el Estado debe Legislar más Profundamente para Masificar su Uso y Aprovechamiento.,” pp. 1–77, 2015, [Online]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34507/SuarezAndradeJoseCarlos2015.pdf?sequence=3>
- [15] W. Fonseca, “Modelamiento de Centrales fotovoltaicas en DIGSILENT POWER FACTORY, Considerando Mecanismos de Control de Potencia Activa y Reactiva.,” 2017, [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17940/1/CD-8110.pdf>

- [16] L. Herrera, “Diseño del sistema de generación eléctrica conectado a la red utilizando paneles fotovoltaicos para el autoconsumo del complejo deportivo PLATAFORMA DEPORTIVA ubicada en el cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi.,” *Universidad Técnica de Cotopaxi*, vol. 1, p. 125, 2018, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6386/1/MUTC-000614.pdf>
- [17] B. Reascos, “Diseño de un Sistema de Energía Solar Fotovoltaica de Respaldo para Estaciones Multiservicio de Telecomunicaciones en Chiriboga-Santo Domingo.,” 2022, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22566/1/UPS - TTS802.pdf>
- [18] J. Constante and E. Palacios, *El Recurso Solar para Generación de Energía*. 2014. [Online]. Available: <http://www.dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6791>
- [19] A. Morales and D. Gómez, “Dimensionamiento e Implementación de Paneles Fotovoltaicos Aplicados al Área Residencial en un Sector Costero de la Provincia del Guayas, Ecuador.,” pp. 1–104, 2022, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22499/1/UPS-GT003707.pdf>
- [20] S. Manzano, R. Peña, D. Guevara, and A. Ríos, “Plataforma Cloud para Monitoreo Remoto de Sistemas Fotovoltaicos Aislados en el Ecuador,” *Maskana*, vol. 6, no. Ed. Esp., pp. 163–174, 2015, [Online]. Available: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/731/659>
- [21] M. Molina and C. Melchor, “Prototipo de un Sistema Fotovoltaico Autónomo.,” *Revista de educación*, vol. 3, no. 4, pp. 174–179, 2016, doi: 2410-3454.
- [22] F. Acosta and J. Pinza, “Monitoreo en Tiempo Real de un sistema Fotovoltaico ON-GRID.” 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6386/1/MUTC-000614.pdf>
- [23] J. Ladrón de Guevara, “Diseño y Cálculo de una Instalacion Fotovoltaica Aislada.,” p. 90, 2018, [Online]. Available: http://oa.upm.es/52204/1/PFC_JORGE_ALVARADO_LADRON_DE_GUEVARA.pdf
- [24] M. Pareja, *Energía Solar Fotovoltaica.*, 3° Edición. Barcelona, España, 2016. [Online]. Available:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XkxOEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=energía+solar&ots=tIO4MiZdtu&sig=RdMxhxh_IwGwUnJZjvaIQnzxWUY#v=onepage&q&f=false



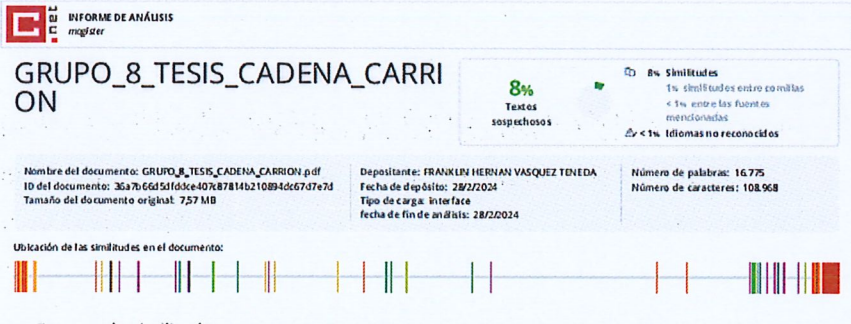

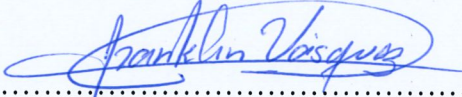
- [25] C. Oña and I. Suquillo, “Simulación de un Sistema de Geración Fotovoltaico Aislado para Zonas Rurales del Ecuador,,” 2020, [Online]. Available: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21213/1/CD_10735.pdf
- [26] O. Style, *Energía Solar Autónoma*, 1° Edición. 2012. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=cNJB5tdbcJ0C&oi=fnd&pg=PP1&dq=sistema+fotovoltaico&ots=MVDYzhXeqA&sig=3T0jk4geKIkYXlomOsuB32QqMeE#v=onepage&q=sistema+fotovoltaico&f=true>
- [27] W. Alarcon and S. Sánchez, “Características de Baterías para Instalaciones de Sistemas Fotovoltaicos Aislados en Zonas Rurales del Departamento de Santander Colombia,,” pp. 1–57, 2021, [Online]. Available: http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8311/FDC_125_WA-SS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [28] I. Chunga, “Diseño de un Sistema de Alimentación Eléctrico Fotovoltaico para el Radar de Lluvias de UDEP,,” pp. 1–122, 2020, [Online]. Available: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4787>
- [29] P. Caceres, “Diseño de un Regulador de Carga P.W.M para Instalaciones Fotovoltaicas,,” *Proyecto de Grado*, pp. 12–20, 2018, [Online]. Available: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18773>
- [30] D. Gruezo and V. Solis, “Inversores Inteligentes de Energía Solar Fotovoltaica,,” *Polo del Conocimiento*, vol. 7, no. 4, pp. 1246–1266, 2022, doi: 10.23857/pc.v7i4.3887.
- [31] J. Avilés and J. Pichardo, “Diseñar e Implementar un Sistema de Energías Renovables (Fotovoltaico) para Moradores de Zona Rural en Golfo de Guayaquil,,” 2022, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23208/1/UPS-GT003924.pdf>
- [32] C. E. de N. E. de la Construcción, “Norma Ecuatoriana De Construcción, NEC - 11,,” *Capítulo 14 Energías renovables*, p. 110, 2011, [Online]. Available:

<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-14-energic3adas-renovables-021412.pdf>


