



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
USANDO ENERGÍA SOLAR PARA EL LABORATORIO DE ENERGÍAS
ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**

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

Autores:

Andrade Palacios Néstor Darwin

Espín García Cristian Ariel

Tutor:

M.S.c. Pacheco Mena Carlos Francisco

LATACUNGA – ECUADOR

Julio – 2019



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **Andrade Palacios Néstor Darwin** y **Cristian Ariel Espín García** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”**, siendo **MSc. Carlos Francisco Pacheco Mena** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Andrade Palacios Néstor Darwin

C.I. 180438217-2

Cristian Ariel Espín García

C.I. 050275389-0



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, de **Andrade Palacios Néstor Darwin y Cristian Ariel Espín García**, de la carrera de **Ingeniería Eléctrica**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 22 de julio de 2019

Tutor

MSc. Carlos Francisco Pacheco Mena

CC: 050307290-2



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el o los postulantes: **Andrade Palacios Néstor Darwin y Cristian Ariel Espín García** con el título de Proyecto de titulación: **“Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de julio 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

MSc. Jimmy Toaza

CC: 171762106-2

Lector 2

PhD. Secundino Marrero

CC: 175720790-7

Lector 3

MSc. Jessica Castillo

CC: 060459021-6



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de director de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Institución de Educación Superior “Universidad Técnica de Cotopaxi” Aprueba la implementación de la propuesta tecnológica sobre el título: **“Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”**, que realizaron los señores **Andrade Palacios Néstor Darwin** con C.I. 180438217-2 y **Cristian Ariel Espín García** con C.I. 050275389-0 .

Latacunga, julio de 2019

PhD. Secundino Marrero

CC: 175720790-7

Director de la Carrera de Ing. Eléctrica



AGRADECIMIENTO

Retribuyo a mis padres: María Palacios y Néstor Andrade, por el apoyo incondicional emocional, mental y económico siendo mi principal fuente de inspiración, valor y esfuerzo a lo largo de mi formación profesional.

Gracias a mi compañera de vida: Mayra Buenaño, por su apoyo constante para superar los obstáculos y consejos que permitieron no desistir en ningún momento de extenuación.

Néstor Andrade.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

DEDICATORIA

Tributo completamente a mi madre: María Elena Palacios Toinga, por ser el pilar más importante de mi vida, que me ha guiado a un camino lleno de valores y principios por una simple retribución de gratitud a su esfuerzo continuo.

Néstor Andrade.



AGRADECIMIENTO

Al padre universal por guiarme con salud y fortaleza para lograr esta meta.

A mi padre por enseñarme el valor de esforzarse por lo que uno anhela en la vida de la mano del trabajo y sacrificio, por darme los mejores consejos, ser mi amigo incondicional.

A mi madre por ser mi serenidad y calma en los momentos difíciles y por todo su cariño para guiarme diariamente a ser un buen ser humano.

Al alma mater Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para prepararme como un profesional con bases técnicas y principios éticos y morales.

A mi esposa por ir de la mano en este camino universitario por motivarme a esforzarme, a mi hermano Cristopher por estar en todo momento.

Cristian Espín.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

DEDICATORIA

Dedico en especial este proyecto a mis padres Jorge Espín y Lourdes García, quienes han sido mi soporte y un pilar fundamental para culminar mis estudios, también dedico a mi esposa Jhomy Tapia e hijos por apoyarme en todo momento junto a nuestros demás amigos y familiares.

Cristian Espín.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Carlos Pacheco por su guía como tutor y al Ing. Hinojosa por toda su apertura con los instrumentos y equipos del laboratorio para que se lleve a cabo nuestro proyecto.

Néstor Andrade, Cristian Espín.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. BENEFICIARIOS	3
4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA	3
4.1. Situación problemática	3
4.2. Problema	3
5. OBJETIVOS	3
5.1. Objetivo general	3
5.2. Objetivos específicos	4
5.3. Descripción de las actividades de tareas propuestas con los objetivos establecidos	4
6. Marco Teórico	5
6.1. Antecedentes	5
6.2. Marco Contextual	7
6.2.1. Cálculo de demanda térmica para Calefacción Central (CC)	8
6.2.1.1. Calor sensible absorbido por radiación en superficies acristaladas	10
6.2.1.2. Calor sensible perdido por transmisión	10
6.2.1.2.1. Calor sensible perdido por transmisión en cubiertas o techos	12
6.2.1.2.2. Calor sensible perdido por transmisión en el piso	13
6.2.1.2.3. Calor sensible perdido por transmisión	14



6.2.1.2.4. Calor Sensible aportado por iluminación.....	15
6.2.1.3. Calor latente aportado por los ocupantes	16
6.2.1.4. Perdidas térmicas totales.....	17
6.2.1.5. Carga térmica total para Calefacción Central (CC)	17
6.2.2. Equipos directos.....	19
6.2.2.1. Panel termodinámico.....	19
6.2.2.1.1 Principio de funcionamiento:	19
6.2.2.1.2 Especificaciones Técnicas:	20
6.2.2.2. Panel térmico.....	21
6.2.2.2.1 Sistemas de energía solar para calefacción.....	21
6.2.2.2.2 Subsistema de Captación	22
6.2.2.2.3 Suelo radiante.....	22
6.2.2.3. Panel híbrido.....	23
6.2.2.3.1 Principio de funcionamiento.....	23
6.2.3. Equipos indirectos.....	24
6.2.3.1. Panel Fotovoltaico.....	24
6.2.3.1.1 Funcionamiento de un panel fotovoltaico.....	25
6.2.4. Evaluación económica.....	27
6.2.4.1. Costo de Inversión.....	27
6.2.4.1.1 Panel termodinámico.....	27
6.2.4.1.2 Panel térmico.....	28
6.2.4.1.3 Panel híbrido.....	28
6.2.4.1.4 Panel fotovoltaico	29
6.2.5. Metodología de cálculo para el diseño de calefacción por paneles fotovoltaicos	
30	
6.2.5.1 Irradiación.....	30
6.2.5.2 Insolación.....	31
6.2.5.4 Posicionamiento y Orientación de los PFV y condiciones óptimas para un mejor aprovechamiento de la energía solar.	35
7. HIPÓTESIS.....	36
8. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	36
8.1. Métodos de Investigación	36
8.1.1. Método inductivo – deductivo.....	36
8.1.2. Método analítico y sintético.....	37
8.2. Tipos de Investigación.....	37
8.2.1. Investigación Bibliográfica-documental.....	37
8.2.2. Investigación Exploratoria	37
8.2.3. Investigación descriptiva	37
8.2.4. Investigación Propositiva	38
8.3. Técnicas de Investigación:.....	38
8.3.1. Observación Directa- Indirecta y Participativa:	38
8.4. Instrumentos de Investigación:.....	38
9. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	38



9.1.	Determinación de la Energía requerida para el Sistema fotovoltaico.....	38
9.2.	Cálculo del Banco de Baterías	41
9.3.	Cálculo de los Paneles Solares.....	42
9.4.	Cálculo del Controlador de Carga.....	44
9.5.	Cálculo del Inversor de corriente	45
9.6.	Controlador de Carga e inversor de corriente	46
9.7.	Conexión de los paneles fotovoltaicos.....	46
9.8.	Conexión de las baterías de descarga profunda	47
9.9.	Elección de los equipos	48
9.10.	Selección de protecciones y calibre de conductores.....	48
9.10.1.	Calibre de conductor.....	48
9.10.2.	Caída de voltaje	49
9.11.	Consideraciones para la instalación de un sistema solar fotovoltaico.....	50
9.11.1.	Estructura del soporte.....	50
9.11.2.	Sistema de baterías.....	51
9.11.3.	Montaje de paneles fotovoltaicos sobre las estructuras de soporte.....	51
9.11.4.	Ubicación de los paneles fotovoltaicos.....	53
9.11.5.	Orientación e Inclinación de los paneles Solares.....	54
9.11.6.	Puesta a tierra	54
10.	RESULTADOS	55
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS SEGÚN SEA EL CASO):.....	58
11.1.	Impacto Tecnológico.....	58
11.2.	Impacto Ambiental	58
11.3.	Impacto Económico.....	58
12.	VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO	59
12.1.	Gastos Directos.....	59
12.2.	Gastos indirectos	60
12.3.	Gastos Totales.....	60
13.	CONCLUSIONES.....	62
14.	RECOMENDACIONES	63
15.	BIBLIOGRAFÍA:.....	64
16.	Anexos	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Áreas del conocimiento del proyecto.	2
Tabla 3.1.	Beneficiarios directos e indirectos.....	3
Tabla 5.1.	Actividades de tareas propuestas.....	4
Tabla 6.1.	Temperatura y humedad relativa de confort.....	8

