

Pregrado

Carrera:

Electricidad Asignatura

(UIC):

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: Tecnólogo superior en electricidad

Tema:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO
PARA LA CABAÑA DE LOS BIOLOGOS DE LA RESERVA
MASHPI LODGE. UBICADO EN PACTO PARROQUIA
DE PICHINCHA**

Autor: Guachamin Guachamin Edison

Santiago

Tutor metodológico: Andagoya Alba Luis

Daniel.

Sangolquí, 18 de marzo del 2025





Autor: Guachamin Guachamin Edison Santiago

Título a obtener: Tecnólogo superior en electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: santiago-guachamin1994@outlook.com



Dirigido por: Andagoya Alba Luis Daniel

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

Matriz: Sangolquí -Ecuador

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

**Todos los derechos
reservados**

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

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Guachamin Guachamin Edison

Santiago

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO PARA LA CABAÑA
DE LOS BIOLOGOS DE LA RESERVA MASHPI LODGE. UBICADO EN PACTO
PARROQUIA DE PICHINCHA.

Dedicatoria

El presente proyecto va dedicado para Dios y mi núcleo familiar, en especial a mis padres (+), hija y esposa, quienes han sido el motor fundamental para culminar otra etapa académica y sobre todo cumplir un reto personal que me debía hace mucho tiempo.

Agradecimiento

Extiendo un enorme agradecimiento al Ing. Luis Andagoya quien ha sido el eje fundamental para culminar con éxito el proyecto, también a la Institución donde laboro, Enercity, quienes me permitieron dirigir el mismo, por último y más importante, al Hotel Mashpi, quienes me brindaron apertura desde el primer momento para desarrollar el proyecto.

Carta de cesión de derechos del trabajo de titulación



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 15 de marzo del 2025

MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA

MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

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

Por medio de la presente, yo, Edison Santiago Guachamin Guachamin declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO PARA LA CABAÑA DE LOS BIOLOGOS DE LA RESERVA MASHPI LODGE, UBICADO EN PACTO PARROQUIA DE PICHINCHA, de la Tecnología Superior en Electricidad; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

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

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison', is written over a faint circular stamp.

Edison Santiago Guachamin Guachamin
C.I.: 1723301196

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

Formulario para entrega de proyectos en biblioteca instituto superior tecnológico con condición de universitario



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

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

AUTOR:
EDISON SANTIAGO GUACHAMIN GUACHAMIN

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):
LUIS DANIEL ANDAGOYA

CONTACTO ESTUDIANTE:
0995660119

CORREO ELECTRÓNICO:
SANTIAGO-GUACHAMIN1994@OUTLOOK.COM

TEMA:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTÓNOMO PARA LA CABAÑA DE LOS BIOLOGOS DE LA RESERVA MASHPI LODGE. UBICADO EN PACTO PARROQUIA DE PICHINCHA

OPCIÓN DE TITULACIÓN:
PROYECTO DE TITULACIÓN

RESUMEN EN ESPAÑOL:

En la búsqueda constante de fuentes de energía sostenibles y eficientes, la energía solar fotovoltaica se ha posicionado como una alternativa viable y prometedora. Este proyecto tiene como finalidad la implementación de un sistema solar de 3 kVA, diseñado para abastecer las necesidades energéticas de la cabaña de los biólogos. Dicho sistema representa una solución energética robusta, capaz de generar una cantidad significativa de electricidad a partir de la radiación solar. Por otro lado, con la ejecución del sistema propuesto se contribuye a combatir en un tanto por ciento el calentamiento global y la huella de carbono o el efecto invernadero.

PALABRAS CLAVE:
SISTEMA AISLADO, ENERGÍA RENOVABLE, PANEL SOLAR

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



hecho de trabajar en pro y para la reserva su deseo es no depender totalmente de este sistema, el generador no funciona el día completo, sin embargo, provoca ruidos que no permiten el descanso adecuado. Para ello se diseñó e implementó un sistema solar, en donde se dimensionó por medio de software denominado PVsyst, dando como resultado una cantidad de diez paneles solares con un banco de dieciséis baterías y su respectivo controlador de carga e inversor.

PALABRAS CLAVE:

SISTEMA AISLADO, ENERGÍA RENOVABLE, PANEL SOLAR

ABSTRACT:

In the constant search for sustainable and efficient energy sources, solar photovoltaic energy has emerged as a viable and promising alternative. This project seeks to implement a 3 kVA solar system, designed to supply the energy needs of the biologist's cabin. This system represents a robust energy solution, capable of generating a significant amount of electricity from solar radiation. Furthermore, the proposed system contributes, to some extent, to combating global warming and the carbon footprint, or greenhouse effect. The biggest problem, therefore, is the lack of public grid service on the site, mainly due to the distance and the cabin's location, which is very difficult to access. This, especially given that it is a nature reserve, means avoiding damaging the area's forests. The cabin also has a generator; however, the very fact of working for the reserve means they do not want to rely entirely on this system. The generator does not run all day, but it causes noise that prevents proper rest. To achieve this, a solar system was designed and implemented, sized using software called PVsyst, resulting in ten solar panels with a bank of sixteen batteries and their respective charge controller and inverter.

KEYWORD:

OFF GRID SYSTEM, RENEWABLE ENERGY, SOLAR PANEL

Firma del Estudiante
Edison Santiago Guachamin
C.I.: 1723301196

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

Solicitud de publicación del trabajo de titulación



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 15 de marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo, EDISON SANTIAGO GUACHAMIN GUACHAMIN, con C.I.: 1723301196 alumno de la Carrera ELECTRICIDAD, cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante
Edison Santiago Guachamin
C.I.: 1723301196

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

ÍNDICE GENERAL

TABLA DE CONTENIDO

Carta de cesión de derechos del trabajo de titulación.....	v
Formulario para entrega de proyectos en biblioteca instituto superior tecnológico con condición de universitario	vi
Solicitud de publicación del trabajo de titulación.....	viii
RESUMEN	xviii
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema	2
1.2 Justificación	2
1.3 Alcance	3
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Radiación solar	6
2.1.1 Radiación solar en el Ecuador	6
2.2 Unidades de radiación solar.....	7
2.3 Energías Renovables.....	7
2.3.1 Térmica	8
2.3.2 Biomasa	8
2.4 Sistema solar Fotovoltaico.....	9
2.5 Tipos de sistemas.....	10
2.5.1 Sistemas off grid.....	10
2.5.2 Sistemas on grid.....	10

2.6 Elementos de un sistema fotovoltaico	11
2.6.1 Panel solar.....	11
2.6.1.1 Celdas fotovoltaicas.....	11
2.6.1.2 Orientación del panel	12
2.6.1.3 Angulo de inclinación con eje horizontal	12
2.6.1.4 Ángulo de orientación de los rayos solares.	12
2.6.1.5 Panel Monocristalino	13
2.6.1.6 Panel Policristalino	13
2.6.1.7 Panel de silicio amorfo	14
2.6.2 Controlador de carga.....	14
2.6.3 Batería.....	15
2.6.3.1 Capacidad de almacenamiento	15
2.6.3.2 Carga y descarga.....	16
2.6.3.3 Ciclo de vida y profundidad de descarga.....	16
2.6.3.4 Autodescarga	17
2.6.3.5 Tipos de baterías	17
2.6.3.5.1 Plomo acido abierto	17
2.6.3.5.2 AGM	18
2.6.3.5.3 Litio.....	18
2.6.3.5.4 Plomo acido sellada	19
2.6.4 Inversor	19
2.6.4.1 Onda modificada.....	19
2.6.4.2 Onda pura.....	20
2.6.4.3 Inversor cargador	20
2.6.4.3 Inversor con conexión a red.....	21

2.7 Cables eléctricos	22
2.8 Eficiencia energética.....	22
2.9 Cálculo del tamaño del módulo fotovoltaico	23
2.10 Cálculo del tamaño de la batería.....	23
2.11 Dimensionamiento de controlador de carga	24
2.12 Instrumentos de medición.....	24
2.12.1 Piranómetro.....	25
2.12.2 Pirheliómetro	25
2.12.3 Actinógrafo	26
2.12.4 Heliógrafo	27
2.13 Estructura y sujeción de los paneles	27
CAPITULO III.....	29
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN	29
3.1 Levantamiento de información.	29
3.2 Levantamiento de cargas	33
3.3 Cálculos del sistema	33
3.3.1 Cálculo de paneles	36
3.3.2 Cálculos del número de baterías serie - paralelo	37
3.3.3 Cálculos y selección del controlador	39
3.3.4 Selección del inversor.....	40
3.3.5 Cálculo de corriente y protección	41
3.3.5.1 Cálculo de corriente AC al inversor y termomagnéticos.....	41
3.3.5.2 Cálculo de corriente del inversor a las baterías	42
3.3.5.3 Cálculo de corriente controlador a la batería.....	42
3.3.5.4 Cálculo de corriente de los módulos fotovoltaicos al controlador	43

3.3.6 Cálculo clamps o sujetadores de los paneles	44
3.3.7 Cálculo de puesta a tierra.....	45
3.4 Dimensionamiento del proyecto en PVsyst.....	46
3.5 Implementación del sistema	49
3.5.1 Inspección de sitio	49
3.5.2 Equipos de protección personal (EPP)	51
3.5.3 Fijación de Equipos	52
3.5.4 Conexiones de inversor – baterías – controlador.....	54
3.5.5 Conexión de caja AC/DC	57
3.5.6 Implementación y conexión de banco de baterías	58
3.5.7 Implementación fotovoltaica	60
3.5.8 Limpieza del área de implementación	66
3.5.9 Configuración del inversor	68
3.5.9.1 Configuración en interfaz	69
CAPITULO IV	73
PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
4.1 Pruebas de sincronismo del inversor	73
4.2 Pruebas en luminarias	74
4.3 Mediciones en AC	77
4.4 Mediciones en DC	80
4.4 Mediciones del inversor AC INPUT – OUTPUT.....	82
4.5 Mediciones de la puesta a tierra.....	84
4.6 Resultados finales de la implementación.....	85
CAPITULO V.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88

5.1 Conclusiones.....	88
5.2 Recomendaciones	88
BIBLIOGRAFIA	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiación solar.....	6
Figura 2: Mapa de radiación solar	7
Figura 3: Esquema de energía térmica.....	8
Figura 4: Esquema de Biomasa	9
Figura 5: Esquema de un sistema solar.....	9
Figura 6: Sistema off grid	10
Figura 7: sistema on grid	11
Figura. 8: Ubicación y orientación solar.....	12
Figura 9: Panel solar monocristalino	13
Figura 10: Panel solar policristalino 50w	13
Figura 11: Panel de silicio	14
Figura 12: Controlador de carga MPPT / PWM.....	15
Figura 13: Partes de la batería plomo – ácido.....	17
Figura 14: Partes de la batería AGM	18
Figura 15: Batería de litio 12v/200Ah	18
Figura 16: Batería de plomo ácido.....	19
Figura 17: Inversor onda modificada.....	20
Figura 18: Inversor onda pura.....	20
Figura 19: Inversor cargador Multiplus	21
Figura 20: Inversor solax on grid.....	21

Figura 21:Partes de un piranómetro.....	25
Figura 22: Pirheliómetro.....	26
Figura 23: Actinógrafo	26
Figura 24: Partes del Heliógrafo.....	27
Figura 25: Tipo de estructura. D- Dome.....	28
Figura 26: Plano de iluminación.....	29
Figura 27: Plano de fuerza	30
Figura 28: Plano de iluminación, área para implementar en el futuro.....	31
Figura 29: Plano de fuerza, área para implementar en el futuro.....	32
Figura 30: Detalle de Hora Pico Solar	35
Figura 31: Esquema de sujeción de panel.....	44
Figura 32: Crear localización y nombre del proyecto	47
Figura 33: Interfaz para asignar inclinación	47
Figura 34: Definición de cargas.....	48
Figura 35: Distribución de horas – días.....	48
Figura 36: Selección de elementos del sistema	49
Figura 37: Techo para anclar los paneles	50
Figura 38: Cuarto de máquinas.....	50
Figura 39: Tablero con las protecciones de la cabaña	51
Figura 40: Tablero descubierto para levantamiento de información	51
Figura 41: Implementación con EPP	52
Figura 42: Anclaje de soporte de inversor.....	52
Figura 43: fijación del inversor.....	53
Figura 44: Fijación de caja de protección AC/DC.....	53
Figura 45: Perforación para fijar controlador de carga.....	54

Figura 46: Fijación del controlador MPPT 150/85.....	54
Figura 47: Recomendaciones de instalación.....	55
Figura 48: Ajuste con torquímetro 12Nm.....	55
Figura 49: Conexión AC OUT	56
Figura 50: Inversor conectado	56
Figura 51: Ubicación de protecciones DC + portafusibles	57
Figura 52: Ejemplo de protecciones interconectadas con porta fusible	57
Figura 53: Colocación del primer ramal de baterías.....	58
Figura 54: Segundo ramal de baterías en serie	59
Figura 55: Colocación del cuarto y quinto ramal de baterías en serie.....	59
Figura 56: Interconexión entre ramales	60
Figura 57: Conexión con el conector MC4.....	60
Figura 58: Conductor con una seccion sin recubrimiento para conexión.....	61
Figura 59: Inserción de conector con conductor.....	61
Figura 60: Conector MC4 anclado al conductor.....	62
Figura 61: Colocación de paneles sobre estructura	63
Figura 62: Sujeción de clamps.....	63
Figura 63: Colocación de paneles	64
Figura 64: Colocación de paneles	64
Figura 65: Sujeción de middle clamps.....	65
Figura 66:Fijación de anclaje end clamps	65
Figura 67: Fijación de anclaje end clamps	66
Figura 68: Limpieza de techo y paneles	66
Figura 69: Limpieza de techo y paneles	67
Figura 70: Limpieza de techo y paneles	67

Figura 71: Techo y paneles libres de hojas.....	68
Figura 72: App Victron Connect	68
Figura 73: Dispositivo Victron connect.....	69
Figura 74: Interfaz victron connect.....	69
Figura 75: Interfaz y configuración AC/DC	70
Figura 76: Interfaz y configuración AC inversor y parámetros de la batería	70
Figura 77: Interfaz y configuración de la red	71
Figura 78: Interfaz sin el grupo electrógeno.....	71
Figura 79: Interfaz con el grupo electrógeno.....	72
Figura 80: Inversor sincronizado con el generador	73
Figura 81: Inversor en estado “inverter on”	74
Figura 82: Pasillo iluminado.....	74
Figura 83: Baño 1 iluminado	75
Figura 84: Baño 2 iluminado	75
Figura 85: Habitación 3 iluminada	76
Figura 86: Habitación 2 iluminada	76
Figura 87: Habitación 1 iluminada	77
Figura 88: Prueba de voltaje en habitación 1.....	77
Figura 89: Prueba de tensión en habitación 3.....	78
Figura 90: Prueba de tensión en baño 1.....	78
Figura 91: Pruebas de tensión en tablero principal.....	79
Figura 92: Prueba de tensión en habitación 2	79
Figura 93: Prueba de tensión en banco de baterías.....	80
Figura 94: Prueba de tensión en controlador sección paneles	81
Figura 95: Prueba de tensión en controlador sección banco de baterías	81

Figura 96: Prueba de tensión en inversor AC IN.....	82
Figura 97: Prueba de tensión en inversor AC OUT.....	83
Figura 98: Prueba de tensión en inversor banco de baterías y controlador	83
Figura 99: Primera medición de puesta a tierra	84
Figura 100: Segunda medición de puesta a tierra	85
Figura 101: Cabaña sustentada con el sistema 3KVA.....	85
Figura 102: Paneles instalados.....	86
Figura 103: Banco de baterías implementado	86
Figura 104: Equipos implementados	87

LISTA DE TABLA

Tabla 1 Instrumentos de medición.....	25
Tabla 2: Cuadro de cargas	33
Tabla 3: Datos técnicos del módulo solar	36
Tabla 4 Tabla de especificaciones de la batería Powest	38
Tabla 5: Tabla de especificaciones del controlador 150/85 Tr.....	40
Tabla 6: Tabla de especificaciones del inversor / cargador Quattro 3000/48.....	41
Tabla 7: Valor referencial de puesta a tierra.....	45
Tabla 8: Tabla de mediciones tomacorrientes	80
Tabla 9: Tabla de mediciones baterías y controlador	82
Tabla 10: Tabla de mediciones inversor AC/DC.....	84

RESUMEN

En la búsqueda constante de fuentes de energía sostenibles y eficientes, la energía solar fotovoltaica se ha posicionado como una alternativa viable y prometedora. Este proyecto tiene como finalidad la implementación de un sistema solar de 3 kVA, diseñado para abastecer las necesidades energéticas de la cabaña de los biólogos. Dicho sistema representa una solución energética robusta, capaz de generar una cantidad significativa de electricidad a partir de la radiación solar. Por otro lado, con la ejecución del sistema propuesto se contribuye a combatir en un tanto por ciento el calentamiento global y la huella de carbono o el efecto invernadero. Entonces el mayor problema es la falta de servicio de red pública en el sitio, por temas netamente de distancia y donde se encuentra ubicada la cabaña es de muy difícil acceder y sobre todo al ser una reserva natural implica no provocar daños forestales en la zona. Por otro lado, la cabaña tiene un sistema electrógeno, sin embargo, el mismo hecho de trabajar en pro y para la reserva su deseo es no depender totalmente de este sistema, el generador no funciona el día completo, sin embargo, provoca ruidos que no permiten el descanso adecuado. Para ello se diseñó e implementó un sistema solar, en donde se dimensionó por medio de software denominado PVsyst, dando como resultado una cantidad de diez paneles solares con un banco de dieciséis baterías y su respectivo controlador de carga e inversor.