- [33] K. Vera, “Diseño de un Sistema de Microgeneración Fotovoltaico, Conectado a la Red de Distribución de Baja Tensión para la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables Considerando la Regulación ARCONEL 003/18,” vol. 1, p. 100, 2021, [Online]. Available: <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/14070>

ANEXOS

Anexo 1: Informe Anti-Plagio

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD</p> 	
Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
Carrera:	Ingeniería en Electricidad
Nombre del docente evaluador que emite el informe:	Ing. Vásquez Teneda Franklin Hernán M.Sc.
Documento evaluado:	Propuesta Tecnológica presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico
Autores del documento:	<ul style="list-style-type: none"> Henry Mauricio Cadena Gallardo Carlos Santiago Carrión Moreno
Programa de similitud utilizado:	Sistema Compilatio
Porcentaje de similitud según el programa utilizado:	
Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones. El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones. El documento no cumple criterios de originalidad. 	X
Fecha de realización de informe:	2024-02-28
Captura de pantalla del documento analizado: <div style="text-align: center;">  <p> INFORME DE ANÁLISIS registrar </p> <p>GRUPO_8_TESIS_CADENA_CARRION</p> <p> 8% Textos sospechosos 8% Similitudes 1% similitudes entre co millas < 1% entre las fuentes mencionadas < 1% Idiomas no reconocidos </p> <p> Nombre del documento: GRUPO_8_TESIS_CADENA_CARRION.pdf ID del documento: 36a7b66d51fd6ce407e87814b210894dc67d7e7d Tamaño del documento original: 757 MB </p> <p> Depositante: FRANKLIN HERNAN VASQUEZ TENEDA Fecha de depósito: 28/2/2024 Tipo de carga: Inter face fecha de fin de análisis: 28/2/2024 </p> <p>Número de palabras: 14.775 Número de caracteres: 108.968</p> <p>Ubicación de las similitudes en el documento:</p>  </div>	
 Ing. Vásquez Teneda Franklin Hernán M.Sc. C.C: 171043449-7 TUTOR	

Anexo 2: Proforma Distribuidora ZC MAYORISTA S.A.

 ZC MAYORISTAS S.A. Parque empresarial NEXUS MZ:6421 Av. Narcisa de Jesús.		No. SAP 42040		Pag. 1	
Sucursal:	Saldos Iniciales	Fecha Impresión:	06/02/2024		
Cliente:	INNOVACION EN REDES Y TELECOMUNICACIONES (Fecha Pedido:	06/02/2024		
Ruc:	0591759132001	Plazo:	CLIENTE 30 DIAS		
Vendedor:	GRANADILLO ROUVIER ABI	Bodega:	UIOPAL		
Dirección:	COTOPAXI / LATACUNGA / ELOY ALFARO (SAN FELIPE) / SIMON RODRIGUEZ				
Código	Detalle	Cantidad	Precio	Total	
XMA4968	XMART INVERSOR SOLAR XSI 2K/1.6KW 120V 24VDC MPPT 60AAC	1	560,00	560,00	
XMA5072	XMART SOLAR PANEL MONO 330W 54 CELLS VMP 32.0V	4	177,50	710,00	
XMA4997	XMART BATERIA XMB-G12-100AH GEL SELLADA	2	255,00	510,00	
			Subtotal:	1.780,00	
			Descuento:	0,00	
			Impuesto:	128,40	
			Total:	1.908,40	

Anexo 3: Proforma Distribuidora Proviento S.A.



PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador		
RUC: 1791819446001		
Proforma #:	28-0224	Fecha:
		5-feb.-24

Estimado Carlos;
A continuación la proforma del sistema fotovoltaico que podemos poner a su disposición con un inversor de **3KW** de potencia para cargas a **120 VAC**. Con un banco de baterías más grande.

Datos del cliente:	
Nombre/Razon Social:	Carlos Carrion
Atención:	
Dirección:	Latacunga

Equipos Medición:		Equipos Generación:	X	Servicios internos:	Servicios externos:		
Cantidad:		Descripción Item:			Valor (USD)		
#	En Stock				Unidad	Total	
3	Pcs	SI	Panel Solar Tier1 Monocristalino JA SOLAR JAM72S20-460 Este panel de alta calidad del fabricante JA SOLAR tiene un rendimiento excelente gracias a su tecnología monocristalina PERC con multiples Bushbars. Con su coeficiente de temperatura de solo -0.35% es apto para ambientes mas calurosas. JA Solar es uno de los fabricantes líderes mundiales y fue listado en el 2022 como fabricante TIER1. Potencia: 460Wp / 0...+ 3% Tipo: Monocristalino PERC Configuración: 144 células (6x24) Voltaje circuito abierto: 50.01 V Voltaje circuito óptimo: 42.13 V Corriente cortocircuito: 11.45 A Corriente pñimo: 10.92 A Eficiencia modulo: 20.6% Max. Voltaje String: 1500VDC Diodos Bypass: 3 Dimensiones: 2120x1052x35mm Peso: 23 kg Certificaciones: IEC61215, TUV, CE Garantía tecnica: 12 años			250,00	750,00
1	Pcs	SI	Inversor/cargador/MPPPT JNGE 3KW/24VDC/120VAC Inversor OFFGRID hibrido con recarga solar/red de 3kW. Estos inversores de baja frecuencia son fabricados para un uso industrial con tres veces de su potencia nominal en el arranque. Una pantalla a color indica cada estado del inversor con datos de voltaje y potencia. Recarga Solar MPPT de 70A - asi ya no se requiere de un controlador aparte. Monitoreo del inversor via WIFI a traves de una app celular directo. Bajo autoconsumo de solo 20W y en STANDBY modus solo de 6W! La transferencia entre la RED y INVERSOR NO ES instantánea sino demora medio segundo - asi que para UPS no son tan recomendables. Potencia nom: 3000 W (continua) Potencia max: 6000 W (1seg) Entrada solar: 70A (MPPT) 3360Wp / 48VDC 1680Wp / 24VDC Voltaje Entrada: 24 VDC (baterías) Voltaje Entrada: 120 VAC (red eléctrica) Voltaje Salida: 120 VAC Eficiencia 88% Frecuencia: 60Hz: sinusoidal pura			600,00	600,00