Tabla 6.2. Cálculo de coeficiente de transmisión para ventanas.....	11
Tabla 6.3. Coeficiente de transmisión por los muros.....	12
Tabla 6.4. Coeficiente de transmisión por techos.....	13
Tabla 6.5. Coeficiente de transmisión de suelos.....	14
Tabla 6.6. Calor sensible y latente aportado por ocupante según su actividad en Watts.....	15
Tabla 6.7. Rubros del equipo SolarBox.....	27
Tabla 6.8. Rubros Panel Térmico.....	28
Tabla 6.9. Rubros Panel Híbrido.....	29
Tabla 6.10. Rubros Modelo InfiniSolar.....	29
Tabla 9.1. Estimación de Consumo de Energía para el laboratorio.....	39
Tabla 9.2. Irradiación solar mensual para la ciudad de Latacunga.....	42
Tabla 9.3. Equipos del sistema Fotovoltaico.....	48
Tabla 9.4. Selección del calibre de conductores.....	50
Tabla 9.5. Parámetros técnicos de la batería.....	51
Tabla 10.1. Registro de datos entregados por el inversor.....	56
Tabla 10.2. Caída de tensión calculada y medida.....	57
Tabla 10.3. Caída de tensión calculada y medida.....	57
Tabla 12.1. Gastos directos.....	59
Tabla 12.2. Gastos indirectos.....	60
Tabla 12.3. Gastos totales.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6.1. Laboratorio de Energías Alternativas.....	8
Figura 6.2. Panel Solar Termodinámico PST.....	19
Figura 6.3. Captador de Tubos en Paralelo y Captador de Serpentin.....	22
Figura 6.4. Construcción de un suelo radiante.....	23
Figura 6.5. Estructura de un panel híbrido.....	24
Figura 6.6. Desplazamiento de Electrones mediante la captación de Fotones.....	26
Figura 6.7. Esquema de Funcionamiento de un Panel solar.....	26
Figura 6.8. Mapa solar del Ecuador.....	30
Figura 6.9. Curva de Irradiación Diaria y horas solares pico.....	31
Figura 6.10. Instalación Fotovoltaica Aislada de la Red Eléctrica.....	33
Figura 9.1. Conexión básica del Inversor ON/OFF GRID de 3 KVA/2.4 KW.....	46
Figura 9.2. Diagrama de conexión de los paneles Fotovoltaicos.....	47
Figura 9.3. Diagrama de conexión de las baterías de descarga profunda AGN.....	47
Figura 9.4. Esquema general del sistema fotovoltaico.....	52
Figura 9.5. Montaje en su correspondiente estructura de paneles fotovoltaicos.....	53
Figura 9.6. Ubicación de los paneles fotovoltaicos.....	53
Figura 9.7. Orientación de los paneles solares.....	54
Figura 9.8. Puesta a tierra.....	55



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO:” DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN USANDO ENERGÍA SOLAR PARA EL LABORATORIO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”

Autores: Andrade Palacios Néstor Darwin

Espín García Cristian Ariel

RESUMEN

En la carrera de Ingeniería Eléctrica se ha desarrollado nuevas propuestas en beneficio para la enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la institución. Es por ello que se adiciona al laboratorio de energías alternativas una innovadora forma de generación autónoma de energía eléctrica mediante la energía solar que abastezca una de las cargas con mayor demanda de potencia eléctrica residencial como lo es la calefacción central. Mediante la implementación del proyecto se ha concedido al laboratorio de energías renovables, un equipo de autonomía solar con auxiliar de red y baterías, cuyo fin ha sido el establecer un ambiente de confort de 20 °C a 22 °C para las labores cotidianas dentro del establecimiento, tomando en cuenta que la fuente de energía principal fue el panel fotovoltaico en un horario de 6 am. a 6 pm., donde el equipo de calefacción solo se utilizó en 3 horas diarias ,por ende, se obtuvo una energía sobrante. Esta energía ha sido redirigida para ser utilizada dentro de las cargas de luminarias tanto del pasillo como del laboratorio de energías alternativas, cumpliendo con el fin de ahorro energético de un promedio de 1.53 KWh. El proyecto se ha planteado en utilizar la energía solar como una fuente cotidiana en el uso de energía eléctrica dentro de los laboratorios de energías alternativas, con una interconexión automática por parte del equipo, el cual se mantuvo en constante equilibrio para suministrar la carga ya sea con los paneles fotovoltaicos, la red o baterías conectadas al sistema. El inversor que actuó de manera autónoma sin necesidad que el operador se mantenga permanentemente supervisando, es un equipo innovador que contribuye con el desarrollo tecnológico para aumentar el prestigio institucional de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Palabras clave: Inversor, sistema fotovoltaico, equipo de autonomía solar, equipo de calefacción, ahorro energético.



THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE:” DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A HEATING SYSTEM USING SOLAR ENERGY FOR THE ALTERNATIVE ENERGY LABORATORY OF THE ELECTRICAL ENGINEERING CAREER OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI”

Authors: Andrade Palacios Néstor Darwin

Espín García Cristian Ariel

ABSTRACT

In the Electrical Engineering career, new proposals have been developed to benefit the teaching-learning of the institution's students. That is why an innovative form of autonomous generation of electric power is added to the alternative energy laboratory by means of solar energy that supplies one of the loads with the highest demand for residential electric power such as central heating. Through the implementation of the project, the renewable energy laboratory has been granted a solar autonomy unit with network auxiliary and batteries, whose purpose has been to establish a comfort environment of 20 °C to 22 °C for daily work within the establishment, taking into account that the main source of energy was the photovoltaic panel at a time of 6 am. at 6 pm., where the heating equipment was only used in 3 hours a day, therefore, a surplus energy was obtained. This energy has been redirected to be used within the luminaire loads of both the corridor and the alternative energy laboratory, fulfilling the purpose of energy saving of an average of 1.53 KWh. The project has been planned to use solar energy as a daily source in the use of electrical energy within alternative energy laboratories, with an automatic interconnection by the team, which was kept in constant balance to supply the load either with the photovoltaic panels, the network or batteries connected to the system. The investor that acted autonomously without the need for the operator to keep permanently supervising, is an innovative team that contributes to technological development to increase the institutional prestige of the Technical University of Cotopaxi.

Keywords: Inverter, photovoltaic system, solar autonomy equipment, heating equipment, energy saving.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Andrade Palacios Néstor Darwin y Espín García Cristian Ariel**, cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN USANDO ENERGÍA SOLAR PARA EL LABORATORIO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimen conveniente.

Latacunga, 24 de julio del 2019

Atentamente,

Mg. Bolívar Maximiliano Cevallos Galarza.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0910821669





1. INFORMACIÓN GENERAL

Tema aprobado: “Diseño e implementación de un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi”

Tiempo de duración de la propuesta:

Fecha de inicio: 4 de marzo de 2019

Fecha de finalización: 08 de julio de 2019

Facultad: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera: Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

Propuesto por:

Andrade Palacios Néstor Darwin

Espín García Cristian Ariel

Director de la propuesta Tecnológica:

Equipo de trabajo:

Tutor del Proyecto Investigación:

- ✓ **Nombre:** Ing. Carlos Francisco Pacheco Mena M.sc.
- ✓ **Celular:** 0984293945
- ✓ **Correo electrónico:** carlos.pacheco2902@utc.edu.ec
- ✓ **Dirección:** Latacunga

Coordinador de proyecto:

- ✓ **Nombre:** Ing. Iliana González Palao. PhD
- ✓ **Celular:** 0984340820
- ✓ **Correo electrónico:** iliana.gonzalez@utc.edu.ec
- ✓ **Dirección:** Latacunga

Área de conocimiento

En la tabla 1.1 se muestran las áreas del conocimiento, de acuerdo a los campos de educación y capacitación CINE de la UNESCO.



Tabla 1.1. Áreas del conocimiento del proyecto.

Campo amplio	Campo específico	Campo detallado
07 Ingeniería industria y Construcción	071 Ingeniería y profesiones a fines	0711 Ingeniería y procesos químicos 0713 Electricidad y energía 0714 Electrónica y automatización

Fuente: UNESCO, (2017).