PALABRAS CLAVE:

SISTEMA AISLADO, ENERGÍA RENOVABLE, PANEL SOLAR

ABSTRACT:

In the constant search for sustainable and efficient energy sources, solar photovoltaic energy has emerged as a viable and promising alternative. This project seeks to implement a 3 kVA solar system, designed to supply the energy needs of the biologist's cabin. This system represents a robust energy solution, capable of generating a significant amount of electricity from solar radiation. Furthermore, the proposed system contributes, to some extent, to combating global warming and the carbon footprint, or greenhouse effect. The biggest problem, therefore, is the lack of public grid service on the site, mainly due to the distance and the cabin's location, which is very difficult to access. This, especially given that it is a nature reserve, means

avoiding damaging the area's forests. The cabin also has a generator; however, the very fact of working for the reserve means they do not want to rely entirely on this system. The generator does not run all day, but it causes noise that prevents proper rest. To achieve this, a solar system was designed and implemented, sized using software called PVsyst, resulting in ten solar panels with a bank of sixteen batteries and their respective charge controller and inverter.

KEYWORD:

OFF GRID SYSTEM, RENEWABLE ENERGY, SOLAR PANEL

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En base a la dura crisis energética por la cual está atravesando el país, se ha convertido insostenible, con el mismo hecho de que los cortes intermitentes de energía eléctrica han provocado parálisis laborales y pérdidas económicas en algunos sectores públicos, privados e incluso hogares, instituciones educativas, entre otros.

Partiendo desde este punto, en la actualidad se ha podido palpar que la tecnología está evolucionando a gran escala, prueba de ello es la evolución de los paneles solares, esto se debe a que mediante uso de células solares hetero unión (una célula de silicio intercalada entre dos capas de silicio amorfo), con este tipo de tecnología se puede alcanzar una eficiencia de 24%, es decir, genera más energía en menos espacio. (Martin Benito, 2022).

Así mismo se ha dado a conocer el panel bifacial, cuya ventaja es captar la radiación solar, tanto en la cara frontal como posterior del panel. Con ello se ha conseguido aprovechar la producción del panel a su máximo porcentaje, hablando numéricamente sería un 50 % en cuestión de generación. (Renew, Sustain, Energy Rev, 2016).

Por otro lado, se tiene el sistema de almacenamiento de energía (ESS), es un sistema cuya conexión es asociada a la red convencional con un inversor/cargador. Su misión es almacenar energía solar durante el transcurso del día en la batería hasta cuando no haya presencia de radiación. Para muchos la implementación de sistemas híbridos enfocados en fuentes renovables ha sido por la alta emisión de carbono, dicho sistema funciona con dos fuentes de energías. (Victron Energy, 2024).

Es importante no dejar de lado los controladores de carga, por medio de este elemento se puede proteger a la batería, ya sea de descargas profundas e incluso de sobre cargas. Una novedad en los controladores son los PWM, su fabricación está conformado por transistores de metal - oxido (MOSFET), obteniendo una conmutación sumamente rápida consiguiendo una eficiencia enorme a consideración de otros controladores. (Paipa, Serrano, & Mora, 2018).

La parte crítica del sistema solar es la batería, este elemento se encuentra en constante evolución, prueba de ello, las baterías de Li – ion que brindan características de gama alta como es la seguridad, eficiencia energética y lo más importante una larga vida útil. Todo ello se logra gracias a su capacidad de desplazar iones de litio hacia el cátodo por medio del electrolito. Es

importante conocer las baterías de bajo voltaje (LV) y alto voltaje (HV). Para alto voltaje es indispensable contar cuando se instalan sistemas híbrido y backup. (autosolar.co)

1.1. Planteamiento del Problema

En base a lo enunciado y a la información proporcionada, el mayor problema es la implementación de red pública en el sitio, ya que por la distancia donde se encuentra la cabaña es de muy difícil acceso y sobre todo al ser una reserva natural implica evitar ser intrusivos en dicha zona. (Mashpi Lodge | Un hotel de expedición en la selva tropical, s. f.)

Es importante recalcar que la cabaña tiene un sistema electrógeno, sin embargo, el mismo hecho de trabajar en pro y para la reserva su deseo es no depender totalmente de este sistema, el generador no funciona el día completo, más bien lo hace por lapsos cortos de tiempo acorde a la necesidad.

Otro problema es la zona, ya que la radiación no es del todo buena, eso quiere decir que su hora pico solar es bastante precaria, lo que complica dejar de utilizar el generador en su totalidad, lo cual lo convierte en una gran desventaja.

El tema de la iluminación en la noche es un inconveniente bastante grave ya que el trayecto del sendero es bastante largo lo cual dificulta trasladarse a la cabaña para descansar.

Por otro lado, un problema bastante común es la falta de energía en los tomacorrientes, debido a eso no puede hacer uso tanto de la cafetera, microondas, repetidor de señal de internet, radios de frecuencia y linternas. A pesar de tener el generador por temas de ruido evitan encenderlo y en apoyo del ecosistema.

1.2 Justificación

Los sistemas autónomos se ajustan a las necesidades de la reserva ya que sus objetivos están enfocados claramente en pro del medio ambiente, la investigación especializada y la educación de bosques tropicales, por lo que la energía solar es una de las mejores opciones que se adapta a los lineamientos de la reserva.

Este sistema como tal, contemplara cubrir la demanda del sistema de iluminación, equipos de repetición de señal de internet, radios de comunicación, dispositivos electrónicos, entre otros.

Para obtener un mejor resultado con respecto al funcionamiento, este sistema será aislado del tablero principal, con esto se planifica crear un tablero de control para mantener acceso únicamente del sistema autónomo.

El sistema propuesto tiene la ventaja de trabajar como inversor / cargador, es decir que al momento de ingresar red o en este caso el generador se puede cargar las baterías y al mismo tiempo se puede cargar por medio de los paneles solares. En base a los principios de la reserva, hago referencia a evitar el uso del generador, como se mencionó, el factor climático es bastante complejo ya que por lo general las horas solar pico están aproximadamente de 1.8 a 2 h, lo cual provocaría una carga ineficiente de las baterías, por ello se abre esa opción, por medio del inversor puedan alimentar las cargas y cargar las baterías con el generador.

Otra ventaja del sistema es la marca con la cual se prevé trabajar (Victron Energy), siendo una de las marcas con mayor flexibilidad en referencia a instalación y diseño, así también por el soporte técnico que brindan y sobre todo la vida útil de los equipos con su garantía correspondiente (5 años). Es una de las marcas que se le ha exigido en ambientes bastantes pesados (barcos) y han respondido de la mejor manera.

El tema de monitoreo remoto es una base fundamental en el sistema, por el mismo hecho de ver en tiempo real cual es el consumo, estado y porcentaje de carga de las baterías, alarmas por sobre voltaje, la potencia de los paneles y voltaje suministrado a las baterías, etc.

La mayor preocupación es la vida útil de las baterías, sin embargo, el sistema tendrá un banco de baterías de gel compuesta por plomo ácido, estarán regidas bajo el rango de descarga acorde el manual de usuario, en este caso al trabajar con baterías Powest, se recomienda que la descarga no supere el 10 %, con estas restricciones se evitara una descarga profunda, con el fin de alargar la vida útil. De la misma manera se a través del controlador de carga se mantendrá un rango no por encima del 110% para evitar sobrecargas.

Por lo tanto, el costo beneficio del sistema con tal estaría justificado, ya que, por temas de fiabilidad, actualizaciones tecnológicas, accesibilidad, seguridad y garantía se adaptan a la necesidad.

1.3 Alcance

Para que el sistema obtenga un alcance bastante real es necesario expresar los siguiente:

- Con la primera inspección se tendrá bastante claro cómo se va a manejar los tiempos de implementación y logística.

- Es necesario asociar un presupuesto que no salga del alcance, sin embargo, debe cumplir con lo requerido en su mayor parte.
- Para aprovechar en todo sentido los recursos del proyecto se debe realizar un estudio previo (diseño, calculo, etc.), con ello se dimensionará un sistema eficiente.
- El dimensionamiento del área de la clínica está dividido en tres partes:
 1. La cabaña está compuesta de 3 habitaciones y 2 baños, sus medidas oscilan los 12.8 largo*6.7 ancho (metros)
 2. El cuarto de máquinas donde se ubicará los equipos y se encuentra el generador tiene unas dimensiones de 5.6 largo * 2.4 ancho (metros).
 3. Laboratorio de los biólogos posee un dimensionamiento de 6 largo*6 ancho (metros)
- Las horas uso del sistema están al borde de 4 horas por tres días a la semana.
- En cuanto a la cantidad de circuitos de iluminación, el circuito está compuesto por 6 luminarias, el circuito 2 está compuesto por 4 luminarias en proceso de construcción, En el caso del circuito de fuerza está compuesto por 4 tomacorrientes distribuidos en la cabaña y 4 se encuentra en etapa de construcción en el área del laboratorio de los biólogos.
- Para determinar un funcionamiento adecuado, antes de colocar en marcha el sistema se realizará la toma de mediciones y las pruebas correspondientes para determinar algún parámetro irregular.
- Finalmente se realizará la configuración de los equipos, en este caso primordialmente en el controlador de carga, con ello lograremos cuidar la vida útil de la batería.

RESULTADOS

En medida que haya culminado la instalación se procederá a entregar lo siguiente:

- Implementación del sistema autónomo
- Diagrama de conexión
- Memoria técnica
- Planos

- Plan de mantenimiento
- Escrito final

1.4 Objetivos General y Específicos

OBJETIVO GENERAL: Diseñar e implementar un sistema autónomo fotovoltaico, mismo que debe cubrir la demanda solicitada por los biólogos de la cabaña, con apoyo de softwares especializados en desarrollo de sistemas energéticos, con la finalidad de brindar comodidad y/o seguridad a los usuarios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar información para definir la demanda requerida por el usuario, del ser el caso, se realizará una derivación para las cargas críticas.
2. Dimensionar el sistema off grid con el cuadro de cargas y los componentes eléctricos que se vayan a implementar en el sistema. Todo esto en base a la normativa que rige las instalaciones eléctricas ecuatorianas.
3. Diseñar y buscar la mejor disposición de los paneles solares, con el fin de evitar sombras y aprovechar el máximo de la radiación solar.
4. Buscar los equipos y materiales acorde a los dimensionamientos propuestos para el proyecto.
5. Coordinar la logística e implementación del sistema en el sitio propuesto, en este caso la cabaña de los biólogos.
6. Realizar pruebas y mediciones en los equipos instalados, esto para corroborar el correcto funcionamiento.
7. Realizar una entrega formal del proyecto e indicar el funcionamiento del mismo.
8. Entregar la documentación pertinente (Diagrama unifilar, memoria técnica, plan de mantenimiento).

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Radiación solar

Se define como una energía renovable cuya energía es emitida por medio del astro sol, esta energía es conocida como radiación solar. La radiación solar que recibe la tierra oscila los 1.5×10^{18} kilovatios (KW) por hora. (Aparicio, 2020)

La radiación solar como tal en función tiene tres tipos enunciados a continuación:

- **Directa:** Es un tipo de emisión de radiación sin desviarse en la atmosfera.
- **Difusa:** Tiende a cambiar su dirección por la reflexión y pérdidas en la atmosfera.
- **Reflejada:** Es de tipo directa y difusa que es reflejada en el suelo.



Figura 1: Radiación solar

Fuente: (Redirect Notice, s. f.)

2.1.1 Radiación solar en el Ecuador

Ecuador tiene como fuente analítica "Atlas Solar del Ecuador" CONELEC, realizado por Corporación para la investigación Energética basada en información otorgada por National Renewable Energy Laboratory – NREL de los Estados Unidos.

La información que se puede obtener incluye, cuantificación del potencial solar disponible y la posibilidad para generación de energía eléctrica. Basado en mapas de insolación directa, global como difusa. (Proaño & Gube, s. f.)

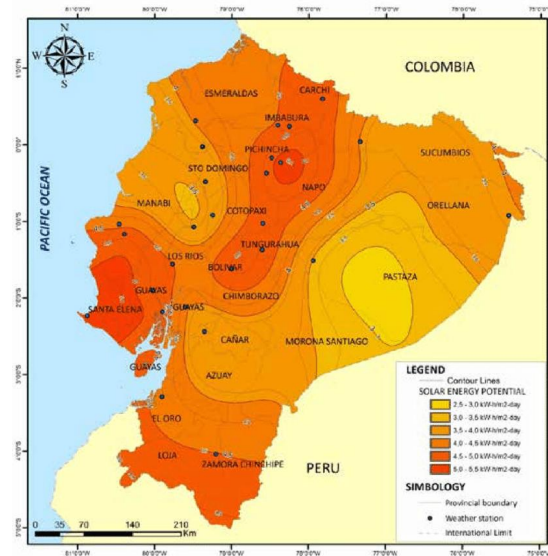


Figura 2: Mapa de radiación solar

Fuente: (Mapa de Distribución Espacial de Radiación Solar Expresada En..., s. f.)

2.2 Unidades de radiación solar

Para obtener un dimensionamiento, primero se debe tener en cuenta para el cálculo final se debe obtener un valor de radiación solar (KW/m^2). (Aparicio, 2020)

- **Irradiancia:** Su definición es el flujo de radiación solar sobre una unidad de tiempo en una superficie determinada.
- **Irradiación:** Es la energía por una unidad en la superficie en un periodo de tiempo, su unidad es julios (energía) por metros cuadrados (J/m^2) o su equivalente en Wh/m^2

NOTA: La relación de la potencia con respecto a la energía se la puede representar de la siguiente manera: $1Kwh = 3.6MJ$

2.3 Energías Renovables

Son fuentes nuevas de energía cuya misión es sustituir al carbón, petróleo, gas natural y al uranio. De la misma manera son fuentes renovables y no contaminantes con el fin de limitar los inconvenientes actuales en los modelos de producción de consumo energético.

Existen formas potenciales renovables como:

- Solar

- Térmica
- Eólico
- Hidráulica
- Biomasa

Energías renovables se puede definir como fuentes que ayuden a compensar las necesidades energéticas sin comprometer una distribución de energía en generaciones futuras. (Aparicio, 2020)

2.3.1 Térmica

Es la transformación directa de la luz solar en calor o conocida como foto térmica, sus elementos son una placa de vidrio que absorbe la radiación y por medio de unas cañerías de cobre interno por donde circula el agua, la misma que por el efecto mencionado “foto térmica” calienta el agua.

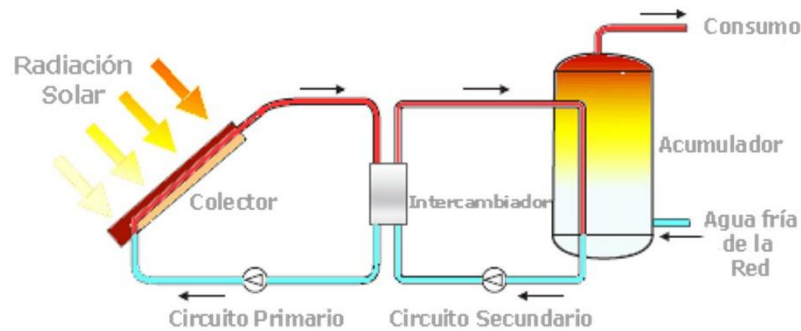


Figura 3: Esquema de energía térmica

Fuente: (SA, 2019)

2.3.2 Biomasa

Este tipo de energía se asemeja a la fotosíntesis, por otro lado, la madera y residuos vegetales son proporcionados como combustibles, de la misma manera el alcohol y el vino ayudan a alcanzar una gran cantidad de contenido energético. (Proaño & Gube, s. f.)



Figura 4: Esquema de Biomasa

Fuente: (Araya, 2018)

2.4 Sistema solar Fotovoltaico

Se considera como un arreglo o conjunto de equipos eléctricos y electrónicos cuya misión es aprovechar la energía solar para convertirla en energía eléctrica.

Para la ejecución del proceso de manera general, es indispensable una placa solar para captar la radiación, controlador - para controlar carga y descarga de la batería, inversor – equipo cuyo propósito es transformar la energía DC a energía AC y las baterías – Encargadas de almacenar lo captado por medio de la placa solar. (Díaz Villar, 2003)

En base a lo mencionado, se conoce dos tipos de energía solar fotovoltaica:

Aquellos que carecen de red pública o convencional, denominados sistemas autónomos u off grid y, otros cuya conexión es por medio de la red pública o también denominados on grid.