2	Pcs	SI	<p>Bateria PROVIENTO GEL Ciclo Profundo 12V / 150Ah HTB-12-150</p> <p>Bateria especial para areas tropicales que utiliza el electrolito de nano gel recientemente desarrollado con Aditivo super-C de Alemania y un diseño de placas de alta resistencia en el interior. La serie HTB tiene una larga vida útil y puede proporcionar un mejor rendimiento para sistemas fotovoltaicos fuera de la red en condiciones extremas como alta temperatura.</p>    <p>Voltaje: 12 VDC Capacidad: 150 Ah@20h Tipo: GEL para areas calientes Ciclos: 500 a 100%, 1500 a 50%, 2600 a 30%DOD Dimensiones: H241*W484*D171 mm Peso: 46 Kg Libre de mantenimiento Diseño de vida Float: 20 años Origen: China</p>	380,00	760,00
1	Pcs	SI	<p>DC BREAKER</p> <p>Voltaje max: 500VDC Corriente max: 50A</p> 	40,00	40,00
1	Pcs	SI	<p>Surge Arrestor</p> <p>Protector contra rayos. Voltaje corte: 1300VDC Imax: 40KA</p> 	40,00	40,00
1	Pcs	SI	<p>Conectores MC4</p> <p>Par positivo y negativo</p> 	8,00	8,00
1	Jgs	SI	<p>Material conexonado</p> <p>Material eléctrico menor de conexonado del sistema fotovoltaico. Juego de 20 metros de cable concéntrico 2x10AWG para paneles solares (positivo / negativo). 1 juego de cables para banco de baterías.</p>	105,00	105,00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:					2.303,00
SUBTOTAL IVA 0%:					750,00
SUBTOTAL IVA 12%:					1.553,00
Descuento: -10,0%					-230,30
IVA 12,0%					167,72
VALOR TOTAL (USD):					2.240,42

Información adicional:


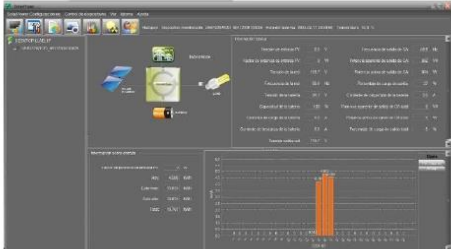

Condiciones de Pago:	100% para entrega
Garantía:	Garantía técnica de 1 año
Tiempo de entrega:	Equipos en stock entrega inmediata
Lugar de entrega:	Oficinas de ProViento Quito, NO incluye instalación
Validez de la oferta:	30 días
Privacidad:	Este dimensionamiento es propiedad de ProViento S.A., divulgar el mismo sin autorización será sancionado como establece la Ley de Propiedad Intelectual.
Referencia Bancaria:	ProViento, Cuenta#: 3037563504, Banco Pichincha Ecuador, SWIFT: PICHECEQ



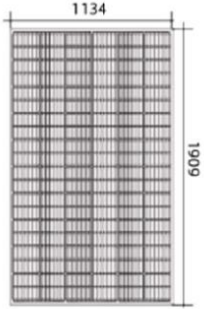
Atentamente:



Renán Garcés M., ProViento S.A.

Anexo 4: Proforma Distribuidora POWEST

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	<p>INVERSOR SOLAR ALL IN ONE POWEST 3KVA ON-GRID</p> <ul style="list-style-type: none"> • La salida de onda senoidal pura • Auto consumo y feed-in a la red • Prioridad de alimentación programable para PV o la batería • Corriente de carga ajustable por el usuario y el voltaje • Programables múltiples modos de funcionamiento: (de conexión a red con batería conectada), inyección a la red. • Software de monitoreo permite ver el estado en tiempo real y control • Funcionamiento en paralelo de hasta 9 unidades   	Unidad	1	578\$	578\$
2	<p>BATERIA GEL CICLO PROFUNDO -12v 150Ah REF. FLG121500 GEL</p>	Unidad	2	355	710

					
3	<p>POWEST PANEL SOLAR MONO PERC 450W Máxima durabilidad Vs otros módulos fotovoltaicos del mercado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especializados para trabajar en condiciones adversas. • Mayor rendimiento energético gracias a su vidrio y cristal texturizado avanzado de alta transmisión permite tener mayor eficiencia y transmisión de energía. • Diseño innovador en sus celdas, permite reducir costos y tiempos de manejo en su instalación.  	Unidad	3	181,87	545,61
4	<p>SL7N-63 DC CIRCUIT BREAKER SL7 2P 25A 550VDC</p>	Unidad	1	40	40

					
5	<p>SUP2H-PV DC SURGE PROTECTOR 2P 600VDC 40KA</p> 	Unidad	1	40	40
6	<p>PZEM015 DC 200V 100A VOLTMETER AMMETER CAR BATTERY TESTER CAPACITY RESISTANCE ELECTRICITY VOLTAGE METER MONITOR 12V 24V 48V 96V</p> 	Unidad	1	40	40
7	CABLE CONCÉNTRICO 2X 10 AWG PARA PANELES SOLARES (POSITIVO / NEGATIVO).	Metro	20	2,25	45
8	MC4 PAR	Unidad	1	8	8
9	CABLE 2 AWG PARA BATERÍAS	Metro	12	6	72
10	TERMINALES CABLE BATERIA 2 AWG	Unidad	6	1	6
TOTAL					2084,61

Anexo 5: Factura de los Equipos Adquiridos



N° AUTORIZACIÓN:

1602202401185003827200120010020000023662826695115

FACTURA: No. 001-002-000002366

Cliente: INNOVACION EN REDES Y ELECOMUNICACIONES
COTOPAXI - IRTELC CIA.LTDA

CI/RUC: 0591759132001

Dirección: LATACUNGA

Teléfono: 0984389339

Fecha Emisión:

16/02/2024

#	Item	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
1	CEBAT-7628	POWEST BATERIA GEL CICLO PROFUNDO -12V 150Ah REF. FLG121500 GEL	2.00 Unid.	\$316.96	\$633.93
2	NUHIB-7504	POWEST INVERSOR SOLAR ALL IN ONE 3KVA ON-GRID	1.00 Unid.	\$516.07	\$516.07
3	NERM450-8450	POWEST PANEL SOLAR MONO HC PERC 450W REF. POWEST PANEL SOLAR MONO HC PERC 450W	3.00 Unid.	\$181.87	\$545.61
4	NERMC4-8804	POWEST CONECTORES MC4 HEMBRA MACHO (2 UND)	1.00 Unid.	\$7.14	\$7.14
5	SURGE ARRESTOR	PROTECTOR CONTRA RAYOS VOLTAJE DE CORTE: 1300VDC IMAX:50KA	1.00 Unid.	\$40.00	\$40.00
6	DC BREAKER	VOLTAJE MAX: 500VDC CORRIENTE MAX: 50A	1.00 Unid.	\$40.00	\$40.00
7	AC BREAKER	LA CAPACIDAD DE INTERRUPCIÓN DE CORTOCIRCUITO CON CLASIFICACIÓN IEC ES DE HASTA 6000A A 240VAC O 415VAC	2.00 Unid.	\$10.00	\$20.00
8	MATERIAL CONEXIONADO	MATERIAL ELÉCTRICO MENOR DE CONEXIONADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. JUEGO DE 20 METROS DE CABLE CONCÉNTRICO 2X10AWG PARA PANELES SOLARES (POSITIVO / NEGATIVO). 1 JUEGO DE CABLES PARA BANCO DE BATERÍAS.	1.00 Unid.	\$105.00	\$105.00
9	CANALETA BLANCA 40*25	CANALETA LISA 40*25 BLANCA S/D DEXSON	3.00 Unid.	\$7.99	\$23.97
10	SOPORTE PARA PANELES SOLARES Y BASE PARA LA BATERIA	BASE PARA LA UBICACIÓN DE LOS PANELES Y SOPORTE PARA LA BATERIA	1.00 Unid.	\$26.75	\$26.75
11	CAJA DE DISTRIBUCIÓN	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE 18 ESPACIOS PARA RIEL DIN	1.00 Unid.	\$15.03	\$15.03
12	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	CABLE #8, VARILLA COPPERWELD DE 1m Y CONECTOR, MEJORADOR DE SUELO, TUVO CONDUIT DE MEDIA, GRAPAS PARA TUVO	1.00 Unid.	\$37.75	\$37.75

Información Adicional

Descripción: Producto

Garantía: 1 año de garantía

Forma de Pago: Contado

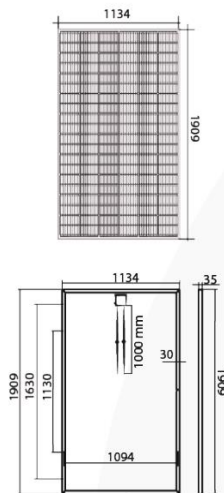
Descuento:	\$0.00
Subtotal 12 %:	\$2011.25
Subtotal 0%:	\$0
IVA:	\$241.35
Total:	\$2423.41

Anexo 6: Ficha Técnica del Módulo Fotovoltaico

POWEST®

Panel Solar Monocristalino 450W

- Máxima durabilidad Vs otros módulos fotovoltaicos del mercado.
- Especializados para trabajar en condiciones adversas.
- Mayor rendimiento energético gracias a su vidrio y cristal texturizado avanzado de alta transmisión, permite tener mayor eficiencia y transmisión de energía.
- Diseño innovador en sus celdas, permite reducir costos y tiempos de manejo en su instalación.



CERTIFICADO
RETIE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PANELES SOLARES	
Tipo de módulo	Monocristalino
Código	NERM450-8450
Potencia máxima (Pmax)	450W
Tolerancia salida de potencia	±3%
Eficiencia	20.80%
Voltaje en potencia máxima (Vmp)	34.20VDC
Corriente potencia máxima (Imp)	13.16A
Voltaje de circuito abierto (Voc)	41.04VDC
Corriente de cortocircuito (Isc)	13.95A
Máxima tensión del sistema	1000VDC
Max. serie de fusible	20A
Caja de conexiones (grado de protección)	IP67
Rango de temperatura de funcionamiento	-40°C to 85°C
NOCT (Temperatura nominal de funcionamiento de la celda)	45 ± 2
Dimensiones (Alto*Ancho*Profundo)	1909x1134x35mm
Peso	22.9kg
Celda (cantidad / material)	60 / silicio monocristalino
Clase de aplicación	A
Cable (longitud / área transversal)	1000mm / 4.0mm ²
Conector	MC4
Cálificaciones y certificados	IEC 61215, IEC 61730, CE, CQC, ISO 9001:2015, ISO 14001:2004, BS OHSAS 18001:2007, RETIE

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

Anexo 7: Ficha Técnica del Inversor Híbrido

POWEST®

POWEST
3 Kva On Grid

- La salida de onda senoidal pura
- Auto consumo y feed-in a la red
- Prioridad de alimentación programable para PV o la batería
- Corriente de carga ajustable por el usuario y el voltaje
- Programables múltiples modos de funcionamiento: (de conexión a red con batería conectada), inyección a la red.
- Software de monitoreo permite ver el estado en tiempo real y control
- Funcionamiento en paralelo de hasta 9 unidades
- Certificación RETIE