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación:

Generación con fuentes convencionales y no convencionales.

2. JUSTIFICACIÓN

Se puede establecer como confort térmico a la percepción que experimentan las personas al cambio de temperatura con respecto al ambiente en el que viven o desarrollan su actividad, por lo cual es un concepto subjetivo, que no puede expresarse en grados y no puede ser definido por rangos de temperatura aceptables ya que influyen diversas variables como la humedad, la velocidad del aire, la vestimenta de las personas, la actividad física que desarrollen y además de todo esto, puede ser diferente de una persona a otra dentro de un mismo espacio.

Al tener en cuenta que en el ámbito laboral, el concepto de confort térmico cobra especial relevancia ya que trabajar en condiciones desfavorables de temperatura genera una disminución en el rendimiento del trabajo, pérdida de concentración y en consecuencia desarrollan errores en determinadas actividades profesionales en ambientes poco confortables que térmicamente puede incrementar el riesgo de accidentes laborales.

Una de las soluciones para conseguir un ambiente térmico idóneo que se presenta es el diseño y la implementación de calefacción central (CC) por paneles fotovoltaicos, térmicos o termodinámicos, la cual se encuentra en los parámetros de energías limpias ya que su funcionamiento de acuerdo al tipo de panel solar es básicamente extraer energía solar, aire, viento y el agua de lluvia

3. BENEFICIARIOS

Tabla 3.1. Beneficiarios directos e indirectos.

Directos	Estudiantes y Docentes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Andrade Palacios Néstor Darwin - Investigador Espín García Cristian Ariel – Investigador
Indirectos	Laboratorio de Energías Renovables de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Fuente: Autores.

4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA

4.1. Situación problemática.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi, al optar por un laboratorio de energías renovables, conlleva a la necesidad de incorporar proyectos que fomenten el ahorro energético.

El estudio de proyectos energéticos innovadores contribuye al investigador y beneficiario, realizando un seguimiento de factores necesarios para implementar el proyecto propuesto, de manera que se pueda justificar las medidas de ahorro energético.

El proyecto que se propone, se llevara a cabo en el periodo marzo - agosto 2 019 en la Universidad Técnica de Cotopaxi con la finalidad de contribuir con el ahorro energético a través de un diseño con menor impacto ambiental, para mejor el ambiente en el que desarrollan actividades los estudiantes, es decir, establecer un confort térmico con el entorno de 20 °C.

4.2. Problema.

La implementación de un laboratorio de energías renovables perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, optar por la necesidad de establecer un ambiente de confort de 20 °C para los estudiantes que desarrollan sus trabajos prácticos, lo que conlleva a realizar el estudio para la implementación de calefacción por energía solar, asegurando un ahorro energético con mitigación al impacto ambiental.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general.

Diseñar e implementar un sistema de calefacción usando energía solar para el laboratorio de energías alternativas de la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.2. Objetivos específicos.

- Investigar el principio de funcionamiento de la energía solar fotovoltaica, térmica y termodinámica.
- Analizar la viabilidad económica para la elección del equipo de energía solar.
- Diseñar la calefacción central (CC) de acuerdo al equipo de energía solar seleccionada.
- Implementar el sistema de calefacción central (CC) de acuerdo al equipo de energía solar seleccionada.

5.3. Descripción de las actividades de tareas propuestas con los objetivos establecidos.

Tabla 5.1. Actividades de tareas propuestas.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Investigar el principio de funcionamiento de la energía solar fotovoltaica, térmica y termodinámica.	Búsqueda de información bibliográfica referente a los parámetros necesarios para el desarrollo del proyecto.	Información recopilada de los aspectos necesarios para el proceso de desarrollo del proyecto.	Libros. Publicaciones de revistas. Foros.
Analizar la viabilidad económica para la elección del equipo de energía solar.	Búsqueda de información de proformas de equipos solares fotovoltaicos, térmicos, termodinámicos, híbridos y equipos complementarios para el diseño de calefacción central (CC).	Proforma de materiales de acuerdo a la inspección realizada al laboratorio de energías alternativas.	Cotización. Uso de tablas para comparar los precios del mercado de cada equipo solar.

Diseñar la calefacción central (CC) de acuerdo al equipo de energía solar seleccionada.	Selección de los materiales necesarios de calefacción.	Diagrama unifilar del diseño de calefacción central (CC) de acuerdo a la energía solar seleccionada.	Uso del programa AUTOCAD para el diseño del diagrama unifilar.
Implementar el sistema de calefacción central (CC) de acuerdo a la energía solar seleccionada.	Armado del sistema de calefacción central (CC) de acuerdo a la energía solar seleccionada. Pruebas de funcionamiento estable del sistema de calefacción de acuerdo a la energía solar seleccionada	Corroborar el adecuado funcionamiento del prototipo de acuerdo a la energía solar seleccionada.	Uso del programa AUTOCAD para planos de ubicación de los equipos de la calefacción central CC. Uso del software de fábrica del Inversor ON/OFF GRID para observar el comportamiento de carga.

Fuente: Autores.

6. Marco Teórico

6.1. Antecedentes

Según [1], la energía fotovoltaica posee un principio el cual genera energía limpia o sustentable, a partir de la emisión solar, a través de mecanismos semi-conductivos denominados células fotovoltaicas necesarias para transformar la irradiación solar en electricidad. Dichas unidades son adaptadas unas con otras para incrementar la resistencia del punto de salida producto del lazo en serie, mientras que otras en paralelo incrementan la posibilidad de producción eléctrica.

En otra investigación correspondiente a [2], el análisis de potencia de la difusión solar ha sido puesto a prueba a variaciones importantes en el paso del tiempo. Por circunstancias que afectan directamente al entorno por lo cual es trascendente encontrar medios sobre asuntos de



producción de fuerzas eléctricas, a través de la implementación de energías limpias potenciando en el país los recursos que existen para llevarlos a naciones a nivel global.

De acuerdo a [3], nuestra nación se encuentra en la línea ecuatorial por lo que contamos con ventajas en el grado de incidencia del sol que por lo general se mantiene vertical a los terrenos y espacios, lo que produce una mejor captación del recurso energético el cual únicamente varía según el distrito, de acuerdo a la climatología, altitud y proximidad al recurso solar, por el año 2010 Ecuador cuenta con un atlas solar el cual registra todos los datos promedios del potencial solar.

Según [4], establece que las potencias permutables han ganado el inconveniente a un mediano y pequeño intervalo para lograr rubros productivos, puesto que las bajas de los precios de las potencias habituales, y la depreciación del Sistema Nacional Interconectado que se incrementa, puesto que se debe generar concientizar de la problemática ambiental e involucrar al estado.

En base a lo consultado [5], la eficacia de potencia persigue cuidar los recursos naturales a través de la fuerza energética y obligando al consumidor a requerir lo necesario, las emanaciones que emiten a la capa atmosférica son cada vez de una incidencia mayor, por lo cual, este tema se ha incorporado al cuidado del planeta que hoy en día es de vital importancia.

En la investigación realizada por [6], focaliza una comparación entre paneles termodinámicos y colectores térmicos en cuanto a dimensionamiento, consumo energético y emisiones ambientales. Para esto se parte del análisis de las variables de la temperatura ambiente del aire y la radiación solar sobre el plano inclinado, donde se llega a la conclusión que los paneles termodinámicos son modelos eficientes con funcionamiento interrumpida. El modelo que utilizan para el estudio de los paneles termodinámicos está basado en los parámetros: Temperatura de evaporación, coeficiente de evaporación, coeficiente de eficiencia energética u operación y consumo energético.

Finalmente se concluye que la superficie de captación de la instalación con paneles termodinámicos es mayor que con los paneles solares planos, por lo que se necesita casi el triple más de superficie. En los colectores solares térmicos planos presentan una curva de consumo mensual y diario muy pronunciada en cambio los paneles solares termodinámicos tienen su curva más plana. Una de las desventajas presentes es que la tasa de emisión del CO₂ emitido



por los paneles solares termodinámicos es superior a comparación de los colectores solares planos, debido a que el consumo de los paneles termodinámicos es superior.

6.2.Marco Contextual.