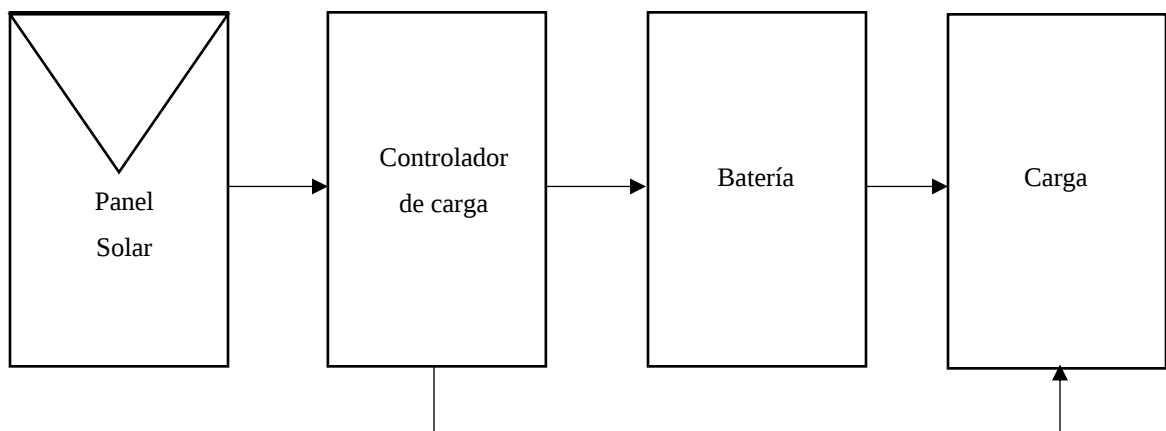


Figura 5: Esquema de un sistema solar

Fuente: propia

2.5 Tipos de sistemas

2.5.1 Sistemas off grid

También conocida como sistema aislado, son sistemas que no pueden acceder al suministro eléctrico convencional, es decir, son sistemas cuya aplicación se da netamente por la captación solar y sus aplicaciones son comúnmente en el campo o lugares donde las empresas competentes no pueden acceder con el servicio. (Aparicio, 2020)

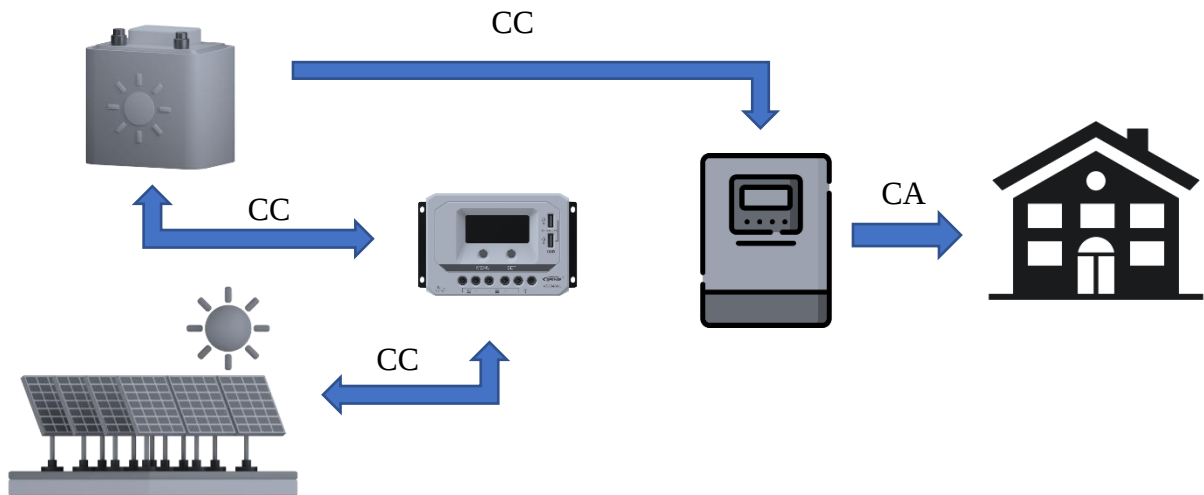


Figura 6: Sistema off grid

Fuente: Propia

2.5.2 Sistemas on grid

En este tipo de sistemas son necesariamente anclados a la red, a diferencia del off grid en este tipo de sistemas se descarta las baterías, por otro lado, al no haber presencia de sol se absorbe parte de la red. De la misma manera, al tener un excedente de producción se puede comercializar a la entidad pública. (Silvestre et al., 2008)

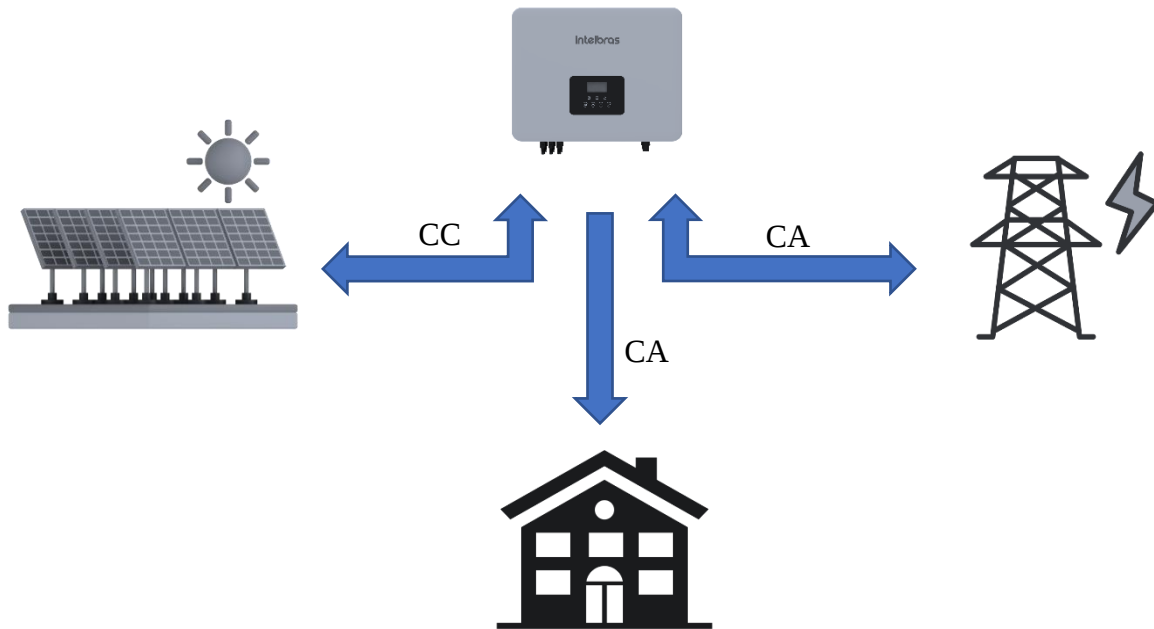


Figura 7: sistema on grid

Fuente: propia

2.6 Elementos de un sistema fotovoltaico

2.6.1 Panel solar

Es el encargado de captar la luz solar, cuya energía eléctrica se obtiene en forma de corriente continua, dando como resultado dos polaridades, positivo y negativo.

2.6.1.1 Celdas fotovoltaicas

Son denominados como un material semiconductor, por lo general está conformado de silicio, este material es capaz de captar la radiación y transformarla en energía eléctrica. Su composición está dada por una capa fina de electrón libre (n) y otra con un espesor más mayor de tipo p. La unión de estos dos elementos produce un campo eléctrico.

Por otro lado, si se requiere determinar la eficiencia de una celda solar se puede aplicar lo siguiente:

$$\eta = \frac{(FF)(V_{oc})(I_{sc})}{G(A)} \quad (1)$$

- η : Eficiencia del panel solar
- A: Área de la superficie
- G: Irradiación W/m^2
- Voc: Voltaje de circuito abierto
- Isc: Corriente en corto circuito
- FF: Factor de llenado, mide la eficiencia de las células solares

2.6.1.2 Orientación del panel

Para la ubicación del panel dependerá de la latitud del lugar, la estación, etc. Si bien es cierto, en algún caso será imposible obtener la inclinación y orientación adecuados, es imprescindible evaluar las pérdidas de radiación.

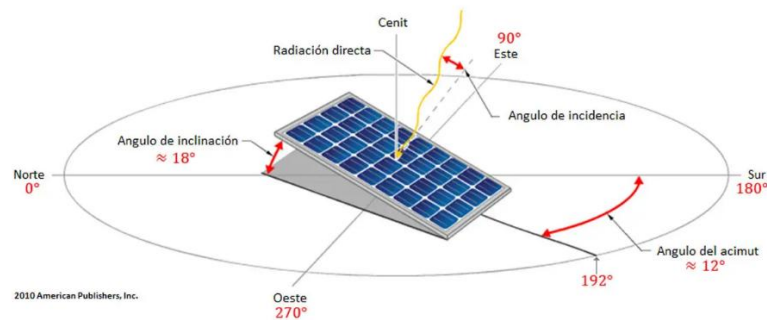


Figura. 8: Ubicación y orientación solar

Fuente:(solar, 2016)

2.6.1.3 Ángulo de inclinación con eje horizontal

Para instalar un panel solar con un adecuado grado de inclinación, se debe considerar el ángulo horizontal con respecto al terreno. Sin embargo, para épocas de invierno es recomendable, que los módulos deben tener un ángulo en latitud más 10 grados y en verano restarle 10 grados a la latitud.

2.6.1.4 Ángulo de orientación de los rayos solares.

Aquel modulo solar instalado en el hemisferio norte, se debe colocar con vista al sur, sin embargo, aquel modulo que está ubicado en el hemisferio sur deberá colocarse con vista al norte.(Puig & Jofra, s. f.)

2.6.1.5 Panel Monocristalino

Está constituido por células de silicio, gracias a su composición tienden a ser más eficientes y de mayor rendimiento, es decir, producen más energía con la misma cantidad de luz solar. Sin embargo, son considerados por su dificultad de construcción y su alto costo. (Martín, 2021)



Figura 9: Panel solar monocristalino

Fuente: (PANEL SOLAR POWEST MONOCRISTALINO 160W - POWEST, s. f.)

2.6.1.6 Panel Policristalino

Conformado por varias células de silicio cristalizado, su fabricación es más accesible en comparación a monocristalino. Sin embargo, posee varios defectos negativos, entre ellos: temperaturas elevadas, la eficiencia de producción es mínima, etc.(Martín, 2021b)



Figura 10: Panel solar policristalino 50w

Fuente: (PANEL SOLAR POWEST POLICRISTALINO 50W - POWEST, s. f.)

2.6.1.7 Panel de silicio amorfo

Son placas que se elaboran con una superficie de acero y una capa de silicio con forma de vapor, por ello se crea una forma irregular lo cual puede absorber mayoz luz que una placa monocristalina. (Martin, 2021b)



Figura 11: Panel de silicio

Fuente: («Paneles-solares-de-silicio-amorfo», 2018)

2.6.2 Controlador de carga

Son elementos que funcionan por medio de modulación de ancho pulso (Pulse Width Modulation, PWM), o también con seguimiento del punto de máxima potencia (Maximum Power Point Tracking, MPPT), el uso de los PWM tiene como finalidad superar o mantener la eficiencia a comparación de otros controladores a un menor costo.

El controlador tiene dos etapas, la primera es una etapa de control, su composición se encuentra compuesto por un microcontrolador programable PIC 16F811, este elemento permite captar variables tanto de voltaje como de corriente, de la misma manera genera ciclos de trabajo basados en métodos de conteo Amperio/hora con el voltaje de circuito abierto (VOC) con la finalidad de mantener un detalle real del estado de carga de la batería. (Paipa et al., 2018)

Por otro lado, la etapa de potencia, está conformada por transistores unión bipolar (Bipolar Junction Transistor, BJT) y transistores de campo metal – oxido – semiconductor (MOSFET), la finalidad es incrementar las señales PWM, generando conmutación entre panel, batería y carga.(Díaz Villar, 2003)



Figura 12: Controlador de carga MPPT / PWM

Fuente: (Regulador de carga solar | PWM y MPPT Los mejores aquí, s. f.)

2.6.3 Batería

Es un elemento primordial, su función es básicamente almacenar electricidad captada por la placa solar y posteriormente suministrar a los equipos de inversión para finalmente llegar al consumidor final.

Desde otro punto de vista la acumulación de energía se la puede apreciar de la siguiente manera:

- Almacenar energía durante el transcurso del día, para finalmente consumir en horarios nocturnos.
- Mantener una reserva cuya finalidad es evitar problemas cuando haya días nublados en los cuales no se pueda captar energía solar.

Las baterías selladas están compuestas con electrolito no líquido, esto minimiza los problemas de pérdida de agua a través de gasificación. Otro punto positivo es que no gotean ni derraman líquido y, son de fácil transportación con un mínimo de mantenimiento. Además, soportan ciclos profundos y tienen larga vida. Sin embargo, su rendimiento es muy deficiente a altas temperaturas, por lo que no deben ser utilizadas en lugares calientes. Este tipo de baterías es una de las más caras.(Martin, 2021a)

2.6.3.1 Capacidad de almacenamiento

La capacidad de almacenamiento se mide en amperios – hora (Ah), sin embargo, la capacidad de almacenamiento depende mucho de su antigüedad y estado de la misma. Es decir, si la corriente se extrae sumamente rápido su capacidad reduce.

2.6.3.2 Carga y descarga

Cuando se hace énfasis en la corriente de carga, se puede definir como la corriente provista por la batería o en términos coloquiales la corriente almacenada dentro de la batería y el tiempo de carga depende mucho de la magnitud de corriente que se esté entregando a la batería. Un claro ejemplo sería un tanque de agua, si existe abundante caudal el tanque demorara menos tiempo en llegar al límite, por otro lado, si el caudal es escaso, demorar dos o tres veces más tiempo para llenar dicho tanque.

Ahora si se habla de descarga, el concepto cambia, esto debido a que es la energía que se proporciona o es consumida por las cargas (Tv, refrigerador, luces, etc.), en este caso la corriente de descargar es básicamente la velocidad a la que se consume la corriente de la batería.

El estado de carga es primordial, ya que con este dato se puede revisar la cantidad de energía que posee la batería, Para batería de plomo acido, el instrumento de medición es por medio de voltímetro.(Silvestre et al., 2008)

2.6.3.3 Ciclo de vida y profundidad de descarga

Como se ha mencionado anteriormente, la carga de la batería depende de un módulo solar para captar energía y almacenarla, por otro lado, la descarga se realizado debido al uso, a esto se llama un ciclo.

Ahora, el ciclo de vida de una batería depende bastante del fabricante por lo tanto una cantidad aproximada estaría rondando varios miles de ciclos, sin embargo, las baterías de níquel – cadmio son más duraderas que las de plomo – acido. (Silvestre et al., 2008)

Existen varios factores con los cuales pueden reducir sus ciclos, entre ellos:

- Descargas profundas
- Altas temperaturas
- Falta de mantenimiento
- Demasiadas descargas con excesiva velocidad
- Cuando el consumo de la carga es mucho mayor a la inyectada.

Las baterías solares se han diseñado para usos exclusivos con módulos FV, se puede mencionar lo siguiente:

- Un ciclo de vida, es equivalente a 1,000 y 2,000 ciclos o en tiempos aproximados entre 3 y 6 años, para obtener estos tiempos es necesario no mantener en descargas de ciclos profundos constantes.(Díaz Villar, 2003)

2.6.3.4 Autodescarga

En el caso de estar en constante descargada, es inevitable que las baterías pierdan su función de carga lentamente o conocido como autodescarga. Vienen siendo el resultado de una reacción química al interior de las celdas de la batería.

Por otro lado, el porcentaje de descarga de una batería se rige en la temperatura del ambiente y su tipo, es decir, baterías con excesiva acumulación de ácido en la superficie, esto ayuda a una autodescarga mayor.

El clima cálido contribuye la autodescarga. Por lo general, cuando se implementan baterías nuevas, se debe evitar que se descargan aproximadamente un 5% al mes. Sin embargo, en climas cálidos, por lo general las baterías de plomo-ácido ya en uso pueden perder un 40% de su capacidad en el mes, en el caso de no cargar regularmente.

2.6.3.5 Tipos de baterías

2.6.3.5.1 Plomo acido abierto

Empleado en sistemas aislados de energía, en temas económicos son las más cotizadas, sin embargo, para la implementación es necesario tener un espacio amplio y libre ya que libera gases. El mantenimiento es cada dos a cuatro semanas, esto implica colocar agua destilada con el fin de mantener las placas de plomo queden descubiertas, presenta una capacidad de descarga del 60%.(Style, 2012)

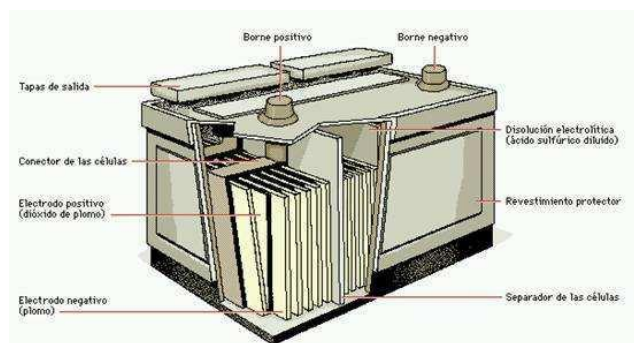


Figura 13: Partes de la batería plomo – ácido

Fuente: (Esquema Batería Plomo-Acido Abierta., s. f.)

2.6.3.5.2 AGM

Está conformado por una esponja que absorbe el electrolito, no requiere mantenimiento, por que realiza un proceso químico lo cual mantiene en un nivel estable el líquido. Su profundidad de descarga se encuentra alrededor del 60%. (Silvestre et al, 2008)

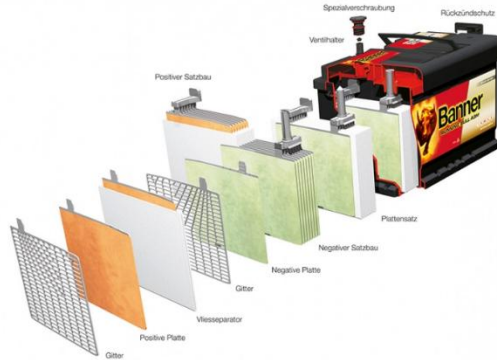


Figura 14: Partes de la batería AGM

Fuente: Batería AGM (Banner, s. f.)