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS UPS HÍBRIDA ON-GRID	
MODELO	UPS 3KVA REF. POWEST HÍBRIDA 3KVA
ENTRADA PV (VDC)	
Potencia máxima arreglo PV	2000W
Tensión nominal de operación	80 VDC
Voltaje máximo arreglo PV en circuito abierto	145 VDC
Isc PV	80A
Rango de operación controlador MPTT	30 - 115 VDC
Numero de MPTT	1
OPERACIÓN EN GRID-TIE	
SALIDA DE RED (AC)	
Topología de salida	Monofásica
Cantidad de hilos	3 (Fase + neutro + GND)
Conexión	Bornera
Regulación de voltaje	<+/- 5%
Voltaje nominal de salida (Configurable)	101/110/120V AC
Corriente nominal de salida	28.7A a 101V AC / 27.2A a 110V AC / 25.0A a 120V AC
Tiempo de transferencia	10 / 20 ms
Factor de potencia	>0.8
Potencia	2.4KW
Rango de frecuencia	57 - 62Hz a 60Hz
Eficiencia máxima de conversión (DC/AC)	89%
OPERACIÓN EN ON-GRID, HÍBRIDO	
ENTRADA DE RED	
Topología de entrada	Monofásica
Cantidad de hilos	3 (Fase + neutro + GND)
Conexión	Bornera
Rango de voltaje aceptable	65 - 140 VAC
Rango de frecuencia	50 Hz/60 Hz (Detección automática)
Corriente máxima de entrada	40A
SALIDA MODO BATERÍA (AC)	
Voltaje nominal de salida (Configurable)	101/110/120 VAC
Tipo de onda de salida	Senoidal pura
Eficiencia máxima de conversión (DC/AC)	90%
CARGADOR DE BATERÍA	
Voltaje nominal DC	24 VDC
Máxima corriente de carga desde la RED	80 A
Máxima corriente de carga desde la PV	80 A
Máxima corriente de carga	140A
Especificaciones de las baterías	VRLA / GS / FT / OPz / GEL
Corriente máxima de baterías	132A
Conexión	Bornera
GENERAL	
Dimensiones (Altura x ancho x profunda)	120 x 285 x 498 mm
Peso neto	11 Kg
INTERFAZ	
Puertos de comunicación	USB, RS232, Contacto seco
Tarjeta de red (Opcional)	Monitoreo y gestión SNMP
Conexión en paralelo (Kit incluido)	Hasta 9 unidades configurables para topologías monofásica, bifásica y trifásica
Software (Libre)	SolarPower para Windows, Linux (32bit y 64bit)
Display LCD	Visualiza parámetros de entrada, salida, configuración, advertencias y alarmas
Gabinete	Tipo pared (Indoor) NEMA Tipo 1
AMBIENTALES	
Humedad	0 - 90% RH (Sin condensación)
Temperatura	0 - 50 °C
Temperatura de almacenamiento	0 - 50 °C
Certificación	RETIE

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

Anexo 8: Ficha Técnica de la Batería

BATERÍA DE GEL 12V-150AH REF. FLG 121500



Especificaciones



Voltaje Nominal	12V
Capacidad Nominal (20 Hr)	150Ah
Dimensiones	Longitud 484±2mm (19.0 ") Ancho 170±2mm (6.69 ") Altura 241±2mm (9.48 ") Altura Total 241±2mm (9.48 ")
Peso Aproximado	Aprox. 45.0kg (99.3lbs)
Terminal	M8
Material del Envase	ABS UL 94-HB (retardante de llama UL94V-0)
Capacidad estimada	20h/150Ah (7.5A a 10.5V) 10h/144Ah (14.4A a 10.5V) 5h/129.5Ah (25.9A a 10.5V)

Aplicaciones

- Energías renovables.
- Fuente de alimentación ininterrumpida (UPS).
- Sistema de potencia Eléctrica (EPS).
- Energía renovable (solar y eólica).
- Sistemas de poder.
- Sistema de telecomunicaciones.
- Iluminación de emergencia
- Sistema de control automático.
- Propósito general.

Máxima Corriente de Descarga	1800A(5S)
Resistencia Interna	Carga completa a 25°C: 3.6 mΩ
Rango de Temperatura de Operación	Descarga: -40 ~60°C(-40~ 140°F) Carga: -20 ~50°C(-4~ 122°F) Almacenamiento: -20 ~50°C(-4~ 122°F)
Vida útil	15 años
Método de carga (25°C)	Corriente de carga: máx. 37.5A; recomendado 15.0A Carga en flotación: 13,5-13,8 V, recomendado 13,8 V (-18 mV/ °C) Carga de equalización: 13,8-14,1 V, recomendado 14,1 V (-24 mV/ °C) Ciclo de carga: 14.4-15.0V, recomendado 14.7V(-30mV/ °C)
Auto- descarga	3 % de capacidad reducida por mes a 25°C

Corriente Constante de Descarga (Amperios) a 25 °C (77 °F)

V/Tiempo	5min	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h	20h
1.60V/Celda	503	270	164	96.0	55.0	39.9	26.8	17.6	14.8	7.61
1.65V/Celda	486	261	162	95.0	54.7	39.5	26.5	17.5	14.7	7.57
1.70V/Celda	467	256	159	95.0	54.3	39.0	26.2	17.3	14.5	7.53
1.75V/Celda	429	248	157	93.3	53.5	38.6	25.9	17.2	14.4	7.50
1.80V/Celda	386	231	150	90.9	52.5	38.3	25.3	17.0	14.3	7.46
1.85V/Celda	344	206	137	84.2	49.9	36.0	24.0	16.3	13.9	7.33

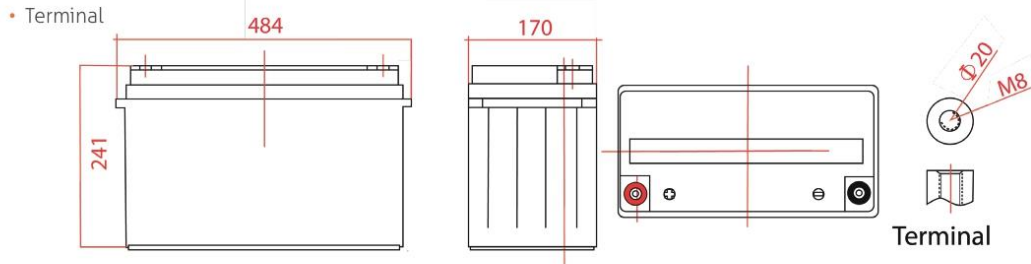
Potencia Constante de Descarga (Vatios/celda) a 25 °C (77°F)

V/Tiempo	5min	15min	30min	1h	2h	3h	5h	8h	10h	20h
1.60V/Celda	842	475	297	181	105	76.0	50.8	34.2	28.5	15.4
1.65V/Celda	809	466	295	180	104	75.0	50.5	33.9	28.2	15.3
1.70V/Celda	806	462	295	179	104	74.6	50.2	33.8	27.9	15.3
1.75V/Celda	751	459	293	178	103	74.2	49.9	33.5	27.6	15.2
1.80V/Celda	690	433	286	176	103	73.9	49.3	33.3	27.4	15.1
1.85V/Celda	616	388	262	163	97.9	70.2	47.0	32.1	27.0	15.0