La indagación de información sobre la metodología de cálculo debe ser de acuerdo al equipo a utilizar en el diseño, por ende, para proceder con la selección del equipo de energía solar a utilizar se procede a realizar una clasificación de las opciones de equipos solares que cumplan con el fin del tema de investigación, recopilando la información necesaria para elegir el equipo ideal de acuerdo a bases técnicas y económicas. Los equipos que se citan están divididos en dos grupos:

- a) **Equipos directos:** son aquellos equipos que generan la potencia calorífica con energía solar.
 - Panel termodinámico.
 - Panel térmico.
 - Panel híbrido.
- b) **Equipos indirectos:** son aquellos equipos que generar potencia eléctrica para alimentar un equipo que genera potencia calorífica.
 - Panel fotovoltaico.

Para estimar los equipos e identificar el adecuado es necesario conocer la demanda térmica para calefacción del área a cubrir, para el presente proyecto que se localiza en el laboratorio de energías alternativas de la Universidad Técnica de Cotopaxi cuyas medidas se muestran en la figura 6.1.

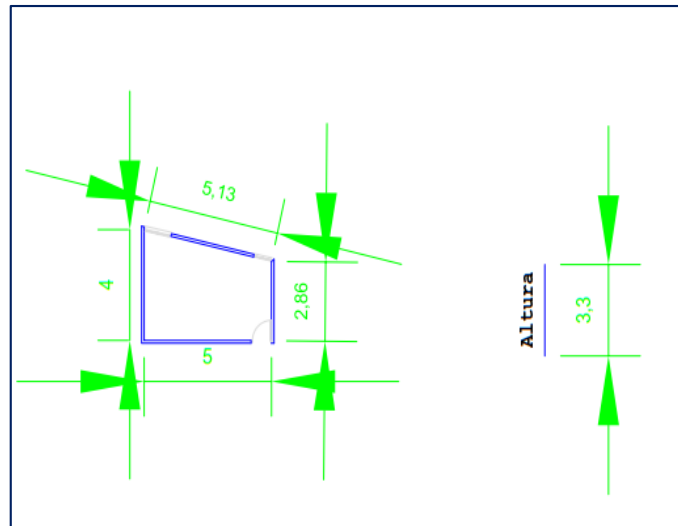


Figura 6.1. Laboratorio de Energías Alternativas.

Fuente: Autores.

6.2.1. Cálculo de demanda térmica para Calefacción Central (CC)

Para el cálculo de las condiciones de operación de la configuración de Calefacción Central CC, se utiliza el calor de diseño Q_d dentro de la habitación (comercial o domiciliaria) empleando la temperatura interior de diseño T_{in} , la temperatura exterior de diseño T_{ex} y el volumen de aire de renovación. [7]

Para determinar la temperatura de diseño se recomienda utilizar los valores de la Tabla 6.1 para la temperatura de confort en verano e invierno con eso se asegura una temperatura adecuada en la etapa de diseño; y no sobredimensionar algunos equipos. [7]

Tabla 6.1. Temperatura y humedad relativa de confort.

Estación	Temperatura [°C]
Verano	23-25
Invierno	20-23

Fuente: [7].

Primero que todo, para dimensionar el calor necesario y así obtener las condiciones óptimas de operación, es necesario considerar la transferencia de calor a través de los muros, las ventanas

y el techo de la vivienda, local comercial o edificio, con sus características constructivas [7] [8] [9].

Esto se hace a través de las denominadas cargas térmicas, que reflejan las pérdidas de calor para una determinada temperatura interior (temperatura interior de diseño T_{in} [°C]). Se pueden identificar 2 tipos de carga térmica según su incidencia:

- Carga Térmica Sensible: Aquellas que van a originar una variación de la temperatura del aire [7] [8] [9].
- Carga Térmica Latentes: las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente [7] [8] [9].

Para la calefacción el cálculo de las cargas térmicas sensible Q_s [W] se emplea la siguiente expresión en la ecuación (6.1)

$$Q_s = Q_{sar} + Q_{sil} - Q_{st} \quad (6.1)$$

Donde:

Q_{sar} [W]: Es el valor de la carga sensible debida a la radiación solar a través de las superficies acristaladas,

Q_{st} [W]: Es la carga sensible por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores

Q_{sil} [W]: Es el calor sensible aportado por iluminación [7] [8] [9].

En el caso de las cargas térmicas latentes Q_l [W] se emplea la siguiente expresión

$$Q_l = Q_{sp} + Q_{lp} \quad (6.2)$$

Donde:

Q_{sp} [W]: Es la carga sensible aportado por los ocupantes,

Q_{lp} [W]: Es la carga latente debida a la ocupación del local.

A continuación, se detallan el método de cálculo para cada una de las cargas térmicas mencionadas anteriormente.

6.2.1.1. Calor sensible absorbido por radiación en superficies acristaladas

La radiación solar se convierte en un aporte calorífico durante la tarde, ya que la radiación solar atraviesa las superficies transparentes y translucidas, calienta las superficies interiores cuando incide en ellas, lo que incrementa la temperatura ambiente interior. [7] [8] [9]. La expresión que calcula la carga térmica de radiación por superficies acristaladas, Q_{sar} , [W] se calcula en la ecuación (6.3):

$$Q_{sar} = S_{vent} * R_{solar} * \text{sen}(\Theta) \quad (6.3)$$

Donde:

$S_{vent}[m^2]$: Es la superficie de todas las ventanas

R_{solar} : Corresponde a la radiación en la ventana

Θ : al ángulo entre la superficie horizontal y el sol.

Resultado:

$$S_{vent}[m^2]: (2.20 * 0.80) + (0.80 * 0.80) = 2.4 \text{ m}^2$$

$$R_{solar}: \left(4050 \left(\frac{Wh}{m^2 * dia} \right) \right) * \left(\frac{1 \text{ día}}{24 \text{ H}} \right) = 168.75 \text{ W/m}^2$$

Θ : 45°

$$Q_{sar} = 2.4 \text{ m}^2 * 168.75 \left(\frac{Wh}{m^2} \right) * \text{sen}(45) = 286.378[W]$$

6.2.1.2. Calor sensible perdido por transmisión

a) Calor sensible perdido por transmisión en ventanas

Corresponde al calor que cede el local o vivienda por las ventanas, como se muestra en la ecuación (6.4). [8] [9].

$$Q_{vent} = K_{vent} * S_{vent} * (T_{ex} - T_{in}) \quad (6.4)$$

Donde:

$S_{vent}[m^2]$: La superficie total de las ventanas

$T_{ex}[°C]$: La temperatura exterior media

$K_{vent} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$: El coeficiente de transmisión que se obtiene mediante la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Cálculo de coeficiente de transmisión para ventanas.

$K_{vent} = K_1 * K_2$	K_1	K_2			
		Sin Protección	Cortinaje Interior	Persiana Exterior	Toldo Exterior
Cristal doble	3.1	1.14	0.85	0.58	0.70
Cristal simple	6.5	1.16	0.88	0.74	0.74

Fuente: [7] [8] [9].

Resultado:

$$S_{vent} [m^2]: 2.4 m^2$$

Para los datos de temperatura exterior se considera la temperatura crítica en los muros que es de 6° , para la temperatura interna se considera la temperatura de confort deseada de 20° con pérdidas de hasta de 17° en los muros internos.

$$T_{ex} [^\circ C]: (6^\circ - 20^\circ)$$

$$K_{vent} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]: (6.5 * 1.16) = 7.54$$

$$Q_{vent} = 7.54 * 2.4 * (6 - 17) = -199.056 [W]$$

b) Calor sensible perdido por transmisión en paredes o muros

Otra carga térmica a considerar es la pérdida de calor sensible a través de las paredes, según la ecuación (6.5).

$$Q_{muros} = K_{muros} * S_{muros} * (T_{in} - T_{ex}) \quad (6.5)$$

Donde corresponde a la superficie total de muros y $K_{muros} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$ el coeficiente de transmisión de muros que se puede obtener de la Tabla 6.3.

Tabla 6.3. Coeficiente de transmisión por los muros.

Material	K_{muro}
Termo-arcilla + recubrimiento con mortero	0.70
Hormigón + recubrimiento con mortero + aislamiento	0.81
Ladrillo + recubrimiento con mortero + aislamiento	0.93
Hormigón + cámara	1.28
Ladrillo + recubrimiento con mortero + cámara	1.40
Hormigón + recubrimiento con mortero	2.09
Ladrillo + recubrimiento con mortero	2.21

Fuente: [7] [8] [9].