2.6.3.5.3 Litio

Es más ligero y el volumen es menor a comparación de las demás, es libre en temas de mantenimiento y puede tener una profundidad de descarga del 90%, es decir, posee tres veces los ciclos de vida en comparación a las de plomo ácido. Sin embargo, en costos es la más elevada, con un 50% adicional al costo de las demás. (Martin, 2021a)



Figura 15: Batería de litio 12v/200Ah

Fuente: (EcoZaque Ingeniería S.A.S, s. f.)

2.6.3.5.4 Plomo ácido sellada

Son de tipo de batería habitual en sistemas de energía solar, convierten dicha energía en electricidad de corriente continua (CC), para luego almacenar en baterías. De manera secuencial, se convierte en electricidad de corriente alterna (CA) para uso doméstico. Las baterías de plomo-ácido poseen una alta densidad de almacenamiento y un bajo coste.(Abella, s. f.)



Figura 16: Batería de plomo ácido

Fuente: (Baterías para paneles solares, 2020)

2.6.4 Inversor

Es un equipo eléctrico – electrónico cuya función es transformar la CC corriente continua almacenada en corriente alterna AC (127 – 220V), con este tipo de energía se puede poner en funcionamiento electrodomésticos tal como: Tv, refrigeradora, luces, computadora, etc.

Existen dos tipos de inversores:

- Onda pura
- Onda modificada

2.6.4.1 Onda modificada

Este tipo de inversores comúnmente son más económicos, sin embargo, en el tema de rendimiento puede dar problemas al momento de poner en funcionamiento los equipos eléctricos.



Figura 17: Inversor onda modificada

Fuente: («Inversor Onda Modificada 1500w 12V Beltt Serie Bem», s. f.)

2.6.4.2 Onda pura

Este tipo de equipos tienen un costo alto y su beneficio es bastante confiable, es decir, su funcionalidad es muy parecida al de la energía convencional, con ello se puede utilizar en todo tipo de electrodoméstico. (Aguilera et al., s. f.)



Figura 18: Inversor onda pura

Fuente: (Inversor Onda Pura 350 W, Ent, s. f.)

2.6.4.3 Inversor cargador

Tiene como funciones combinadas entre regulador de carga e inversor, es decir, regular la carga de las baterías y, de la misma manera asincrónicamente convierte la energía en CC en AC. (Silvestre et al., 2008)



Figura 19: Inversor cargador Multiplus

Fuente: (Inversor Cargador Victron Multiplus-II 48/3000/35-32 GX, s. f.)

2.6.4.3 Inversor con conexión a red

Por lo general este tipo de inversores tienen aplicaciones de tipo consumo, es decir, cuando mantienen un consumo del suministro demasiado elevado, se emplea este tipo de sistemas.

Posee una entrada de panel solar y un ingreso de red eléctrica convencional, por lo general estos inversores copian la señal de la red para poder emitir esa señal transformada.

En el transcurso del día los circuitos eléctricos se encuentran alimentados por los paneles solares, por otro lado, si no hay radiación solar, los circuitos eléctricos se alimentan de la red, sin embargo, cuando hay algún excedente de energía es posible la venta de esta al proveedor local de energía convencional.(Puig & Jofra, s. f.)



Figura 20: Inversor solax on grid

Fuente: (Inversor Red Autoconsumo trifásico Solax X3-MIC Generación 2 con Pocket Wifi Potencia de salida 3000 W Vatímetro No, s. f.)

2.7 Cables eléctricos

Los cables eléctricos están diseñados especialmente para sistemas FV, por lo general el voltaje que fluye por este tipo de cables son de entre 12 a 48 vdc, la cantidad de potencia en watts que proveen los paneles solares y las baterías están dadas por la siguiente formula:

$$P = V * I \quad (2)$$

- V: tensión y su unidad está dada en voltios
- I: es la corriente y su unidad está dada en amperios

2.8 Eficiencia energética

Cuando se menciona el termino eficiencia energética, es referirse a la energía de ingreso como la de salida de un sistema, por lo general hay sistemas que están alrededor de una eficiencia del 40%, el resultado de la entrada es un poco menos de la cuarta parte para el uso final que se va a dar.

Por otro lado, el 60% que sería el valor restante se lo considera perdidas del sistema que no son perdidas del todo, sino que se transforma o coloquialmente” la energía no se pierde se derrocha”. Por lo tanto, para determinar esta eficiencia es importante conocer la siguiente formula y el ejemplo:

Formula

$$Eficiencia (\%) = \frac{energia\ de\ salida}{energia\ de\ entrada} \times 100 \% \quad (3)$$

Ejemplo:

Existe un módulo cuyas dimensiones son 2.47m x 1.13m (2.79m²) con una eficiencia del 22.36% ¿Cuánto es la potencia de salida del sol de mediodía, cuando la irradiancia es 1000W/m²?

$$P_{salida} \left(\frac{W}{m^2} \right) = P_{entrada} \left(\frac{W}{m^2} \right) \times eficiencia (\%) \times 100 \% \quad (4)$$

$$P_{salida} \left(\frac{W}{m^2} \right) = 1000 \times 22.36\% \times 100\%$$

$$P_{salida} \left(\frac{W}{m^2} \right) = 1000 \times 0.2236$$

$$P_{salida} \left(\frac{W}{m^2} \right) = 223.6$$

2.9 Cálculo del tamaño del módulo fotovoltaico

Para determinar el número de módulos solares se puede prescindir de la siguiente ecuación:

$$N = N_p * N_s \quad (5)$$

Siendo:

- N: Cantidad total de paneles solares
- N_p : Numero de paneles solares en paralelo
- N_s : Numero de paneles solares en paralelo

$$N_p = \frac{V_n}{V_{nfv}} \quad (6)$$

Siendo:

- V_n : Tensión nominal de la instalación en baterías
- V_{nfv} : Tensión nominal del panel solar

$$N_s = \frac{L}{I_m * h_{ps}} \quad (7)$$

Siendo

- L: carga real diaria (Ah)
- I_m : intensidad de potencia máxima del tipo de módulo fotovoltaico considerado (A)
- h_{ps} : la irradiancia diaria en promedio mensual expresada por el número de horas de sol máximo o peak sun hours (h).

2.10 Cálculo del tamaño de la batería

Para un correcto dimensionamiento de la batería o juego de baterías, se necesita estimar el número de días de autonomía, en este caso determinado con la variable d , esto en base al número de días seguidos que se prevé no contar con sol en el lugar de la instalación. La capacidad A de la batería se expresa en Ah:

$$C = \frac{L*d}{P_d} \quad (8)$$

P_d es la profundidad de descarga de la batería, esto se determina por el distribuidor autorizado y del tipo de batería a implementar. En Ecuador por lo general se suele tomar como referencia un valor d entre 3 y 4 días. (*Cálculo de la autonomía energética de un kit solar con baterías – EnerLife, s. f.*).

Es muy común encontrar varias baterías conectadas en paralelo o serie dependiendo el voltaje que se desee obtener. Por ejemplo, una capacidad de 200 Ah 12 V, se puede lograr al conectar dos baterías de 100 Ah 12 V cada una, conectadas en paralelo u obtener una capacidad de 100 Ah 48 V, se debe conectar cuatro baterías de 100 Ah 12 V en serie. (*Manual-técnico-AF-solar-FV-VF-110617.pdf, s. f.*).

2.11 Dimensionamiento de controlador de carga

Un controlador de carga de primera o segunda generación está diseñado para trabajos de una intensidad de corriente igual a la intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos. Por ello:

$$I_{mreg} = Np * I_{sc} \quad (9)$$

- I_{mreg} : es la intensidad máxima que va a soportar por el controlador de carga.
- I_{sc} : la intensidad de cortocircuito de un módulo fotovoltaico.

Para controladores de carga considerados de tercera generación, los reguladores MPPT, no se debe utilizar esta expresión, ya que justamente el regulador MPPT aumenta la intensidad a entregar a la batería. (Amín & Torres, 2020)

$$I_{m_{MPPT}} = N * \frac{P_m}{V_{m_{bat}}} \quad (10)$$

- N : Número total de paneles
- P_m : Potencia pico del panel
- $V_{m_{bat}}$: tensión mínima a la cual puede llegar la batería descargada.

2.12 Instrumentos de medición

Para analizar la radiación solar, existen diferentes equipos de medición que permiten recabar datos.

Tabla 1 Instrumentos de medición

Instrumento de medida	Detalle de medida
Piranómetro	Radiación global, difusa, directa, reflejada
Pirheliómetro	Radiación solar directa a incidencia normal
Actinógrafo	Radiación global
Heliógrafo	Brillo solar
Solarimetro	Brillo solar

Fuente: Propia

2.12.1 Piranómetro

Este equipo por lo general se utiliza en mediciones de radiación solar, entre ellos está la radiación directa y difusa en un eje horizontal de 180 grados.

Su composición es a base de termocuplas, unidas por placas metalizas de diversos materiales y conductividad térmica, el funcionamiento se basa en un cambio de temperatura en dichas placas lo cual produce un cambio de voltaje que se basa en proporción a la radiación. Sin embargo, la variación de temperatura como viento, lluvia, y otros factores ambientales alteran la medición de la radiación, para solventar este inconveniente la cúpula posee un vidrio óptico protector.

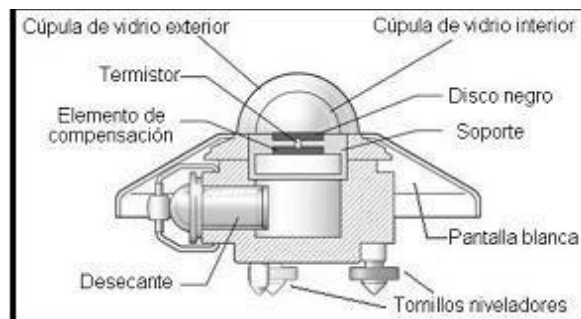


Figura 21:Partes de un piranómetro

Fuente: (Esquema Detallado de Las Partes Principales de Piranómetro..., s. f.)

2.12.2 Pirheliómetro

Este tipo de instrumento mide la intensidad en referencia normal de la radiación solar directa emitida por un disco solar.

Tiene un sensor de pirheliómetro de termopila de cobre, los datos se obtienen a través de un voltímetro. Por otro lado, el equipo requiere un instrumento adicional para que pueda seguir la dirección del sol.

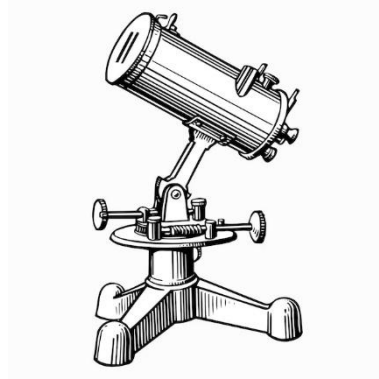


Figura 22: Pirheliómetro

Fuente: (Pirheliómetro | Vector Premium, s. f.)

2.12.3 Actinógrafo

Con este tipo de instrumento podemos medir la radiación de manera global, compuesto por un sensor termo mecánico que esta se encuentra protegido por una cúpula de cristal. es de forma bimetalico, una de ellas pinta de color negro diseñada para absorber la radiación y por el otro lado, pintada de color blanco para reflejar con el fin de generar varias temperaturas.



Figura 23: Actinógrafo

Fuente: (Equipos Radición, s. f.)

2.12.4 Heliógrafo

Por medio de este elemento se puede registrar horas efectivas en el día (insolación o brillo), basado en una esfera de vidrio cuya función es focalizar la radiación.

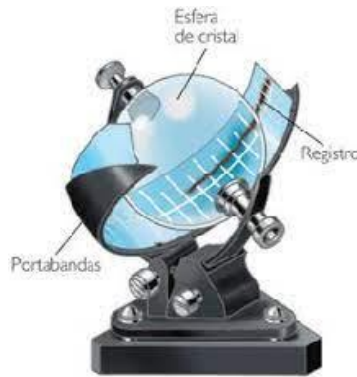


Figura 24: Partes del Heliógrafo

Fuente: (Heliógrafos y heliómetros | Guías Prácticas, s. f.)

2.13 Estructura y sujeción de los paneles

Para implementar los paneles es indispensable conocer que tipos de techos existen en la actualidad principalmente en Ecuador, es decir, de tipo tales como:

- Trapezoidal
- Losa plana
- Teja inclinada

Por ello, es elemental conocer el techo para seleccionar la estructura cuyas cualidades no irrumpen en la funcionalidad del techo y a la vez sea eficiente con respecto al soporte que se va a brindar a los módulos solares. Por otro lado, se caracterizan en diseño por soportar cargas elevadas tanto como vientos y nieve.

Es así que, se puede mencionar las siguientes:

- Dome 6 Express
- Dome classic
- Dome FixPro
- D - Dome 6 Lifted LS

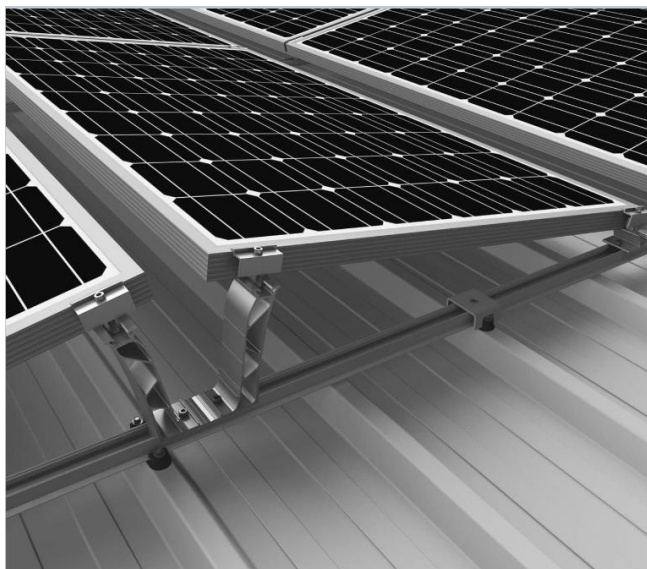


Figura 25: Tipo de estructura. D- Dome

Fuente : (Sistema K2 Dome 6, s. f.).

CAPITULO III

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 Levantamiento de información.

Para el diseño en AutoCAD se tomó en consideración los dimensionamientos tanto de la cabaña, la bodega y el laboratorio de los biólogos, siendo así, tres áreas de 83.2 m², 13.4m² y 36 m² respectivamente.

Para el diseño de la cabaña se consideró las tres habitaciones, dos baños y el pasillo de ingreso, los mismos que tienen a su disposición 6 focos leds y 4 tomacorrientes.

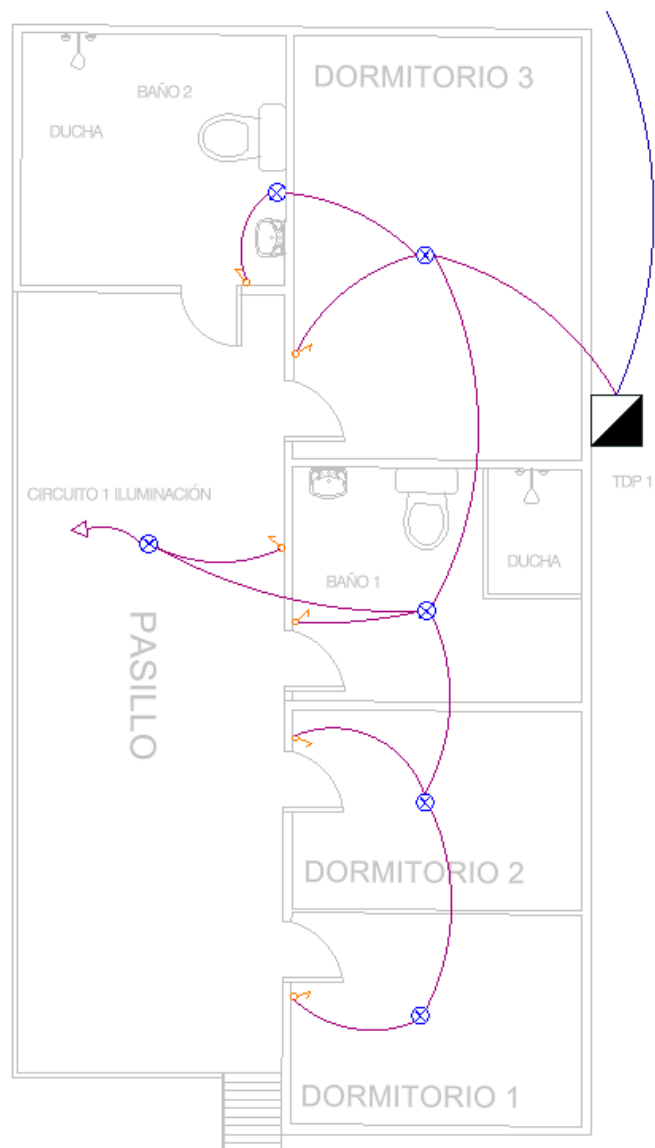


Figura 26: Plano de iluminación

Fuente: Propia

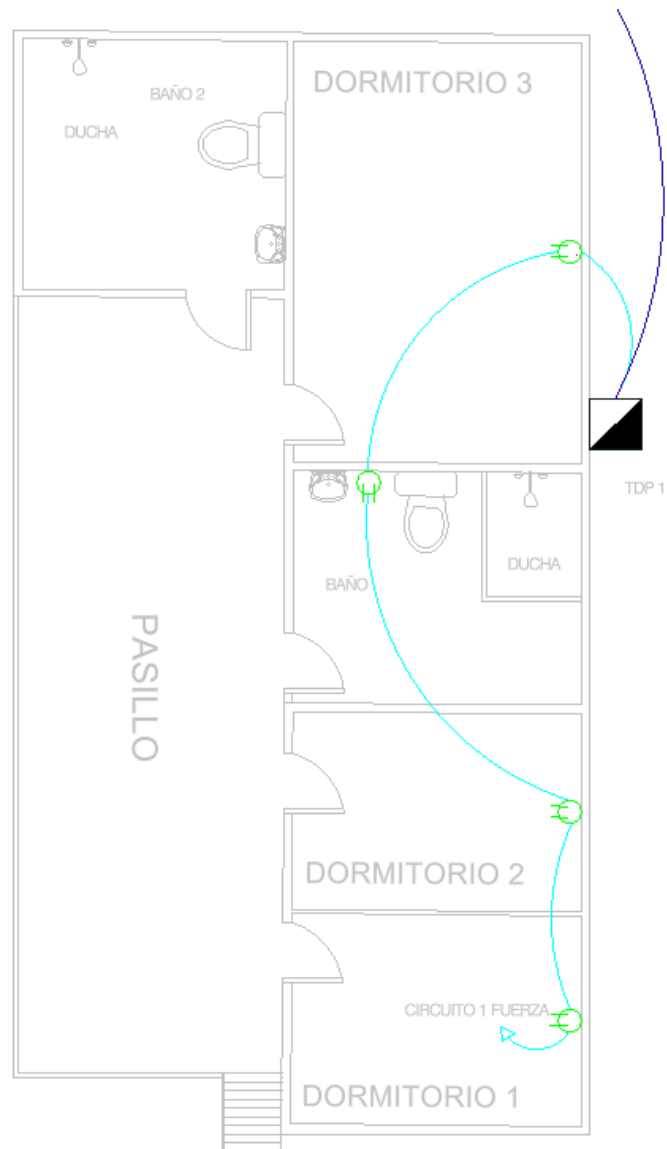


Figura 27: Plano de fuerza

Fuente: Propia

Por otro lado, se realizó el diseño de dos áreas que se encuentran en implementación, denominadas bodega y laboratorio de los biólogos, sin embargo, se ha recopilado la información ya que en un futuro se anclara estas cargas al sistema.