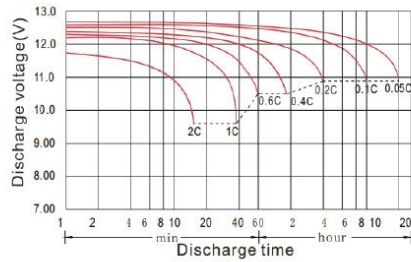
BATERIA DE GEL 12V-150AH REF. FLG 121500



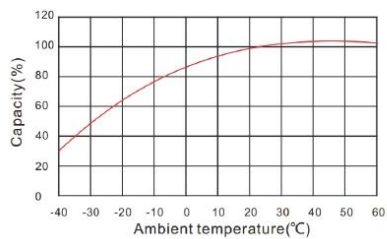
Dimensiones (mm)



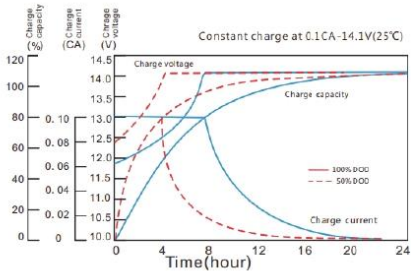
Características de Descarga



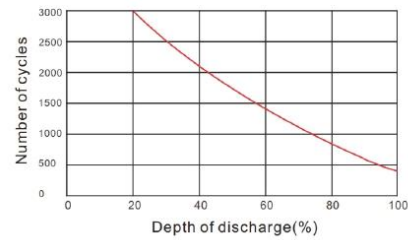
Efectos de la temperatura en relación con la capacidad de la batería



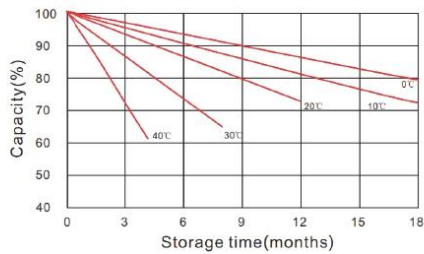
Características de Carga en flotación



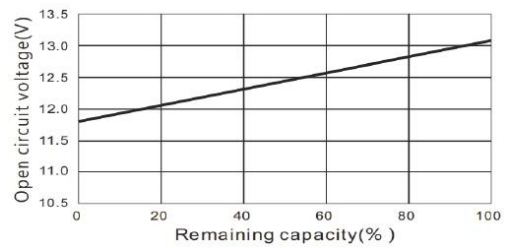
Efecto de la temperatura sobre la vida útil de la batería en flotación



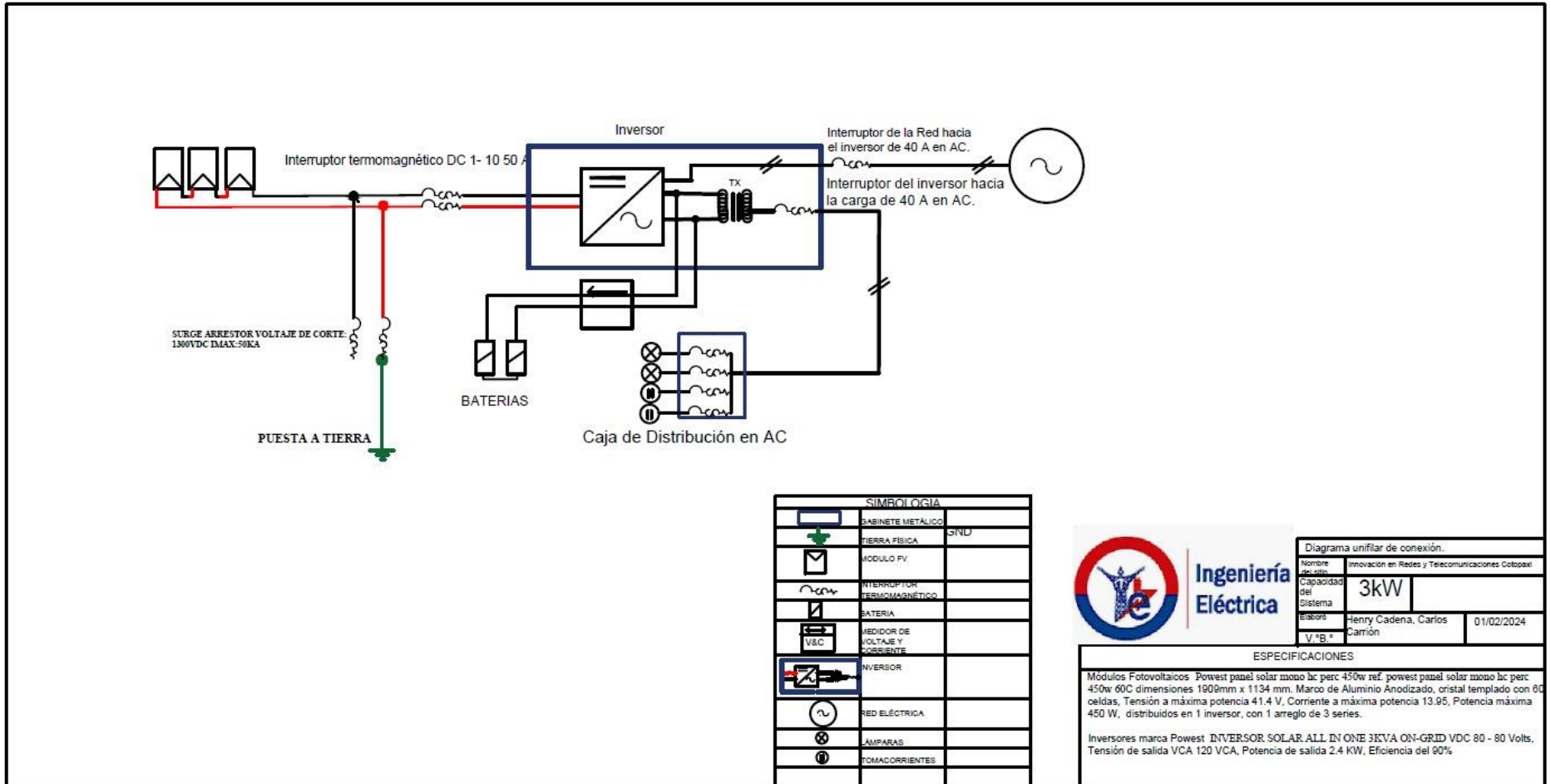
Ciclo de vida en relación a la profundidad de descarga