Resultado:

$$S_{muros}[m^2] = (5 * 3.3) + (5.13 * 3.3) + (2.86 * 3.3) + (4 * 3.3) = 56.067$$

$$Q_{muros} = 2.09 * 56.067 * (17 - 6) = 1\ 288.98[W]$$

6.2.1.2.1. Calor sensible perdido por transmisión en cubiertas o techos.

El calor perdido por el techo se puede calcular al igual que todas las pérdidas de transmisión como se muestra en la ecuación (6.6) [7] [8] [9].

$$Q_{techo} = K_{techo} * S_{techo} * (T_{in} - T_{ex}) \quad (6.6)$$

Donde:

$S_{techo}[m^2]$: Es la superficie total del techo del local o vivienda

$K_{techo} \left[\frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right]$: Corresponde al coeficiente de transmisión para techos.

Para las cubiertas o techos el coeficiente de transmisión se puede obtener de la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Coeficiente de transmisión por techos.

Material	K_{techo}
Hormigón + cámara + aislamiento	0.58
Cielo raso bajo teja y cámara de aire	1.05
De hormigón	1.16
De teja + cámara + aislamiento	1.28
Bajo terraza de baldosín	1.40
De fibrocemento + aislamiento + cámara	1.51
De teja únicamente	3.37
De fibrocemento únicamente	5.23

Fuente: [7] [8] [9].

Resultado:

$S_{techo} [m^2]$:

$$Area = \frac{(b + B)}{2} * h = \frac{(2.86 + 4)}{2} * 5 = 17.15 m^2$$

$K_{techo} \left[\frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right]$: 1.05

$$Q_{techo} = 1.05 * 17.15 * (17 - 6) = 198.083 [W]$$

6.2.1.2.2. Calor sensible perdido por transmisión en el piso.

Las pérdidas de calor sensible por el piso corresponden a la ecuación (6.7) [7] [8] [9].

$$Q_{suelo} = K_{suelo} * S_{suelo} * (T_{in} - T_{ex}) \quad (6.7)$$

Donde:

$S_{suelo} [m^2]$: Es la superficie total del piso del local o vivienda

$K_{\text{suelo}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$: Corresponde al coeficiente de transmisión para el piso.

El coeficiente de transmisión para pisos se obtiene de la Tabla 6.5.

Tabla 6.5. Coeficiente de transmisión de suelos.

Material	K_{suelo}
Embaldosado sobre hormigón	1.63
Parquet sobre hormigón	1.74

Fuente: [7] [8] [9].

Resultado:

$S_{\text{suelo}} [m^2]$:

$$Area = \frac{(b + B)}{2} * h = \frac{(2.86 + 4)}{2} * 5 = 17.15 m^2$$

$K_{\text{suelo}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right]$: 1.63.

$$Q_{\text{suelo}} = 1.63 * 17.15 * (17 - 6) = 307.5 [W]$$

6.2.1.2.3. Calor sensible perdido por transmisión

Debido a que son pérdidas por transmisión se resta a los aportes caloríficos, por eso se muestra en la ecuación (1) con signo negativo, estas pérdidas de calor por transmisión se obtienen sumando las pérdidas de calor por todos los tipos de superficie, según la ecuación (6.8) [7] [8] [9].

$$Q_{st} = Q_{\text{vent}} + Q_{\text{muros}} + Q_{\text{techo}} + Q_{\text{suelo}} \quad (6.8)$$

Aunque en estas tablas se dan algunos cerramientos típicos, del código técnico de edificación, se pueden obtener el coeficiente de transmisión de superficie para distintas fachadas y cubiertas, en función del grosor y tipo de aislante.

Resultado:

$$Q_{st} = -199.056 + 1\,288.98 + 198.083 + 307.5 = 1\,595.51 [W]$$

6.2.1.2.4. Calor Sensible aportado por iluminación.

Para el cálculo de la carga térmica sensible aportada por la iluminación se utiliza la potencia de las lámparas como indica la expresión (6.9) [7] [8] [9].

$$Q_{sil} = n * Pot_{lamp} \quad (6.91)$$

Con n el número de lámparas y $Pot_{lamp}[w]$ la potencia de consumo de la lámpara.

Resultado:

$$Q_{sil} = 6 * 17 W = 102 W$$

5.3.4.2 Carga sensible aportado por los ocupantes

La carga térmica aportada por los ocupantes $Q_{sp}[W]$ se origina por distintas fuentes como:

- Radiación: debido a la temperatura media del cuerpo,
- Convección: la transferencia de calor entre la piel y el aire,
- Conducción: originada al contacto con los elementos del local,
- Respiración: El aire exhalado a una mayor temperatura que el ambiente.

En la Tabla 6.6 se encuentra el calor sensible y el calor latente aportado por un ocupante, en función de su actividad y la temperatura del local

Tabla 6.6. Calor sensible y latente aportado por ocupante según su actividad en Watts.

Actividad realizada	28 [°C]		27 [°C]		26 [°C]		24 [°C]	
	$Q_{se}[W]$	$Q_{la}[W]$	$Q_{se}[W]$	$Q_{la}[W]$	$Q_{se}[W]$	$Q_{la}[W]$	$Q_{se}[W]$	$Q_{la}[W]$
Sentado en Reposo	52	52	58	47	64	41	70	35
Senado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista actividad ligera	52	81	58	76	64	70	70	58

Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo Sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que baila	81	215	87	203	99	198	110	180
Persona en trabajo	134	291	140	291	145	285	151	267

Fuente: [7] [8] [9].

La ecuación para obtener $Q_{sp}[W]$ es la (6.10)

$$Q_{sp} = n * Q_{se} \quad (6.10)$$

Donde:

n: Es el número de ocupantes

$Q_{se}[W]$: Es el calor sensible extraído de la Tabla 8, por ocupante.

Resultado:

$$Q_{sp} = 4 * 87 [W] = 348 [W]$$

6.2.1.3. Calor latente aportado por los ocupantes

Al igual que para el cálculo de calor sensible lo ocupantes aportan calor latente al ambiente $Q_{lp} [W]$, cuyo computo utiliza la ecuación (6.11) y la Tabla 6.6 [7] [8] [9].

$$Q_{lp} = n * Q_{la} \quad (6.11)$$

Donde:

n : Es el número de ocupantes y $Q_{la} [W]$ es el calor latente extraído de la Tabla 6.6., por ocupante.

Resultado:

$$Q_{lp} = 4 * 134 [W] = 536 [W]$$

6.2.1.4. Pérdidas térmicas totales

Para determinar las pérdidas totales por transmisión se presenta la siguiente ecuación (6.12).

$$Q_{perd} = Q_s + Q_l \quad (6.12)$$

Q_s = Carga térmica sensible

Q_s = Carga térmica latente, se considera aporte térmico

Resultado:

$$Q_s = 286.378 + 102 - 1\,595.51 = -1\,207.13 \text{ [W]}$$

$$Q_l = 348 + 536 = 884 \text{ [W]}$$

$$Q_{perd} = -1\,207.13 + 884 = -323.132 \text{ [W]}$$

6.2.1.5. Carga térmica total para Calefacción Central (CC)

Una vez que calculamos las pérdidas térmicas, es necesario conocer la potencia requerida para elevar la temperatura actual a la de confort, en este caso la temperatura aire crítica de 14°C a la temperatura de confort de 20°C , para lo cual empleamos la ecuación 6.13.

$$Q_d = Q_{req} + |Q_{perd}| \quad (6.13)$$

$$Q_{req} = m * C_e * (T_2 - T_1) \quad (6.14)$$

Donde:

Q_d [W]: Es la potencia total de diseño requerida para la calefacción central.

Q_{req} [W]: Es la potencia requerida para elevar la temperatura.

m [kg]: masa del aire.

C_e $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}\right]$: Corresponde al calor específico de la temperatura a elevar.

T_1 [K]: Temperatura a elevar.

T_2 [K]: Temperatura deseada.

Como podemos observar las temperaturas es necesario convertirlos a grados Kelvin, los datos necesarios de acuerdo a la temperatura se obtiene de la tabla del Anexo I.