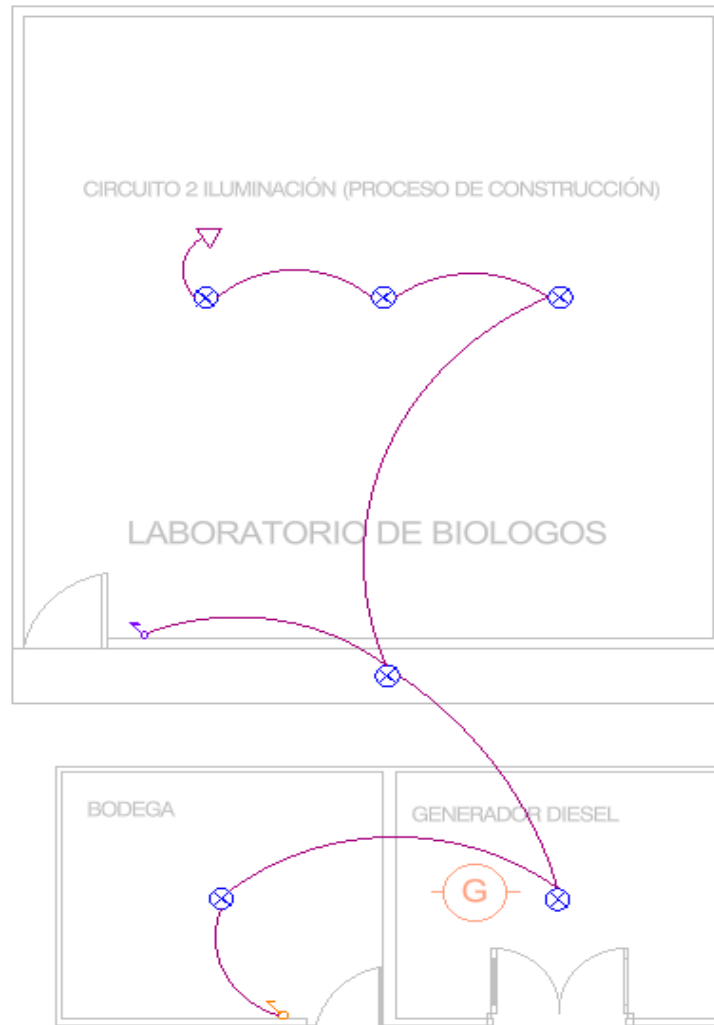


Figura 28: Plano de iluminación, área para implementar en el futuro

Fuente: Propia



Figura 29: Plano de fuerza, área para implementar en el futuro

Fuente: Propia

3.2 Levantamiento de cargas

Tabla 2: Cuadro de cargas

CANTIDAD	CARGAS	POTENCIA	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS USO	DEMANDA(Wh)
2	Des humificador	250	500	0.5	1750
2	Reflector	40	80	2	320
6	Iluminación	30	180	3	540
1	Microondas	900	900	0.1	450
1	Cafetería	600	600	0.3	360
2	Laptop	200	400	2	800
TOTAL			2660 W		4220 Wh

Fuente: propia

Para obtener el cuadro de cargas se requiere cierta información del equipo, uso, etc. En este caso se requiere la potencia, cantidad y horas de uso.

En base a la ecuación [11] propuesta a continuación. se puede conocer la demanda diaria de un equipo en (Wh).

$$E \left(\frac{Wh}{día} \right) = N * P * H \quad (11)$$

Siendo:

N: Cantidad de elementos físicos

P: Potencia de los equipos y/o elementos

H: Número de horas consumidas en el día

3.3 Cálculos del sistema

Una vez determinada la demanda de 4220 Wh, es importante conocer que la energía producida tendrá un porcentaje de afectación, lo cual se determinará como perdidas potenciales

dadas por todos los elementos que comprender el sistema. Para calcular este tipo de pérdidas se determinará con la siguiente ecuación:

$$K_t = (1 - K_b - K_c - K_r) * \left[1 - \frac{K_a * D_a}{P_d} \right] \quad (12)$$

Siendo:

K_a : Este apartado se utiliza para batería de plomo – ácido un factor de 0.005

K_b : Para baterías nuevas es el 0.05

K_r : Para pérdidas de rendimiento en el regulador será de 0.05

K_c será un 0.05

D_a : Dependerá mucho del día de autonomía, en base a los requerimientos de los usuarios está en un rango de 1 a 5 días, en el caso del sistema propuesto se consideró dos días.

P_d : Profundidad de descarga de la batería será un 0.6

$$kt = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.05) * \left[1 - \frac{0.005 * 1.5}{0.6} \right]$$

$$kt = 0.84$$

Una vez obtenido como resultado la pérdida se procede a calcular la energía que generara el módulo solar. Es decir:

$$D_{max} = \frac{D_{cargas}}{K_t} \quad (13)$$

Por lo tanto:

$$D_{max} = \frac{4220 \text{ Wh}}{0.84}$$

$$D_{max} = 5023.81 \text{ Wh}$$

Posterior a lo menciona es importante conocer cuál es la potencia que debe generar un panel en la HPS con el fin de determinar si cumple con la demanda solicitada.

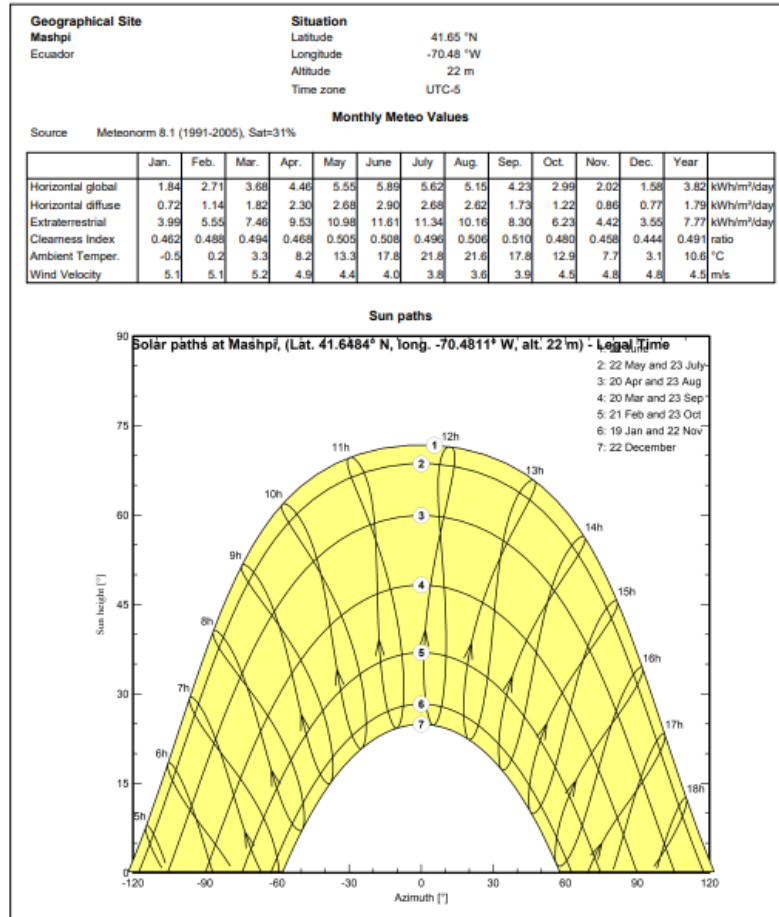


Figura 30: Detalle de Hora Pico Solar

Fuente: (Mashpi_MN81 HPS, s. f.)

De todas formas, para determinar las horas pico solar se utiliza la siguiente ecuación y los datos se obtiene de la Figura 30 del PVsyst Meteonorm considerando el mes más crítico siendo Diciembre;

$$HPS = \frac{H(Wh/m^2)}{1000 W/m^2} \quad (14)$$

$$HPS = \frac{1580(Wh/m^2)}{1000 W/m^2}$$

$$HPS = 1.58 h$$

Para ello se aplica la siguiente ecuación considerando la HPS de menor rango, siendo;

P_{gfv} : Potencia generadora fotovoltaico

D_{max} : Demanda máxima (Wh)

HPS: Horas pico solar (h)

Entonces,

$$P_{gfv} = \frac{D_{max}}{HSP} \quad (15)$$

$$P_{gfv} = \frac{5023.81 \text{ Wh}}{1.58 \text{ h}}$$

$$P_{gfv} = 3179.63 \text{ W}$$

3.3.1 Cálculo de paneles

Para el cálculo de los paneles se requiere conocer las especificaciones del mismo para poder determinar qué tipo de arreglo se puede realizar y la cantidad necesaria. Para el proyecto como tal se determinó utilizar los paneles de la marca Jinko policristalino de 330Wp a continuación se detalla las especificaciones técnicas:

Tabla 3: Datos técnicos del módulo solar

ESPECIFICACIONES	
Modelo	JKM330PP-72
Potencia nominal (Pmáx)	330Wp
Tensión en el punto máximo (Vmpp)	37.8 V
Corriente en el punto máximo (Impp)	8.74 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	49.9 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.14 A
Eficiencia del módulo %	17.01%

Fuente: Propia

Entonces para realizar el cálculo y definir el número de paneles se aplica la ecuación:

$$N_{paneles} \geq \frac{P_{gfv}}{P_{real \text{ panel}}} \quad (16)$$

$$N_{paneles} \geq \frac{3179.63 Wh}{330Wp}$$

$$N_{paneles} \geq 9.64 \leftrightarrow 10$$

De la misma manera para se puede conocer la energía que producirá el panel en el día con la siguiente ecuación:

$$E_{modulo} = P_{real panel} * HSP \quad (17)$$

$$E_{modulo} = 330Wp * 1.58$$

$$E_{modulo} = 521.4 Wh/día$$

Ahora, se realizará el número de arreglo en serie con la siguiente expresión;

$$N_{modulos serie} = \frac{V_{arranque inversor}}{V_{nominal panel}} \quad (18)$$

$$N_{modulos serie} = \frac{80 v}{37.8 v}$$

$$N_{modulos serie} = 2.11 \leftrightarrow 2$$

3.3.2 Cálculos del número de baterías serie - paralelo

Para el cálculo de las baterías se tuvo en cuenta:

- D_{max} : 4220 Wh
- D_a : Días de autonomía de 2 días
- P_d : una profundidad de descarga del 0.6
- V_{sist} : 48Vdc
- Eficiencia del inversor 0.94
- Capacidad de la batería 100Ah

Tabla 4 Tabla de especificaciones de la batería Powest

ESPECIFICACIONES	
Modelo	Batería sellada 12V – 100AH REF.FLS12100
Capacidad nominal (100Hr)	110.0 Ah
Material de envase	ABSUL 94-HB (retardante llama UL94V-0)
Máxima corriente de descarga	1200A (5s)
Voltaje nominal	12V
Ciclo de uso	Carga inicial ≤ 30.0 A Voltaje 14.4V – 15.0V a 25° C
Resistencia interna	4.9 mΩ

Fuente: Propia

Entonces:

$$\frac{Ah}{dia} = \frac{D_{max}}{\frac{Eficiencia\ inversor}{V_{sist}}} \quad (19)$$

$$\frac{Ah}{dia} = \frac{4220\ Wh}{\frac{0.94}{48\ V}}$$

$$\frac{Ah}{dia} = \frac{4489.36\ Wh}{48\ V}$$

$$\frac{Ah}{dia} = 93.53$$

A partir de este punto se determinará el tipo, modelo de la batería para obtener un sistema dimensionado adecuadamente y su respectivo arreglo.

Por lo tanto:

$$N_{baterías\ serie} \geq \frac{V_{sist}}{V_{bateria}} \quad (20)$$

$$N_{baterías\ serie} \geq \frac{48\ Vdc}{12\ Vdc}$$

$$N_{baterías\ serie} \geq 4$$

Para calcular la cantidad de baterías en paralelo se requiere aplicar la ecuación:

$$N_{baterías\ paralelo} = \frac{\frac{Ah}{día} * D_a}{\frac{P_d}{capacidad\ de\ batería}} \quad (21)$$

$$N_{baterías\ paralelo} = \frac{93.53 * 2}{\frac{0.6}{100\ Ah}}$$

$$N_{baterías\ paralelo} = \frac{375.1}{100}$$

$$N_{baterías\ paralelo} = 3.12 \leftrightarrow 4$$

3.3.3 Cálculos y selección del controlador

Para determinar el tipo de controlador es importante conocer la ISC del panel, con la ayuda de la siguiente ecuación se la corriente máxima del panel.

$$I_{max} = ISC * N_{strings\ paralelo} \quad (22)$$

$$I_{max} = 9.14 * 6$$

$$I_{max} = 54.84\ A$$

Es importante mantener un margen de seguridad del 25% a su capacidad total, por ello:

$$I_{reg} = I_{max} * 1.25 \quad (23)$$

$$I_{reg} = 54.84 * 1.25$$

$$I_{reg} = 68.55\ A$$

Y de la misma manera se debe considerar el parámetro de tensión máxima del controlador, por lo cual se aplica lo siguiente.

$$V_{controlador} = V_{mpp} * N_{paneles\ serie} \quad (24)$$

$$V_{controlador} = 37.8\ v * 2$$

$$V_{controlador} = 75.6\ V$$

Una vez realizado el dimensionamiento, se proporciona una tabla con las especificaciones del controlador a implementar.

Tabla 5: Tabla de especificaciones del controlador 150/85 Tr

ESPECIFICACIONES	
Modelo	MPPT 150/85
Potencia máxima de entrada de paneles	48V – 4900W
Tensión máxima en circuito abierto FV	150V
Corriente máxima	85 A
Eficiencia	48V 97.5%
Clase de protección	IP20
Carga de absorción	57.6V
Carga de flotación	54.8V

Fuente: Propia

Dado el resultado se confirman que la ampacidad del controlador MPPT 150/85 TR está dentro del rango para implementar, en este caso se eligió este tipo de controlador con el fin de mantener un rango para una futura ampliación.

3.3.4 Selección del inversor

Para dimensionar el inversor se requiere utiliza la potencia total del estudio de cargas antes mencionado. Entonces la capacidad promedio de la instalación (potencia total) 2.987 KVA en base a la ecuación (25).

- Capacidad pico del inversor 3 kVA
- Configuración del tablero eléctrico – Monofásico + Neutro (120V).
- Voltaje de salida del inversor, Fase - Neutro (120V).

Por lo tanto, se requiere la siguiente ecuación:

$$S_{inv} = \frac{P_{carga}}{FP * \eta_{inv}} \quad (25)$$

Donde:

S_{inv} : Potencia del inversor

P_{carga} : Potencia total

FP: Factor de potencia 0.95

η_{inv} : Eficiencia del inversor 94%

Entonces,

$$S_{inv} = \frac{P_{carga}}{FP * \eta_{inv}}$$

$$S_{inv} = \frac{2660 W}{0.95 * 0.94}$$

$$S_{inv} = 2.978 KVA \leftrightarrow 3 KVA$$

Ya determinada la potencia del inversor se presenta la siguiente tabla con la información y datos del inversor a implementar.