Curvas de voltaje de circuito abierto vs capacidad



Anexo 9: Diagrama Unifilar



SIMBOLOGIA	
	BABINETE METALICO
	TIERRA FISICA
	MODULO PV
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	BATERIA
	REDIDOR DE VOLTAJE Y CORRIENTE
	INVERSOR
	RED ELECTRICA
	LAMPARAS
	TOMACORRIENTES



Ingeniería Eléctrica

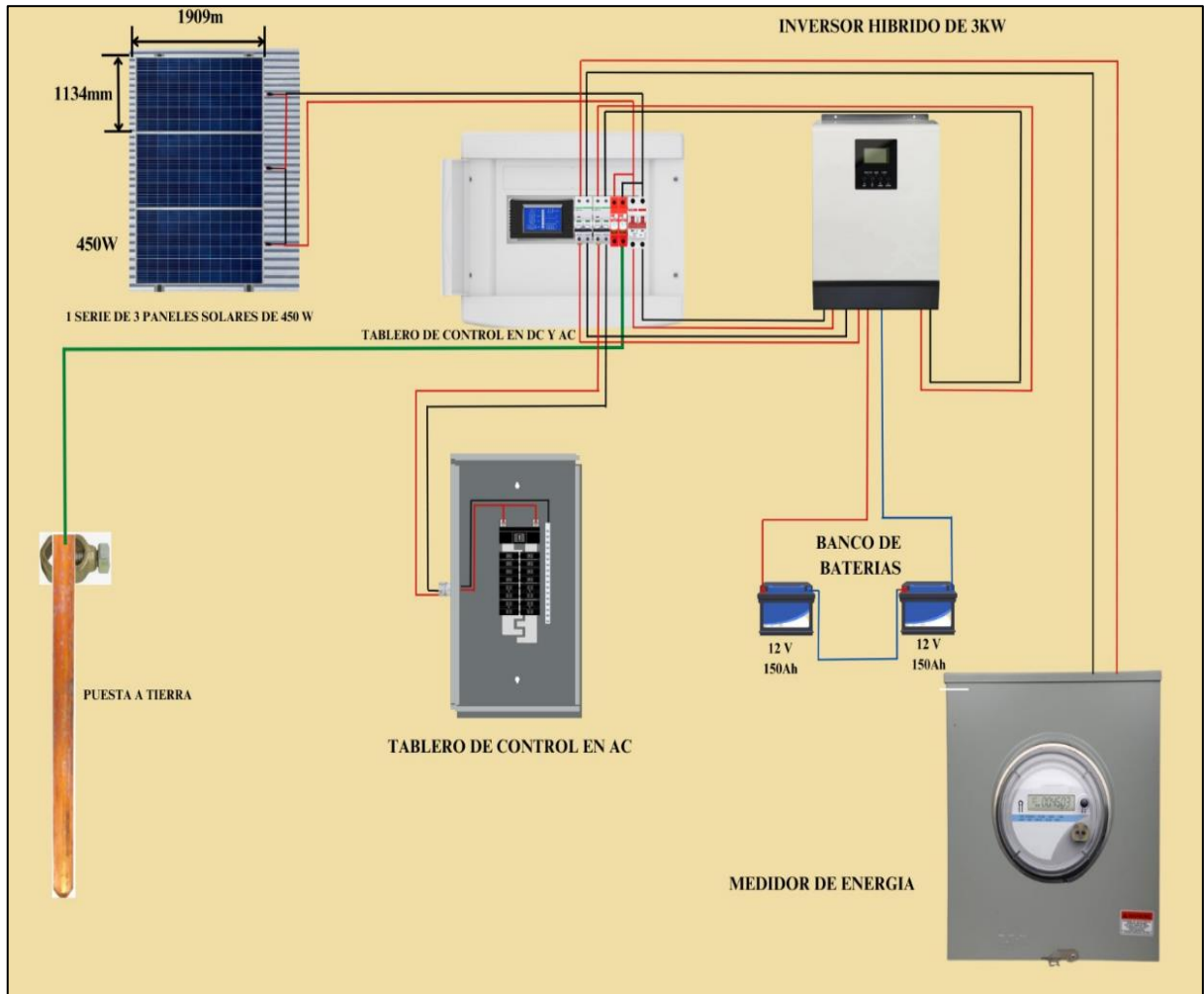
Diagrama unifilar de conexión.		
Nombre del sitio	Innovación en Redes y Telecomunicaciones Cotopaxi	
Capacidad del Sistema	3kW	
Elaboró	Henry Cadena, Carlos Carrion	01/02/2024