Resultado:

Datos requeridos:

$$T_1[\text{K}]: 14\text{ }^\circ\text{C} + 273.15\text{ }^\circ\text{K} = 287.15\text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2[\text{K}]: 20\text{ }^\circ\text{C} + 273.15\text{ }^\circ\text{K} = 293.15\text{ }^\circ\text{K}$$

$$m[\text{kg}]: d * V \quad (6.15)$$

La densidad del aire a 287.15 °K es igual a:

$$\frac{300\text{ }^\circ\text{K} - 250\text{ }^\circ\text{K}}{287,15\text{ }^\circ\text{K} - 250\text{ }^\circ\text{K}} = \frac{1\,3947\text{ kg/m}^3 - 1\,1614\text{ kg/m}^3}{1.3947\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - d\text{kg/m}^3}$$

$$1.3459 = \frac{0.2333}{1.3947 - d}$$

$$d = 1.3497 - \frac{0.2333}{1.3459}$$

$$d = 1.17636\text{ kg/m}^3$$

El volumen es:

$$V[\text{m}^3]: \text{Área} * \text{altura} \quad (6.16)$$

$$\text{Area} = \frac{(b + B)}{2} * h = \frac{(2.86 + 4)}{2} * 5 = 17.15\text{ m}^2$$

$$V[\text{m}^3]: 17.15 * 3.3 = 56.59\text{ m}^3$$

$$m[\text{kg}]: 1.17636\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 56.59\text{ m}^3 = 66.5702\text{ kg}$$

Por lo tanto, la potencia requerida es igual:

$$Q_{req} = 66.5702\text{ kg} * 1\,007\frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{ }^\circ\text{K}} * (293.15 - 287.15)\text{ }^\circ\text{K}$$

$$Q_{req} = 402.217\text{ kJ}$$

Para el cálculo de la potencia total requerido de la calefacción, se asume que el flujo másico debe calentarse en 1 hora:

$$Q_{req} = \frac{402.217 \text{ kJ}}{1 \text{ h}} * \frac{0.2777777778 \text{ Wh}}{1 \text{ kJ}} = 111.727 \text{ [W]}$$

$$Q_{Total} = 111.727 \text{ [W]} + |-323.132| \text{ [W]}$$

$$Q_{Total} = 434.859 \text{ [W]}$$

En adelante los estudios técnico-económico para elegir el equipo adecuado de la calefacción será basado en el resultado obtenido de la demanda térmica del laboratorio de energías alternativas que se encuentra en 434.859 [W].

6.2.2. Equipos directos

6.2.2.1. Panel termodinámico.

Los paneles solares termodinámicos son colectores solares capaces de obtener energía del sol, y en general, de la atmosfera los 365 días del año. Su principal característica es que a través del panel circula un refrigerante con baja temperatura de evaporación, que sigue el principio de refrigeración del Ciclo de Carnot y utiliza una bomba de calor con expansión súbita y asistencia solar. En la Figura 2 se puede ver un PST típico y el trazado de los tubos por donde circula el refrigerante [10], [7].

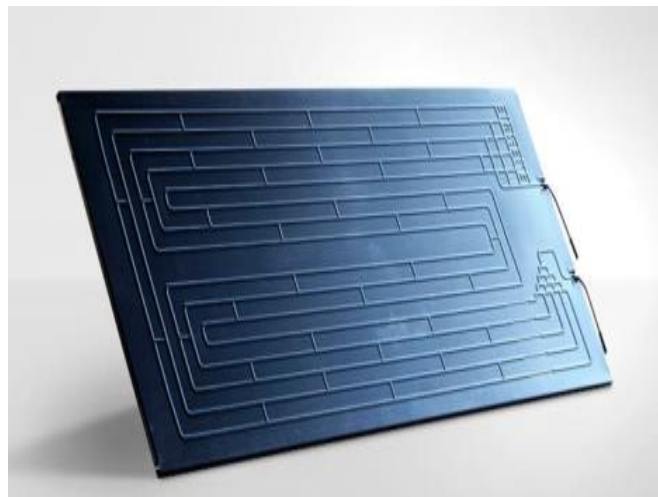


Figura 6.2. Panel Solar Termodinámico PST.

Fuente: [10], [7].

6.2.2.1.1. Principio de funcionamiento:

Los equipos termodinámicos actualmente no se comercializan dentro de Ecuador, sus proyectos llegan a ser solo en diseño y muy pocos con implementación, países como Chile, España, México, USA y China están en desarrollo de esta tecnología.

El equipo que se presenta para la opción de diseño del proyecto es “**SolarBox-Sistema Solar Termo dinámico para ACS** “de la empresa “**ENERGIE ENERGÍA SOLAR TERMODINÁMICA**”, la cual distribuye a nivel Latinoamericano, un inconveniente al momento de estipular el diseño de estos equipos se relaciona con su fabricación ya que la empresa mencionada fabrica sus paneles para que sean acoplados a bombas de calor de la misma marca.

Debido al problema mencionado anteriormente, el equipo que se selecciona como una opción para el diseño se basa en especificaciones técnicas de fábrica siendo su principio de funcionamiento está basado en el principio de refrigeración por compresión (principio de Carnot) que bautizamos con el nombre de Sistemas Solares Termodinámicos: Panel Solar y Bomba de Calor. El panel solar, que es el principal componente del aparato, está situado en la parte exterior y se encarga de captar la energía procedente:

- Radiación Solar directa y difusa.
- Aire exterior, por convección natural.
- El efecto del viento (casi siempre existente).
- Agua de lluvia [7].

La diferencia de temperatura provocada por los agentes externos anteriores garantiza que el Klea (fluido frigorígeno ecológico) se evapore en el interior del panel solar. La ausencia de vidrio en el panel permite incrementar el intercambio de calor por convección. Tras pasar por el panel, el Klea es aspirado por el componente mecánico del sistema, el compresor, que hace elevar sus niveles de temperatura y presión, transmitiéndolo, a su vez, al circuito de agua a través de un intercambiador de calor de placas. [11]

Antes de que el Klea vuelva al panel solar es necesario que se produzca un cuello de botella, es decir, reducir la presión y lograr nuevamente su estado líquido, completando así el ciclo. [11]

Esta facilidad con la que combinamos tecnología y una de las leyes de la naturaleza (cambio de estado de un fluido) no hace más que demostrar la veracidad y el potencial de SolarBox. [11]

6.2.2.1.2. Especificaciones Técnicas:

El equipo que se indica es el básico que oferta la empresa, este equipo satisface los requerimientos ya que cubre un área de $12 m^2$, y tiene una temperatura de trabajo de -2 a 42 °C, su bomba de calor trabaja a una tensión de 230 V.

6.2.2.2. Panel térmico.

La energía solar térmica o energía termo solar consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse para cocinar alimentos o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y a partir de ella, de energía eléctrica. [12]

Un colector solar transforma la energía solar incidente en otra forma de energía útil. Difiere de un intercambiador de calor convencional en que en estos se realizan intercambios térmicos entre fluidos con elevados coeficientes de transferencia térmica. Y en los que la radiación es un factor sin apenas importancia; en un colector solar, la transferencia térmica se realiza desde una fuente energética, (el sol), a un fluido, sin concentración de energía solar, por lo que el fluido incidente puede ser orden de $1 \text{ kW}/\text{m}^2$. [12]

6.2.2.2.1. Sistemas de energía solar para calefacción

El principio elemental en el que se fundamenta cualquier instalación solar térmica es el de aprovechar la energía del sol mediante un conjunto de captadores y transferirla a un sistema de almacenamiento, que abastece el consumo cuando sea necesario. Este mecanismo tal sencillo al mismo tiempo que eficaz, resulta muy útil en múltiples aplicaciones tanto en el ámbito doméstico como industrial. Basta con señalar algunas de ellas como el agua caliente de uso doméstico, el aporte de energía para instalaciones de calefacción. [13]

Por la ello la posibilidad de captar la energía del sol desde el lugar que se necesita, junto con la capacidad de almacenarla durante el tiempo suficiente para disponer de ella cuando haga falta, es lo que hace que esta tecnología sea muy aceptada en diferentes partes del mundo, no en vano la única contribución del hombre para aprovechar esta fuente de energía es canalizar y retrasar el proceso natural que ocurre a cada instante en la superficie terrestre, por el que la radiación solar se convierte en energía térmica. [13]

El procedimiento actual se lleva a cabo en cualquier instalación solar consiste en absorber la energía térmica contenida en los rayos solares. Una vez que el fluido que circula en el interior del captador de calienta, ay que evitar su enfriamiento a través de un aislamiento térmico lo

más eficaz posible. También se puede y es el caso más habitual, mantener el calor de una masa de agua por medio de un tanque de aislamiento reforzado. [13]