Tabla 6: Tabla de especificaciones del inversor / cargador Quattro 3000/48

ESPECIFICACIONES	
Modelo	48/3000/35 120V
Tensión carga absorción (V CC)	57.6V
Eficiencia máxima (%)	94%
Pico de potencia (w)	6000w
Consumo en vacío	25w
Salida (1)	120Vac +/- 2%
Corriente máxima	2 x 50 A

Fuente: Propia

3.3.5 Cálculo de corriente y protección

3.3.5.1 Cálculo de corriente AC al inversor y termomagnéticos.

Con el fin de evitar exceso de corrientes y cortocircuitos que puedan dañar las cargas eléctricas en la cabaña y el sistema fotovoltaico. La corriente de diseño se calcula a continuación.

$$I_{demanda \ max \ AC \ in} = \frac{P_{inv}}{Vac * FP} \quad (26)$$

$$I_{demanda \ max \ AC \ in} = \frac{3000 W}{120 v * 0.95}$$

$$I_{demanda\ max\ AC\ in} = 26.32\ A$$

Una vez determinada la corriente AC Input es importante considerar un factor de seguridad cuyo valor es del 1.25.

$$I_{diseño} = I_{demanda\ max\ AC\ in} * 1.25 \quad (27)$$

$$I_{diseño} = 26.32 * 1.25$$

$$I_{diseño} = 32.89\ A$$

Finalmente, aplicada la ecuación se determina que a la salida AC se debe colocar un interruptor termomagnético de 2 polos de 40 A, ya que el sistema es monofásico.

Entonces, ya teniendo en cuenta la corriente que se va a manejar en el circuito AC, se considera los 32.89 A y, según la tabla de ampacidad se implementara con un calibre #10 THHN cuya ampacidad es del 35 A.

3.3.5.2 Cálculo de corriente del inversor a las baterías

$$I_{inv-bat} = \frac{P_{inv}}{V_{dc}} * 1.25 \quad (28)$$

$$I_{inv-bat} = \frac{3000\ W}{48} * 1.25$$

$$I_{inv-bat} = 78.13\ A$$

Entonces, una vez ejecutada la ecuación (27) se obtiene como resultado una ampacidad de 78.13 A, siendo así dando como resultado un calibre de cable 4 AWG. Por lo tanto, se coloca un breaker de caja moldeable 2*100 A.

3.3.5.3 Cálculo de corriente controlador a la batería

Para obtener la corriente de la batería es importante conocer que se implementara batería de 12v 100Ah, por lo tanto, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$I_{controlador-bat} = \frac{P_{panel} * n_{paneles}}{V_{dc\ sist}} \quad (29)$$

$$I_{controlador-bat} = \frac{330 \text{ w} * 10}{48 \text{ Vdc}}$$

$$I_{controlador-bat} = 68.75 \text{ A}$$

En base al resultado de la ecuación propuesta se puede observar que su ampacidad es de 68.75 A, dado esto se coloca un cable calibre 4 AWG.

3.3.5.4 Cálculo de corriente de los módulos fotovoltaicos al controlador

Se colocará una protección por fusibles en la caja de conexión DC, para proteger el cableado de corriente continua hasta el controlador.

En este aspecto, es indispensable conocer cuál es la corriente de corto circuito del panel, entonces se aplica la siguiente ecuación para calcular los tres strings.

$$In_{fusible \ 1.2} = N_{panel \ paralelo} * ISC \quad (30)$$

$$In_{fusible \ 1.2} = 2 * 9.14 \text{ A}$$

$$In_{fusible \ 1.2} = 18.28 \text{ A}$$

Entonces, al tener esta corriente se puede formular el fusible de 14*51 20 A/500vdc y su respectiva porta fusible riel din en la línea positiva, de la misma manera se colocará un termomagnético de 20 A dos polos riel din.

Para el tercer string se aplica la formula (29).

$$In_{fusible \ 3} = N_{panel \ paralelo} * ISC$$

$$In_{fusible \ 3} = 1 * 9.14 \text{ A}$$

$$In_{fusible \ 3} = 9.14 \text{ A}$$

En este caso al ser un arreglo pequeño la corriente es de 9.14 A, se coloca un fusible 14*51 15 A/500vdc en la línea positiva y, a la vez se colocará un termomagnético de 16 A riel din.

Para el calibre del cable de los módulos se toma en cuenta la corriente de 18.28 A, entonces, se utilizará un cable especial tipo solar Pv wire # 10 cuya ampacidad es de 40 A.

A la salida de los termomagnéticos de los arreglos PV hacia el controlador se debe colocar un calibre diferente, debido a que se suman todas las corrientes antes de ingresar al controlador.

$$I_{pv-controlador} = (I \text{ string } 1 + 2 + 3) * 1.25 \quad (31)$$

$$I_{pv-controlador} = (18.28 + 18.28 + 9.14) * 1.25$$

$$I_{pv-controlador} = 57.13 \text{ A}$$

Entonces, ya con la corriente total antes de ingresar al controlador se debe colocar un calibre de cable 6 AWG cuya ampacidad es de 65 A.

3.3.6 Cálculo clamps o sujetadores de los paneles

Como primera instancia se debe conocer qué tipo de sujetadores se puede utilizar, en este caso tenemos de dos tipos: end clamps (sujetador de fin) y middle clamps (sujetador intermedio).

Entonces, se aplica dos end clamps cuando es inicio o final del ramal, de la misma manera se utiliza dos middle clamps cuando se coloca un panel a continuación de otro.

Eso quiere decir: si tengo dos paneles seguidos utilizaría cuatro end clamps y dos middle clamps como se muestra en la figura (31).

■ : Middle clamp

● : End clamp

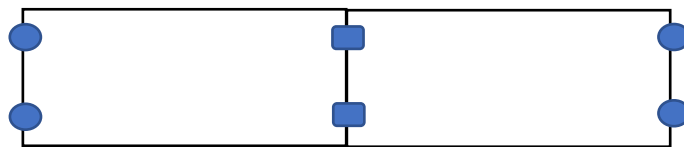


Figura 31: Esquema de sujeción de panel

Fuente: Propia

Entonces si aplica la siguiente ecuación para calcular los clamps y la consideración mencionada:

$$End_{clamps} = N_{ramal_{serie}} * 4 \quad (32)$$

$$End_{clamps} = 5 * 4$$

$$End_{clamps} = 20 \text{ unidades}$$

Para los middle clamps se aplica la misma lógica con la consideración mencionada:

$$Middle_{clamps} = N_{panel_{serie}} * 2 \quad (33)$$

$$Middle_{clamps} = 5 * 2$$

$$Middle_{clamps} = 10$$

3.3.7 Cálculo de puesta a tierra

Para la puesta a tierra se utiliza el método de las e puntas, básicamente se utiliza para medir dicha resistencia en proporción a la profundidad. En base a la normativa IEEE – 80 la puesta a tierra se considera garantizar seguridad del usuario. Por lo tanto, se debe considerar el parámetro de la tabla 7. (Castaño & Plata, s. f.)

Tabla 7: Valor referencial de puesta a tierra

Valor de la resistencia	
Utilizado para	Resistencia puesta a tierra Ω
Equipos electrónicos sensibles	5

Fuente: (Castaño & Plata, s. f.)

Para ello se aplica la siguiente formula,

Donde,

ρ : Resistividad aparente del terreno ($\Omega * m$)

R_g : Resistencia medida (Ω)

L_T : Longitud de la varilla + conductor (m)

h : Profundidad de enterramiento del conductor

L_r : Longitud de la varilla

A : Área de la malla

Entonces, los datos dados son:

ρ : 30 ($\Omega * m$) para terrenos altos en humedad

L_T : 20 (m)

A : 6.5 (m^2)

h : 0.5 (m)

L_r : 1.8 (m)

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20} * A} \left(1 + \frac{1}{1 + h * \frac{\sqrt{20}}{A}} \right) \right] \quad (34)$$
$$R_g = 30 \left[\frac{1}{20} + \frac{1}{\sqrt{20} * 6.5} \left(1 + \frac{1}{1 + 0.5 * \frac{\sqrt{20}}{6.5}} \right) \right]$$
$$R_g = 3.29 \Omega$$

3.4 Dimensionamiento del proyecto en PVsyst

El diseño a través de PVsyst es bastante amigable con el usuario debido a que su interfaz brinda varias opciones, cuyo aporte lo hace bastante llevadero al momento de crear un proyecto.

Por otro lado, se lo puede considerar como un interfaz intuitivo, ya que si algún parámetro no cumple los requerimientos adecuados emite advertencias y consejos para desarrollar de mejor manera.

Para el dimensionamiento del sistema se consideró los siguientes aspectos:

- Cuadro de cargas
- Localización
- Días de autonomía
- Paneles
- Baterías
- Controlador de carga

Entonces para iniciar el dimensionamiento es necesario conocer la ubicación exacta y asignar un nombre al proyecto.

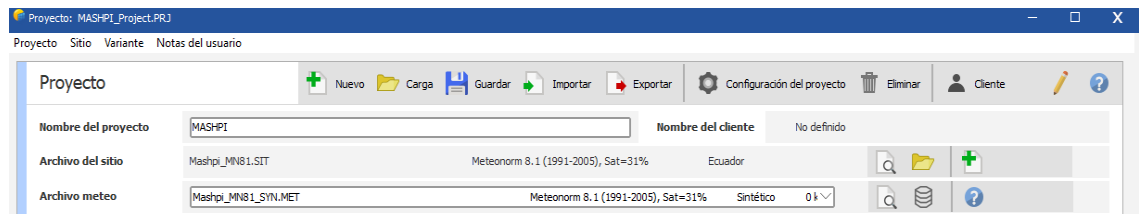


Figura 32: Crear localización y nombre del proyecto

Fuente: PVsyst 7.4

Posterior a lo mencionado, es necesario asignar un grado de inclinación y el tipo de superficie, en mi caso particular utilice la caída de la cubierta cuyo ángulo de inclinación es de 10° y de superficie fija.

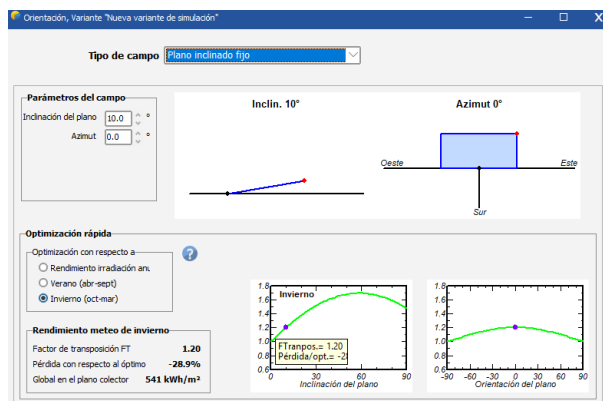


Figura 33: Interfaz para asignar inclinación

Fuente: PVsyst 7.4

Para continuar el proceso de diseño, se mencionaba la aplicación del estudio de cargas, en este apartado se debe definir el consumo y distribuir las horas – días, donde se pueden utilizar los equipos.

Uso diario de energía, variante "Nueva variante de simulación"

Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo Distribución por hora

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
5	Lámparas (LED o fluo)	25 W/lámpara	3.0 h/día	OK	375 Wh
2	TV / PC / móvil	200 W/apar.	2.0 h/día	OK	800 Wh
1	MICROONDAS	1000 W/apar.	0.5 h/día	OK	500 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
1	CAFETERA	900.0 W prom	0.5 h/día	OK	450 Wh
2	REFLECTORES	50 W/apar.	3.0 h/día	OK	300 Wh
3	DESHUMIFICADORES	500 W/apar.	3.0 h/día	OK	4500 Wh
Consumidores en espera		1 W tot	24 h/día	☐ 7 días/7	24 Wh
Energía diaria total					6949 Wh/día
Energía mensual					148.9 kWh/mes

Info aparatos

Figura 34: Definición de cargas

Fuente: PVsyst 7.4

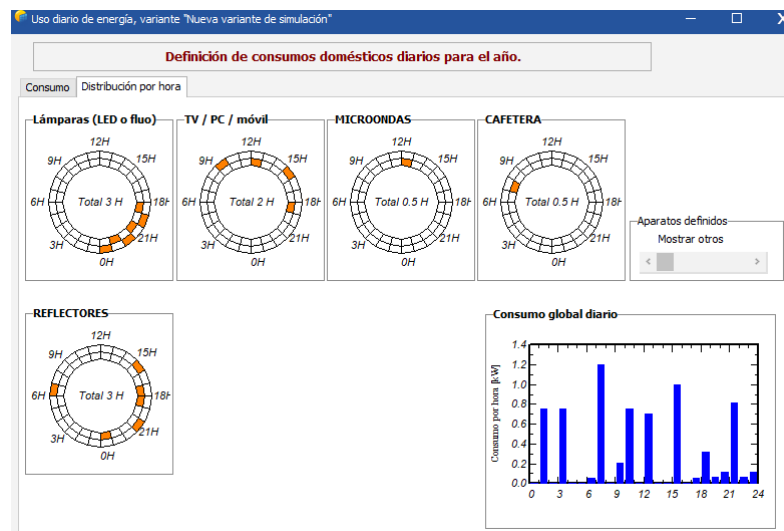


Figura 35: Distribución de horas – días

Fuente: PVsyst 7.4

En este punto con ayuda de los cálculos, ya se define los arreglos de los paneles, controlador de carga y arreglo de baterías.

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

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado: 5.0 kWh/día, Autonomía solicitada: 2.0 días, Voltaje de la batería (usuario): 48 V, Capacidad sugerida: 341 Ah, Potencia FV sugerida: 2580 Wp (nom.)

Almacenamiento: Generador FV, Respaldo, Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto: Nombre: Generador FV, Oriente: Plano inclinado fijo, Inclinación: 10°, Azimut: 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento: Sin dimensionar, Ingrese potencia planeada: 2.6 kWp, Redimens., ... o área disponible: 0 m²

Seleccione el módulo FV: Disponible ahora, Ordenar módulos: Potencia, Tecnología, Jinkosolar, 330 Wp 32V, Si-poly, JKM 330PP-72, Desde 201, Dimensiona. voltaje: Vmpp (60°C): 32.7 V, Voc (-10°C): 52.3 V

Seleccione el modo de control y el controlador: Controlador universal: Victron, Convertidor de potencia MPPT, Corriente máx. de carga-descarga: 85 A, SmartSolar MPPT 150/85 48V, Método operativo: Acoplamiento directo, Convertidor MPPT, Convertidor CC-CC, Número de controladores: 1, Voltaje de operación MPP: 53-145 V, Potencia controlador: 2.60 kW, Voltaje máximo de entrada: 150 V, Batería asociada: 48 V

Diseño generador FV: Número de módulos y cadenas: Mód. en serie: 2, debe ser / estar: entre 2 y 2, Núm. cadenas: 5, entre 4 y 5, Pérdida sobrecarga: 0.1%, Proporción Prom: 1.27, Núm. de módulos: 10, Área: 19 m², Condiciones de operación: Vmpp (60°C): 65 V, Vmpp (20°C): 78 V, Voc (-10°C): 105 V, Irradia. plano: 1000 W/m², Imp (60°C): 43.5 A, Isc (60°C): 46.7 A, Isc (en STC): 46.4 A, Potencia de funcionamiento máx. (a irrad. máx. y 50°C): 2.98 kW, Potencia nom. conjunto (STC): 3.30 kWp

Necesid. usuario	Hogar	Potencia prom.	207 W
	Proporción nocturna 49.2%	Energía día	4.97 kWh
Paquete de baterías	4 en paralelo, 48 V	Capacidad	400 Ah
	Autonomía 3.1 día	Energía almacenada	15.36 kWh
Generador FV	5 cadena(s) de 2 módulos	Potencia nom.	3.30 kWp
	PV/PLoad 15.9	Energía prom. día	9.41 kWh
Controlador	Convertidor MPPT	Potencia nom.	2.60 kW
	PV/PCnv 1.27	Umbral	según los vol

Figura 36: Selección de elementos del sistema

Fuente: PVsyst 7.4

3.5 Implementación del sistema

3.5.1 Inspección de sitio

Partiendo desde aquí, se puede definir que es una parte fundamental donde se puede determinar las posibles opciones para implementar y realizar un dimensionamiento adecuado.

A continuación, se muestra donde se muestra el área de ubicación de los paneles.