ESPECIFICACIONES

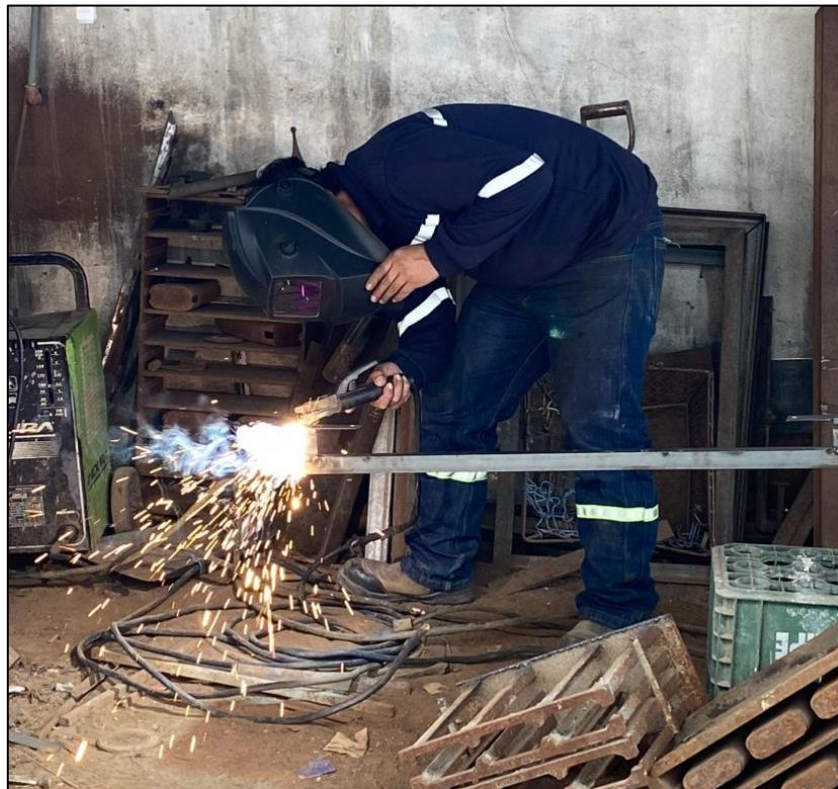
Módulos Fotovoltaicos Powest panel solar mono hc perc 450w ref. powest panel solar mono hc perc 450w 60C dimensiones 1909mm x 1134 mm. Marco de Aluminio Anodizado, cristal templado con 60 celdas, Tensión a máxima potencia 41.4 V, Corriente a máxima potencia 13.95, Potencia máxima 450 W, distribuidos en 1 inversor, con 1 arreglo de 3 series.

Inversores marca Powest INVERSOR SOLAR ALL IN ONE 3KVA ON-GRID VDC 80 - 80 Volts, Tensión de salida VCA 120 VCA, Potencia de salida 2.4 KW, Eficiencia del 90%

Anexo 10: Diagrama de Conexión de los Equipos

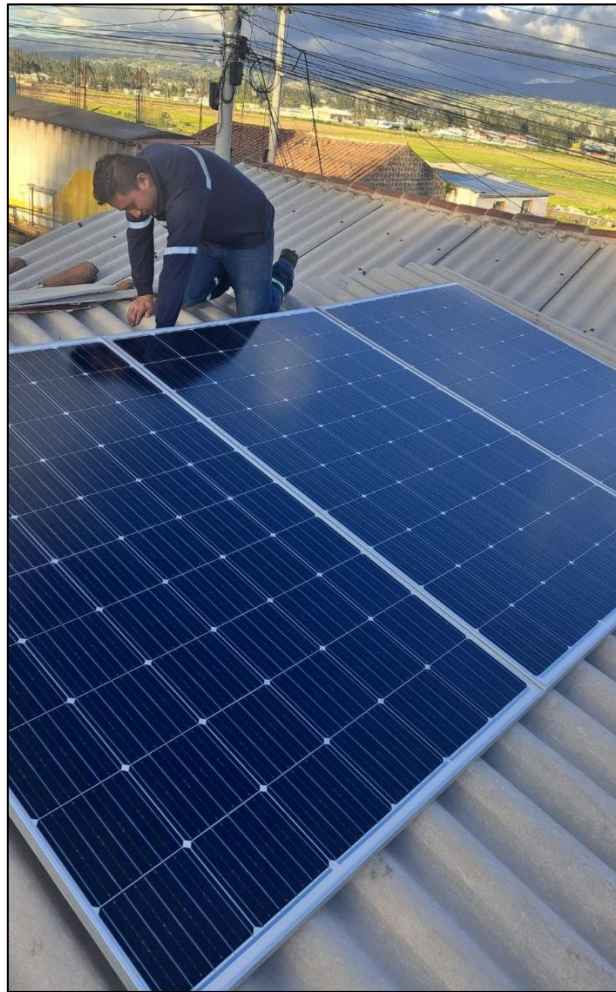


Anexo 11: Implementación del Sistema Fotovoltaico en la Empresa

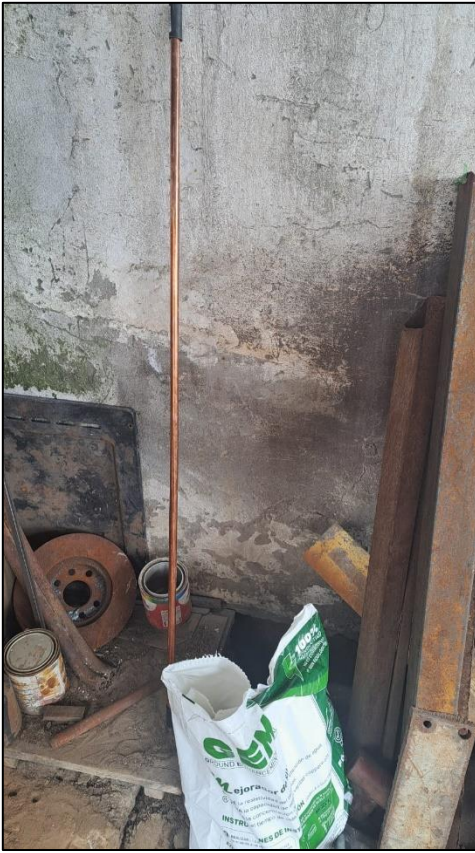




















Anexo 12: Certificado de Aceptación por parte de la Empresa



INNOVACIÓN EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI

IRTELC CIA. LTDA

CERTIFICADO

Latacunga, 27 de febrero del 2024

La dirección administrativa de TELMAX, certifica que el Sr. Carrión Moreno Carlos Santiago portador de la cédula de identidad N° 050388647-5 y el Sr. Cadena Gallardo Henry Mauricio portador de la cédula de identidad N° 060595465-0, han realizado su trabajo de titulación con éxito en la empresa INNOVACION EN REDES Y TELECOMUNICACIONES COTOPAXI IRTELC.CIA LTDA. Con N° de RUC: 0591759132001, por tal razón nos sentimos conformes con el proyecto realizado en su totalidad.

Es todo cuanto podemos decir en Honor a la verdad, el interesado puede hacer uso del presente Certificado en todos los actos lícitos que crea pertinente.

Atentamente.

Ing. Manuel Carrión
Gerente General
C.C.: 0502739947
Teléfono: 0999703734

Correo electrónico: telmaxinternet@gmail.com

032-271-350

0984013724/ 0999703734

telmaxinternet@gmail.com