6.2.2.2.2. Subsistema de Captación

El elemento solar es el encargado de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al contenido a calentar. El tipo de colectores más extendido es denominado colector solar plano, aunque existen distintos tipos de colectores, como son los colectores solares en vacío y los colectores cilíndrico-parabólicos. Otros elementos de captación, provistos de sistemas controladores de la radiación, sistemas de seguimiento se destina a aplicaciones de alta y media temperatura. [13]

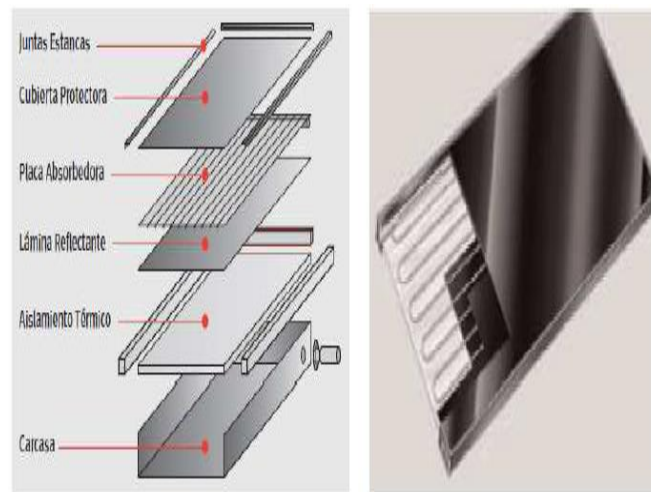


Figura 6.3. Captador de Tubos en Paralelo y Captador de Serpentin.

Fuente: [13].

Las dimensiones de los captadores solares son muy diversas y van desde los 0.5 m^2 los mas pequeños, hasta los 8 m^2 los grandes, siendo la medida mas habitual entorno a los 2 m^2 . [13]

6.2.2.2.3. Suelo radiante

Los mejores resultados en calefacción solar se producen con un sistema de suelo radiante, que básicamente consiste en una red de tubos flexibles por debajo del suelo de la casa como se observa en la figura 6.4. El agua caliente de los paneles solares circula directamente por el sistema y mantiene el edificio a la temperatura deseada. La temperatura operativa es el mismo que la de los paneles por lo que generalmente no se necesitan agregados adicionales. El aire caliente siempre sube; por esto este sistema produce la mejor sensación de confort. [14]

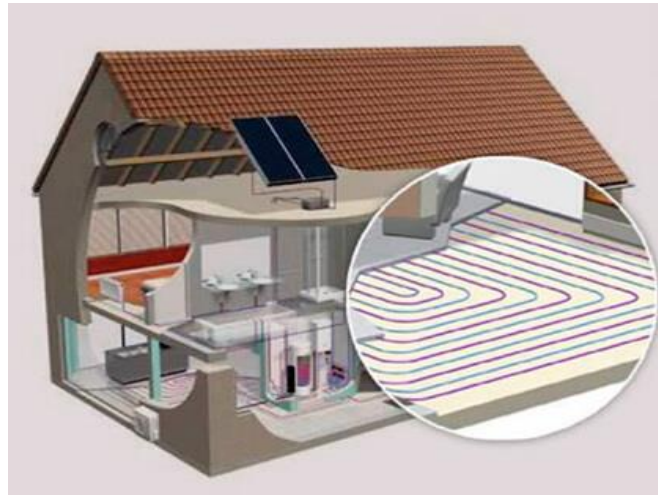


Figura 6.4. Construcción de un suelo radiante.

Fuente: [14].

6.2.2.3. Panel híbrido

Aunque el aprovechamiento de la energía solar para la generación de electricidad y para la obtención de agua caliente no son algo nuevo, lo que sí es innovador es la posibilidad de dar sendos usos a una única instalación. Esta es, precisamente, la diferencia y la ventaja que aporta el panel solar híbrido, que combinará una vez irrumpa en el mercado dos conceptos conocidos, pero por separado: la electricidad generada con paneles fotovoltaicos y los captadores térmicos para calentar el agua. [15]

La idea de unir ambos universos y de dar forma a un único sistema que permita aprovechar la energía fotovoltaica y la térmica, parte de Luis López, impulsor de Panel Solar Híbrido. Aunque todavía no ha llegado al mercado internacional, pero si a su producción nacional en España, su propuesta ha captado la atención y cuenta ya con la patente para dar forma a este sistema. Por el momento los resultados de las pruebas realizadas con prototipos confirman que funciona. [15]

6.2.2.3.1. Principio de funcionamiento

Un único sistema apto para uso residencial y comercial, que favorecerá el doble aprovechamiento de la energía solar captada, como electricidad, en el caso de los paneles solares, y como respuesta para aclimatar el agua, a través de los colectores térmicos. [15]

Para ello, el mecanismo ideado incorpora células fotovoltaicas que se sitúan sobre un sistema para la absorción de calor formando un único módulo como se aprecia en la figura 6.5. Además del cableado habitual para cualquier panel, este sistema cuenta con una zona por la que se da salida al calor que se aprovechará para calentar el agua. Un circuito hidráulico y un depósito termo-aislado completan el diseño para que se pueda dar este doble uso. [15]

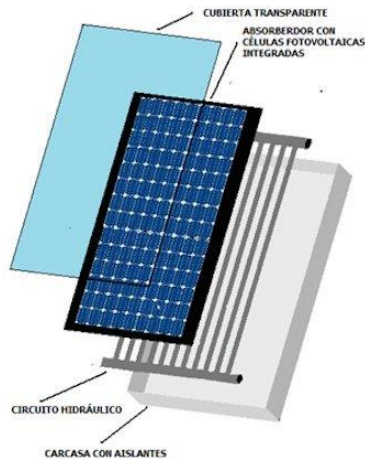


Figura 6.5. Estructura de un panel híbrido.

Fuente: [15].

6.2.3. Equipos indirectos

6.2.3.1. Panel Fotovoltaico.

Los sistemas solares fotovoltaicos (FV) consisten en la conversión directa de la radiación del Sol en energía eléctrica. Esta conversión se realiza a través de la célula solar, unidad básica en la que se produce el efecto fotovoltaico. La energía solar fotovoltaica está indicada para un amplio abanico de aplicaciones donde se necesite generar electricidad, bien sea para satisfacer las necesidades energéticas de aquellos que no disponen de la red eléctrica (sistemas fotovoltaicos autónomos). Se puede realizar una primera clasificación de los sistemas fotovoltaicos en función de si están o no conectados a la red eléctrica convencional:

- Sistemas fotovoltaicos autónomos son aquellos que están aislados de la red eléctrica.
- Sistemas fotovoltaicos conectados a la red son aquellos que están directamente conectados a la red eléctrica. [16]

Una de las principales características de los Sistemas fotovoltaicos es que producen electricidad únicamente cuando reciben irradiación solar y además la cantidad de energía que generan es directamente proporcional a la irradiación solar que incide sobre su superficie. Resulta evidente que en multitud de aplicaciones el consumo energético se produce independientemente de la radiación solar (claro ejemplo resulta un sistema de iluminación donde precisamente de lo que se trata es de tener energía durante la noche). En este tipo de aplicaciones es necesario incluir un sistema de almacenamiento de energía, en los sistemas FV la energía producida por los módulos FV se almacena en baterías. [17]

En general, un sistema fotovoltaico se compone de la siguiente manera:

- Un generador fotovoltaico.
- Una batería de acumulación.
- Un controlador de carga.
- Un inversor [16] [17].