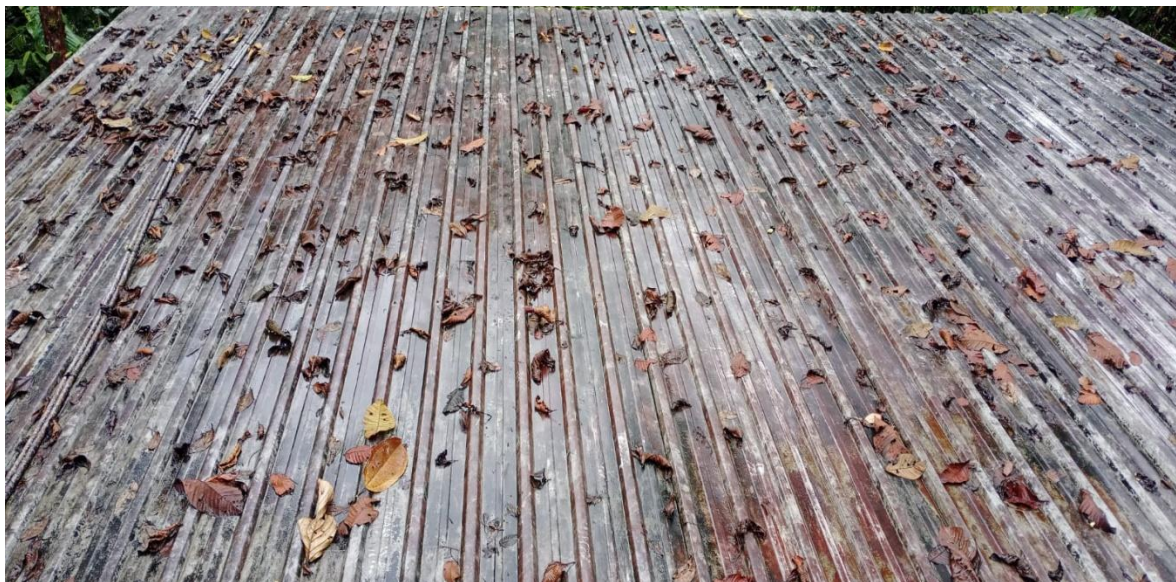


Figura 37: Techo para anclar los paneles

Fuente: Propia

Posteriormente se muestra el área donde se colocarán los equipos.



Figura 38: Cuarto de máquinas

Fuente: Propia

Seguido aquello se muestra el tablero principal de la cabaña.

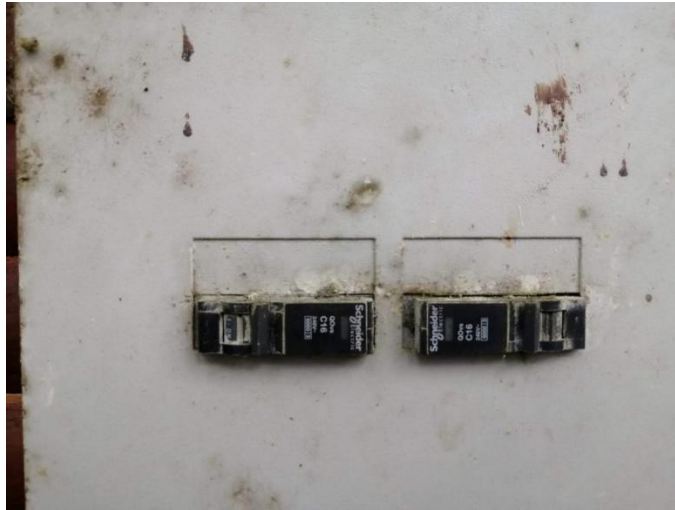


Figura 39: Tablero con las protecciones de la cabaña

Fuente: Propia

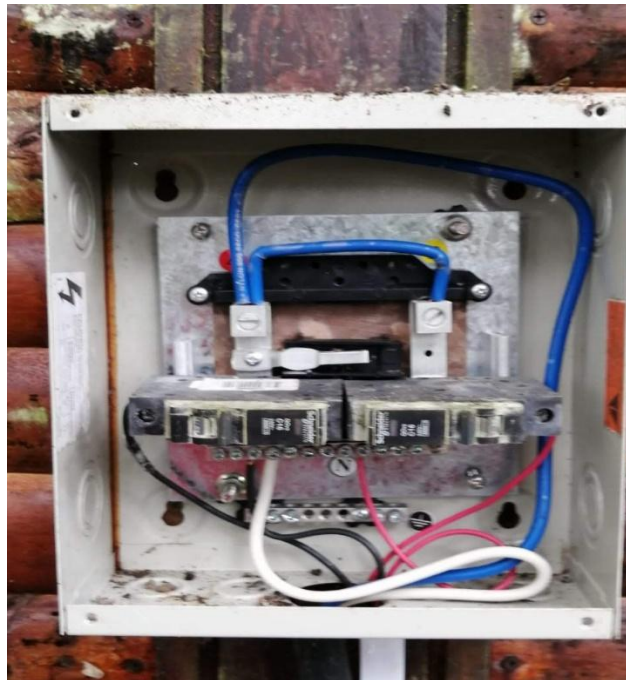


Figura 40: Tablero descubierto para levantamiento de información

Fuente: Propia

3.5.2 Equipos de protección personal (EPP)

En el caso particular del proyecto propuesto, se utilizó los siguientes equipos de protección personal:

- Arnés

- Casco
- Guantes
- Ropa reflectiva
- Zapatos dieléctricos



Figura 41: Implementación con EPP

Fuente: Propia

3.5.3 Fijación de Equipos

Para la implementación de los equipos primero se inició anclando la placa o soporte del inversor.



Figura 42: Anclaje de soporte de inversor

Fuente: Propia

Posterior a lo mencionado se fijó el inversor en el soporte.



Figura 43: fijación del inversor

Fuente: Propia

Una vez realizadas las perforaciones, se procede a fijar el controlador de carga y la caja de protecciones en DC Y AC.

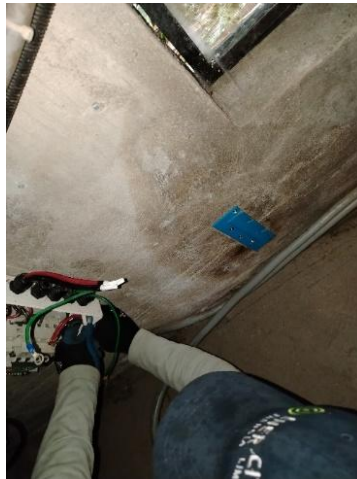


Figura 44: Fijación de caja de protección AC/DC

Fuente: Propia



Figura 45: Perforación para fijar controlador de carga

Fuente: Propia



Figura 46: Fijación del controlador MPPT 150/85

Fuente: Propia

3.5.4 Conexiones de inversor – baterías – controlador

Ya colocados los equipos y elementos se realizó la conexión de baterías y controlador al inversor, para el dar ajuste se lo hizo por medio de un torquímetro, en este caso por recomendación del fabricante se debe aplicar un torque de 12Nm.

Procedimiento de conexión



Aviso

Utilice una llave dinamométrica aislada para no cortocircuitar la batería.

Torsión recomendada: 12 Nm (tuerca M8)

Evite que los cables de la batería entren en contacto.

Figura 47: Recomendaciones de instalación

Fuente: (4. Instalación, s. f.)

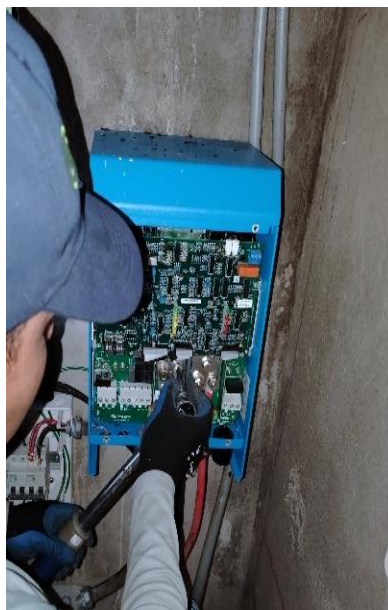


Figura 48: Ajuste con torquímetro 12Nm

Fuente: Propia

A la par de las conexiones de los puertos en DC también se realizó la conexión de los puertos en AC y dejar culminada la intervención en el inversor.



Figura 49: Conexión AC OUT

Fuente: Propia



Figura 50: Inversor conectado

Fuente: Propia

3.5.5 Conexión de caja AC/DC

Ya realizado los ajustes pertinentes y conexiones, se procede con el armado de la caja de protecciones AC/DC. En este caso para optimizar tiempos se realizó el armado con anticipación, es decir, se colocó un puente entre el ingreso de la porta fusible y la salida de la protección.

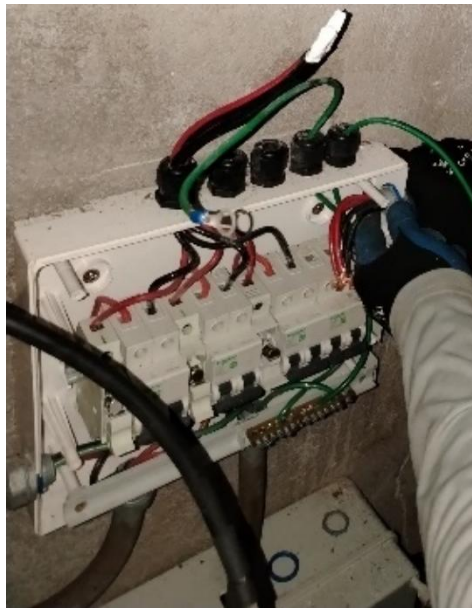


Figura 51: Ubicación de protecciones DC + portafusibles

Fuente: Propia



Figura 52: Ejemplo de protecciones interconectadas con porta fusible

Fuente: Propia

3.5.6 Implementación y conexión de banco de baterías

Por otro lado, una vez finalizado el anclaje de los elementos mencionados, se realizó la colocación del banco de baterías. Como se puede observar en la figura continuación, se inició colocando las primeras 4 baterías en serie. Por temas de estética se implementó un estante, donde se colocó las baterías para evitar que estén en el suelo directamente, así mismo se puede mencionar que para no mantener un contacto directo entre el metal del estante y las baterías se colocó placas de goma entre sí.



Figura 53: Colocación del primer ramal de baterías

Fuente: Propia



Figura 54: Segundo ramal de baterías en serie

Fuente: Propia



Figura 55: Colocación del cuarto y quinto ramal de baterías en serie

Fuente: Propia

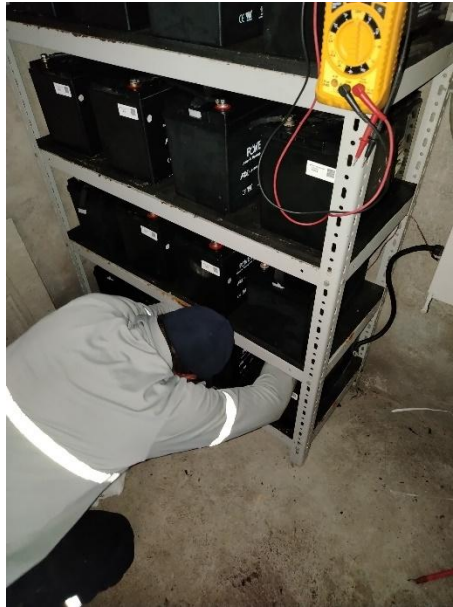


Figura 56: Interconexión entre ramales

Fuente: Propia

3.5.7 Implementación fotovoltaica

En este punto de la instalación se muestra de qué manera se crea acopla el conector mc4 con el conductor.

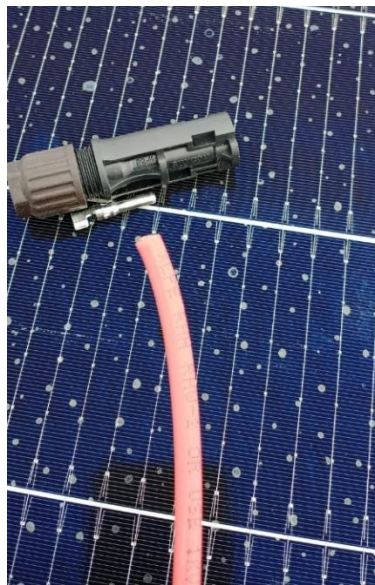


Figura 57: Conexión con el conector MC4

Fuente: Propia

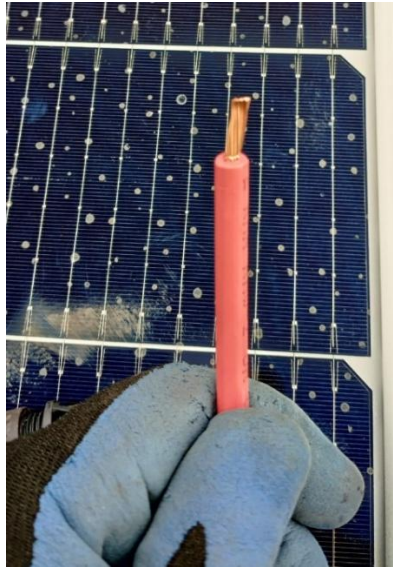


Figura 58: Conductor con una seccion sin recubrimiento para conexión

Fuente: Propia



Figura 59: Inserción de conector con conductor

Fuente: Propia



Figura 60: Conector MC4 anclado al conductor

Fuente: Propia

De la misma manera, se muestra el proceso de colocación de los paneles solares sobre la estructura, en este caso la conexión se realizó dos paneles en serie más dos paneles en paralelo, formando dos strings de 4 paneles y el ultimo quedara con dos paneles en serie para un incremento a futuro.



Figura 61: Colocación de paneles sobre estructura

Fuente: Propia



Figura 62: Sujeción de clamps

Fuente: Propia



Figura 63: Colocación de paneles

Fuente: Propia



Figura 64: Colocación de paneles

Fuente: Propia



Figura 65: Sujeción de middle clamps

Fuente: Propia



Figura 66: Fijación de anclaje end clamps

Fuente: Propia



Figura 67: Fijación de anclaje end clamps

Fuente: Propia

3.5.8 Limpieza del área de implementación

A continuación, se complementa la instalación de los paneles solares con la limpieza del techo y los mismos paneles, ya que por las fuertes lluvias y vientos desprendió hojas alrededor del sistema. Este proceso se realizó con las debidas precauciones, EPP adecuado y una escoba de cerdas suaves para lavar buses, cuyo mango es extremadamente largo con la finalidad de no pisar los paneles para su limpieza.



Figura 68: Limpieza de techo y paneles

Fuente: Propia



Figura 69: Limpieza de techo y paneles

Fuente: Propia



Figura 70: Limpieza de techo y paneles

Fuente: Propia

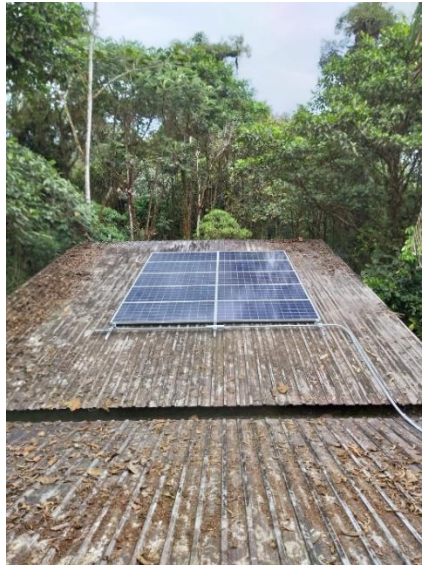


Figura 71: Techo y paneles libres de hojas

Fuente: Propia

3.5.9 Configuración del inversor

La configuración es un punto importante para un funcionamiento adecuado por lo cual se debe manejar los parámetros correctos que ayuden a desarrollar su actividad con normalidad.

Para ello se utiliza la aplicación victron connect, la ventaja de esta app es que se la puede utilizar tanto en dispositivos móviles como computadores portátiles, en este caso se lo hace por medio de un dispositivo llamado MK3 y un cable de red, cuya función es permitir la conexión del inversor con la app para realizar dicha configuración.



Figura 72: App Victron Connect

Fuente: (Miñana, 2018)



Figura 73: Dispositivo Victron connect

Fuente: (Interfaz MK3-USB - Victron Energy, s. f.)

3.5.9.1 Configuración en interfaz

Como punto inicial se abre la app en la cual mostrara la siguiente interfaz donde muestra las potencias tanto de ingreso como de salida, de la misma manera se puede observar el porcentaje del banco de baterías.



Figura 74: Interfaz victron connect

Fuente: Propia

Para ingresar a las configuraciones es necesario seleccionar en la rueda de la esquina superior derecha y escribir la contraseña ZZZ para poder modificar las configuraciones.

Una vez en las configuraciones se inicia por verificar la frecuencia controlar el ingreso de corriente y colocar la eficiencia de las baterías más la capacidad del arreglo de las mismas.

En este caso al ser de 12Vdc 100Ah al finalizar el arreglo se obtendrá 48Vdc 400Ah.

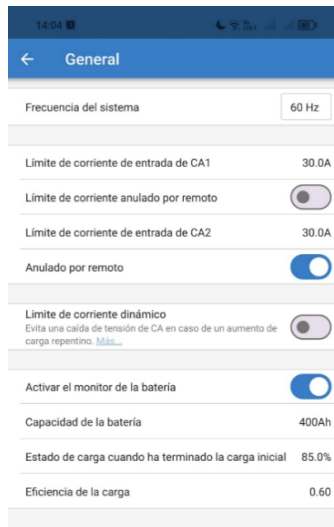


Figura 75: Interfaz y configuración AC/DC

Fuente: Propia

Por otro lado, el interfaz del inversor es importante revisar la salida de tensión, en este caso 120Vac, habilitar el relé de puesta a tierra por seguridad y mantener un margen de carga y descarga para que la vida útil de la batería sea extensa.

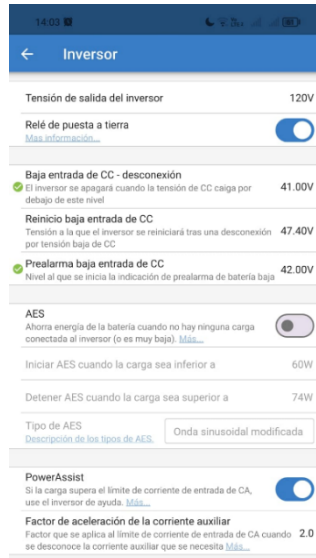


Figura 76: Interfaz y configuración AC inversor y parámetros de la batería

Fuente: Propia

Para la configuración de la red es indispensable desactivar el rango de frecuencia debido a que está conectada con un grupo electrógeno y la frecuencia no es estable con respecto a la frecuencia del inversor.



Figura 77: Interfaz y configuración de la red

Fuente: Propia

Finalmente se puede observar el consumo en la interfaz sin el grupo electrógeno.



Figura 78: Interfaz sin el grupo electrógeno

Fuente: Propia



Figura 79: Interfaz con el grupo electrógeno

Fuente: Propia

CAPITULO IV

PRUEBAS, RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Pruebas de sincronismo del inversor

Para dar por finalizado el tema de la implementación se realizó varias pruebas con respecto a la sincronización entre el generador e inversor.

En este caso al encender el generador se puede observar que encuentra en estado Mains on – Bulk, básicamente hace referencia a que la red o en este caso el grupo electrógeno se encuentra habilitado y bulk se encuentra en modo carga inicial o cargando a las baterías.

Para el caso de invertir on básicamente indica que el inversor se encuentra en etapa de suministro a las cargas.



Figura 80: Inversor sincronizado con el generador

Fuente: Propia



Figura 81: Inversor en estado "invertir on"

Fuente: Propia

4.2 Pruebas en luminarias

Entre otras pruebas, se empezó por encender las luminarias de las habitaciones y baños para comprobar si la alimentación está llegando a las luminarias.

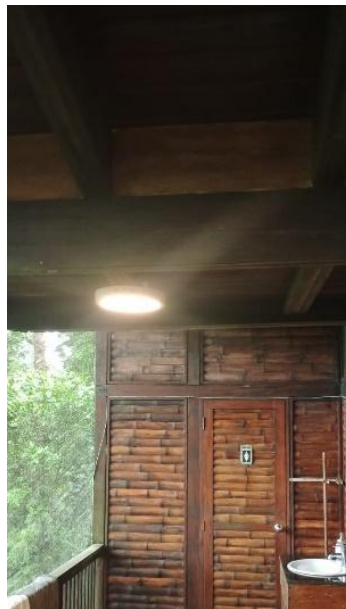


Figura 82: Pasillo iluminado

Fuente: Propia



Figura 83: Baño 1 iluminado

Fuente: Propia



Figura 84: Baño 2 iluminado

Fuente: Propia



Figura 85: Habitación 3 iluminada

Fuente: Propia



Figura 86: Habitación 2 iluminada

Fuente: Propia



Figura 87: Habitación 1 iluminada

Fuente: Propia

4.3 Mediciones en AC

Otras de las pruebas y mediciones, se realizó en los puntos de fuerza (tomacorrientes) y el tablero principal de la cabaña con ayuda del multímetro.



Figura 88: Prueba de voltaje en habitación 1

Fuente: Propia



Figura 89: Prueba de tensión en habitación 3

Fuente: Propia



Figura 90: Prueba de tensión en baño 1

Fuente: Propia



Figura 91: Pruebas de tensión en tablero principal

Fuente: Propia



Figura 92: Prueba de tensión en habitación 2

Fuente: Propia

En base a las figuras propuestas, se estructura una tabla con las mediciones obtenidas cuyo resultado está representado en el siguiente cuadro.

Tabla 8: Tabla de mediciones tomacorrientes

MEDICIONES EN TOMACORRIENTES CABAÑA		
TOMACORRIENTE	LUGAR	VOLTAJE MEDIDO
1	HABITACIÓN 1	119.6 Vac
1	HABITACIÓN 2	121 Vac
1	HABITACIÓN 3	121 Vac
1	BAÑO 1	121.3 Vac
MEDICION TABLERO PRINCIPAL		
VOLTAJE MEDIDO 120.7 Vac		

Fuente: Propia

4.4 Mediciones en DC

Por otro lado, con respecto a las mediciones en DC se consideró el bloque de baterías en este caso al ser cuatro baterías de 12Vdc en serie, la tensión total debería ser de entre 48Vdc



Figura 93: Prueba de tensión en banco de baterías

Fuente: Propia

En este apartado se tomó la medición en del controlador con respecto al arreglo de los strings de los módulos solares.



Figura 94: Prueba de tensión en controlador sección paneles

Fuente: Propia

Así mismo, se tomó medidas del controlador de carga con respecto al banco de baterías.



Figura 95: Prueba de tensión en controlador sección banco de baterías

Fuente: Propia

Tabla 9: Tabla de mediciones baterías y controlador

MEDICIONES BANCO DE BATERIAS – CONTROLADOR DE CARGA	
TENSIÓN TOTAL DE BATERIAS	51.22 Vdc
TENSIÓN CONTROLADOR TERMIALES BATERIA	49.99 Vdc
TENSIÓN CONTROLADOR EN TERMINALES PV	34.01 Vdc

Fuente: Propia

4.4 Mediciones del inversor AC INPUT – OUTPUT

Por otro lado, también se tomó medidas en la placa del inversor tanto en las borneras de batería como en ellos puertos AC IN/OUT.



Figura 96: Prueba de tensión en inversor AC IN

Fuente: Propia



Figura 97: Prueba de tensión en inversor AC OUT

Fuente: Propia



Figura 98: Prueba de tensión en inversor banco de baterías y controlador

Fuente: Propia

Tabla 10: Tabla de mediciones inversor AC/DC

MEDICIONES DEL INVERSOR AC/DC	
UBICACIÓN	MEDIDA
Terminal AC IN	126.6 Vac
Terminal AC OUT	121 Vac
Bornes de la placa DC batería - controlador	49.91 Vdc

Fuente: Propia

4.5 Mediciones de la puesta a tierra

Por otro lado, y para culminar el proceso de la instalación se adjunta la Figura (92 y 93) de la medición de la puesta a tierra que se encuentra ubicada en la salida del grupo electrógeno.

Entonces, basado en la normativa IEEE 80, cumple con dicho requisito, debido a que los elementos del sistema como tal están categorizados como equipos electrónicos sensibles y deben mantenerse por debajo de los 5Ω .



Figura 99: Primera medición de puesta a tierra

Fuente: Propia



Figura 100: Segunda medición de puesta a tierra

Fuente: Propia

4.6 Resultados finales de la implementación

En este punto se puede apreciar la cabaña totalmente iluminada y con los tomacorrientes funcionales en todos los puntos electricos. Al igual que el rack con el juego de baterias y los equipos instalados.



Figura 101: Cabaña sustentada con el sistema 3KVA

Fuente: Propia



Figura 102: Paneles instalados

Fuente: Propia



Figura 103: Banco de baterías implementado

Fuente: Propia



Figura 104: Equipos implementados

Fuente: Propia

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Para el dimensionamiento del sistema, se realizó estudios de cargas cuyas características se logró cubrir con un sistema monofásico de 3KVA, dando como resultado un sistema eficiente y sobre todo que cubra la demanda.
- Para aprovechar la radiación y al ser un sistema aislado en medio de la reserva, se consideró el punto más alto como lo es el techo de la cabaña, lugar donde la sombra de los árboles no interfiere en la captación de luz solar.
- Debido a que la radiación solar es demasiado baja y, con ayuda de los cálculos y dimensionamiento pertinente finalmente, se implementó una cantidad de 10 módulos solares cuya capacidad debe lograr abastecer la carga de las baterías, sin embargo, habrá días donde la radiación no ayudará a cargar las baterías, por lo que se recurre a la ayuda del generador para completar la carga de dicho banco de baterías.
- Para un trabajo como el que exige la zona donde está ubicada la cabaña, se consideró equipos robustos cuya exigencia no desgaste de manera abrupta los elementos, por cual se implementó equipos de la marca Victron que están diseñados para trabajos de alto rendimiento y exigencia.
- Para entregar un sistema funcional, se tomó las mediciones correspondientes en el sistema de fuerza, y se corroboró que los puntos de iluminación se encuentran habilitados, también se realizó pruebas en el inversor donde la transferencia del generador con el sistema FV resultó con éxito.

5.2 Recomendaciones

- Cuando se descarguen las baterías, el led rojo low battery se encenderá (baja batería). En este caso se recomienda:
 - ❖ Evite usar la energía restante de las baterías, porque esto puede ocasionar un daño en la misma. Siempre y cuando el generador este apagado.

- ❖ En caso de encender el generador puede utilizar cualquier aparato eléctrico, dado que el sistema fotovoltaico se encuentra sincronizado con la operación del generador.
- ❖ En caso de varios muchos días nublados, que no genere energía el sistema fotovoltaico y este no logre cargar las baterías, esto producirá cortes de energía. Entonces se recomienda encender el generador durante 1 a 2 horas en cualquier hora del día para cargar las baterías por emergencia. - El generador por mantenimiento es recomendable encender durante 1 hora a la semana.
- ❖ En cualquiera de los casos donde se encienda el generador se encenderá cualquiera de estos leds amarillos del inversor BULK, ABSORPTION o FLOAT de manera constante.
- El mantenimiento se lo debe hacer de manera obligatoria mensualmente en los paneles solares. Esto consiste en quitar las hojas de los paneles con una escoba de cerdas finas o suaves, esponjas o trapeadores que no rayen el panel. NO UTILIZAR OBJETOS METALICOS, ESCOBAS GRUESAS, ESTROPAJOS PARA LIMPIAR LOS PANELES SOLARES O RETIRAR LAS HOJAS DE LOS MISMOS.
- En el cuarto donde se encuentran los equipos, se debe solucionar el problema de la filtración de agua. Además, cambiar la malla de mosquitero en las ventanas periódicamente.
- En caso de limpiar el banco de baterías, hacerlo con suma precaución y con equipo de protección adecuado. No tocar las borneras o terminales de las baterías, ahorre la energía, dado que es limitada.
- El sistema está diseñado para una potencia máxima de 3 kWp, en caso de superar esta potencia se encenderá el led rojo de sobrecarga OVER LOAD. Entonces el inversor no permitirá el paso de energía hasta que disminuya la potencia consumida. La potencia se disminuye apagando cualquier aparato eléctrico.

BIBLIOGRAFIA

- ▷ ¿Qué es una batería AGM? | Banner. (s. f.). Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://www.bannerbatterien.com/es/Informaci%C3%B3n-sobre-bater%C3%ADas/64-%C2%BFQu%C3%A9-es-una-bater%C3%ADa-AGM>
- ▷ Regulador de carga solar | PWM y MPPT Los mejores aquí. (s. f.). MejorBaterias. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://mejorbaterias.com/regulador-de-carga-solar-48>
- 4. Instalación. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2025, de https://www.victronenergy.com/media/pg/Quattro-II_230V/es/installation.html
- Abella, M. A. (s. f.). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos*.
- Aguilera, J., Hontoria, L., & Muñoz, F. J. (s. f.). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos*.
- Amín, O. C. F., & Torres, M. E. R. (2020). Procedimiento para el dimensionamiento de sistemas autónomos de generación de energía solar fotovoltaica. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.22490/ECBTI.4085>
- Aparicio, M. P. (2020). *Radiación solar y su aprovechamiento energético*. Marcombo.
- Araya, J. Q. (2018, marzo 12). *Biomasa, un futuro prometedor* [Text]. Pensis; Tecnológico de Costa Rica. <https://www.tec.ac.cr/pensis/articulos/biomasa-futuro-prometedor>
- BATERIA DE LITIO 12V 200Ah- LFP12V200 – EcoZaque Ingeniería S.A.S. (s. f.). Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://www.ecozaque.com/producto/bateria-de-litio-12v-200ah-csb-battery/>
- Baterías para paneles solares: Qué son, para qué sirven y cuánto cuestan. (2020, septiembre 2). <https://www.enlight.mx/blog/baterias-para-paneles-solares-que-son-para-que-sirven-y-cuanto-cuestan>
- Cálculo de la autonomía energética de un kit solar con baterías – EnerLife. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2024, de <https://enerlife.cl/calculo-de-la-autonomia-energetica-de-un-kit-solar-con-baterias/>
- Castaño, J. S. R., & Plata, E. A. C. (s. f.). *SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF*.

- Díaz Villar, P. (2003). *Confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos: Aplicación a la electrificación rural* [PhD Thesis, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.169>
- *Equipos Radición*. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2024, de <http://meteorologia.pucp.edu.pe/estacion/bgradiacione.html>
- *Fig. 3. Mapa de distribución espacial de radiación solar expresada en...* (s. f.). ResearchGate. Recuperado 9 de diciembre de 2024, de https://www.researchgate.net/figure/Mapa-de-distribucion-espacial-de-radiacion-solar-expresada-en-funcion-del-promedio-diario_fig1_334251707
- *Fig.3.1 Esquema detallado de las partes principales de piranómetro...* (s. f.). ResearchGate. Recuperado 9 de diciembre de 2024, de https://www.researchgate.net/figure/Esquema-detallado-de-las-partes-principales-de-piranometro-CMP-11-Kipp-Zonen-2012_fig2_341713782
- *Figura 1.47 Esquema batería plomo-acido abierta*. (s. f.). ResearchGate. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de https://www.researchgate.net/figure/Figura-147-Esquema-bateria-plomo-acido-abierta_fig25_45234985
- *Heliógrafos y heliómetros | Guías Prácticas*. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2024, de <https://www.guiaspracticas.com/estaciones-meteorologicas/heliografo>
- *Interfaz MK3-USB - Victron Energy*. (s. f.). Recuperado 14 de febrero de 2025, de <https://www.victronenergy.com.es/accessories/interface-mk3-usb>
- *Inversor Cargador Victron Multiplus-II 48/3000/35-32 GX*. (s. f.). Solar Fácil. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://solar-facil.es/inversores/inversor-cargador-victron-multiplus-ii-48-3000-35-32-gx/>
- *Inversor Onda Modificada 1500w 12V Belttt Serie Bem*. (s. f.). Eco Green Solar. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://www.ecogreensolar.co/producto/inversor-onda-modificada-1500w-12v-belttt-serie-bem/>
- *Inversor Onda Pura 350 W, Ent: 12v, Salida: 120 Vca*. (s. f.). Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://www.mercadolibre.com.ec/inversor-onda-pura-350-w-ent-12v-salida-120-vca/p/MEC32436156>

- *Inversor Red Autoconsumo trifásico Solax X3-MIC Generación 2 con Pocket Wifi Potencia de salida 3000 W Vatímetro No.* (s. f.). R.C. Gestión de Energía Solar y Otras Energías S.L. Recuperado 8 de diciembre de 2024, de <https://rcsolarshop.com/inicio/53-inversor-red-autoconsumo-trifasico-solax-x3-mic-generacion-2-con-pocket-wifi.html>
- *Manual-técnico-AF-solar-FV-VF-110617.pdf.* (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2024, de <https://www.astridforget.com/wp-content/uploads/2014/10/Manual-t%C3%A9cnico-AF-solar-FV-VF-110617.pdf>
- Martin, P. F. G. (2021a). *Energía solar fotovoltaica para todos*. Marcombo.
- Martin, P. F. G. (2021b). *Energía solar fotovoltaica para todos*. Marcombo.
- *Mashpi_MN81 HPS.* (s. f.).
- Miñana, I. (2018, enero 10). *Conoce la nueva Victron Connect 4.0 | Saclima Solar Fotovoltaica*. Saclima Fotovoltaica. <https://www.saclimafotovoltaica.com/victron-connect-4-0/>
- Paipa, E. A. L., Serrano, M. Á. L., & Mora, S. B. S. (2018). Controlador de carga PWM eficiente y de bajo costo para sistemas fotovoltaicos autónomos. *Respuestas*, 23(S1), Article S1. <https://doi.org/10.22463/0122820X.1491>
- *PANEL SOLAR POWEST MONOCRISTALINO 160W - POWEST.* (s. f.). Recuperado 3 de diciembre de 2024, de <https://powest.com/producto/panel-solar-powest-monocristalino-160w/>
- *PANEL SOLAR POWEST POLICRISTALINO 50W - POWEST.* (s. f.). Recuperado 3 de diciembre de 2024, de <https://powest.com/producto/panel-solar-powest-policristalino-50w/>
- Paneles-solares-de-silicio-amorfo. (2018, marzo 13). *Dexen*. <https://www.dexen.mx/paneles-solares-modulos-solares/attachment/paneles-solares-de-silicio-amorfo/>
- *Pirheliómetro | Vector Premium.* (s. f.). Freepik. Recuperado 9 de diciembre de 2024, de https://www.freepik.es/vector-premium/pirheliometro_35031578.htm
- Proaño, R. D. B., & Gube, G. V. B. (s. f.). *ELABORACIÓN DE UNA NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS RESIDENCIALES AUTÓNOMOS PARA EL ECUADOR.*

- Puig, P., & Jofra, M. (s. f.). *2 Energía Solar Fotovoltaica*.
- SA, E. (2019, septiembre 3). *Energía solar térmica para piscinas—Enercity SA Ecuador*. Enercity S.A. <https://enercitysa.com/blog/energia-solar-termica-para-piscinas/>
- Silvestre, S., Castañar, L., & Guasch, D. (2008). Herramientas de Simulación para Sistemas Fotovoltaicos en Ingeniería. *Formación universitaria*, 1(1). <https://doi.org/10.4067/S0718-50062008000100003>
- *Sistema K2 Dome 6*. (s. f.). K2 Systems. Recuperado 18 de febrero de 2025, de <https://k2-systems.com/es/soluciones-de-productos/sistema-dome-6/>
- Style, O. (2012). *Energía Solar Autónoma: Planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo*. Oliver Style.