6.2.3.1.1. Funcionamiento de un panel fotovoltaico.

Éstos están formados por varias células fotovoltaicas, y cada una de ellas está compuesta por lo menos por dos láminas delgadas de silicio, separadas entre ellas por una capa de un elemento semiconductor. Una de estas láminas está formada con elementos con menor carga de electrones que el silicio, o sea con menor carga negativa, y por tanto esta lámina es la positiva (P), y otra formada con elementos con mayor carga de electrones que el silicio, o sea con mayor carga negativa, y por tanto esta lámina es la negativa (N). Por otra parte, los fotones que proceden del sol y que contienen la energía adecuada, inciden sobre la superficie de la lámina P, que al interactuar con el material de dicha capa liberan electrones de los átomos de silicio, y éstos atraviesan la capa de semiconductor para llegar a la lámina N, y una vez en la lámina N no pueden volver por sí solos a la lámina P. Al acumularse electrones en la lámina N se crea una diferencia de potencial o tensión respecto a la P. Y si se unen las dos láminas (N y P) mediante dos cables conductores, unidos éstos a su vez a una carga o elemento que consume electricidad, se crea una corriente eléctrica continua que fluye desde el polo negativo al positivo. Tal como se puede apreciar en la figura 6.6 y figura 6.7. [18]

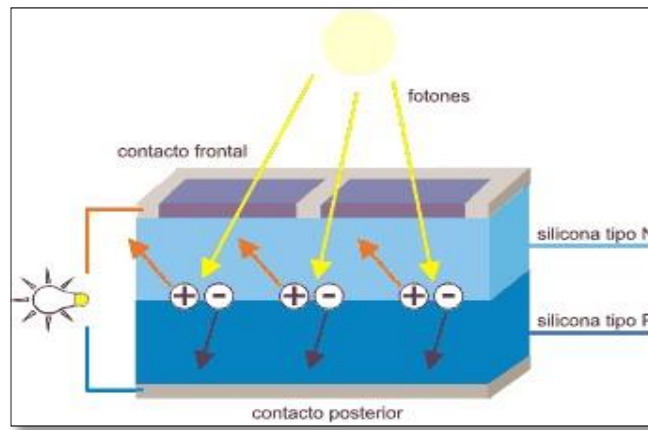


Figura 6.6. Desplazamiento de Electrones mediante la captación de Fotones.

Fuente: [17] [19].

El nivel de energía proporcionado por un panel fotovoltaico depende de lo siguiente:

- Tipo de panel y área del mismo
- Nivel de radiación e insolación
- Longitud de onda de la luz solar

Una celda fotovoltaica común de silicio monocristalino de 100 cm^2 de superficie, puede producir aproximadamente 1.5 W de energía, a 0.5 voltaje DC y 3 A , bajo condiciones óptimas (luz solar en pleno verano a una radiación de 1000 W/m^2). La energía entregada por la celda es casi directamente proporcional al nivel de radiación solar [17].

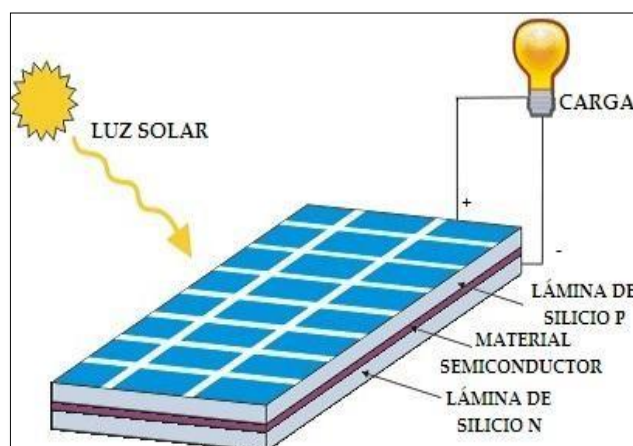


Figura 6.7. Esquema de Funcionamiento de un Panel solar.

Fuente: [18].

El valor de la potencia de salida de los paneles se denomina potencia pico, la cual corresponde a la potencia máxima entregable por el conjunto de celdas bajo las siguientes condiciones estándares de prueba (STC: Standard Test Conditions):

- Radiación de 1000 W/m²
- Temperatura de celda de 25 °C (no corresponde a la temperatura ambiente).
- Masa de aire (AM=1.5) [17].

6.2.4. Evaluación económica

6.2.4.1. Costo de Inversión

Para determinar el costo de inversión de acuerdo al tipo de panel solar, se describe en cada sección el proveedor que facilita los precios de los equipos que cubran demanda térmica ya calculada, con estos datos se procede a elegir el equipo solar que sea factible para la construcción de la calefacción en el laboratorio de energías alternativas de la UTC.

6.2.4.1.1. Panel termodinámico

Según los datos obtenidos anteriormente, el equipo que cubre la demanda térmica y se acopla a los paneles termodinámicos es el modelo “**SolarBox-Sistema Solar Termo dinámico para ACS**” de la empresa “**ENERGIE ENERGÍA SOLAR TERMODINÁMICA**”, este equipo contiene la bomba de calor pero no el radiador de calefacción por lo cual es necesario añadir el disipador para de la misma marca que funcione sin inconveniente, el estimado de inversiones se muestra en la tabla 6.7 para una importación terrestres, cuyo país de origen proviene de Portugal.

Tabla 6.7. Rubros del equipo SolarBox.

Modelo SolarBox	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Final \$
Panel solar termodinámico	1	1 075	1 075
Bomba de calor	1	3 225	3 225
Radiador de calefacción	1	800	800
		Total de equipos	5 100

	IVA en Portugal al 13%	663
	Costo de impuesto ADUANA 12,5%	637.5
	Costo de Transporte	120
	Total de inversión	6 520.5

Fuente: Autores.

6.2.4.1.2. Panel térmico

Según los datos obtenidos anteriormente, el equipo que cubre la demanda térmica con respecto a colectores solares es el modelo “GH 200 IP” de la empresa “SOMEX ENERGY S.A.”, este equipo contiene los colectores solares que se encargan de calentar el refrigerante para acoplar, ya sea a un suelo radiante o un radiador de calefacción, para este proyecto se considera el radiador de calefacción que puede ser acoplado sin restricciones de tipo o marca, el estimado de inversiones se muestra en la tabla 6.8, es importante mencionar que la empresa distribuidora se encuentra dentro de Ecuador.

Tabla 6.8. Rubros Panel Térmico.

Modelo GH 200 IP	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Final \$
Colector solar	1	2 550	2 550
Radiador de calefacción	1	300	300
		Total de equipos	2 850
		IVA 12 %	342
		Total de inversión	3 192

Fuente: Autores.

6.2.4.1.3. Panel híbrido

Según los datos obtenidos anteriormente, el equipo que cubre la demanda térmica con respecto a colectores solares es el modelo “PVT-2” de la empresa “EndeF.”, este equipo cumple la

función de colector solar y panel fotovoltaico para ser acoplado a un radiador de calefacción, el estimado de inversiones se muestra en la tabla 6.9, es importante mencionar que este panel se encuentra en fase beta en su país de origen España, se contactó al distribuidor, el cual supo manifestar que por el momento no se encuentra en venta internacional lo cual es imposible para su importación.

Tabla 6.9. Rubros Panel Híbrido.

Modelo PVT-2	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Final \$
Panel híbrido	1	898	898
Radiador de calefacción	1	300	300
		Total de equipos sin importación	1 198

Fuentes: Autores.

6.2.4.1.4. Panel fotovoltaico

Debido a que el panel fotovoltaico es un equipo indirecto, se considera una calefacción convencional que cubra la demanda térmica y a su vez se procede a citar el inversor necesario para tener continuidad de funcionamiento del equipo, el modelo para el inversor es “**InfiniSolar V LV 3 KVA/2.4 KW**” de la empresa “**MATRIX ENERGY SYSTEMS SAS**”, y para la calefacción el modelo “**FIREPLACE HEATER**” y su distribuidor es venta en línea, el estimado de inversiones se muestra en la tabla 6.10, es importante mencionar que este inversor es de país de origen Bogotá-Colombia.

Tabla 6.10. Rubros Modelo InfiniSolar.

Modelo InfiniSolar V LV 3KVA/2.4KW	Cantidad	Precio Unitario \$	Precio Final \$
Inversor	1	1 105.38	1 105.38
		IVA en Colombia al 19%	257.62
		Costo de impuesto ADUANA 12 %	163.56

		Transporte	80
Modelo FIREPLACE HEATER			
Calefactor	1	100	100
		Total de inversión	1 706.56

Fuente: Autores.

6.2.5. Metodología de cálculo para el diseño de calefacción por paneles fotovoltaicos

6.2.5.1. Irradiación

Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. En este caso corresponde a radiación proveniente del sol, la cual se puede percibir en forma de calor o luz (visible o no visible, lo cual dependerá de cada longitud de onda en particular). Su unidad de medida en el sistema internacional es W/m^2 . [8]

En la Figura 6.8 se puede apreciar la insolación global de nuestro país, pero para realizar nuestro presente estudio se consideró la zona de la Provincia de Cotopaxi donde los valores de insolación global me van desde los 4050 ($Wh/m^2/día$) hasta un valor máximo 5100 ($Wh/m^2/día$). [8] [17].

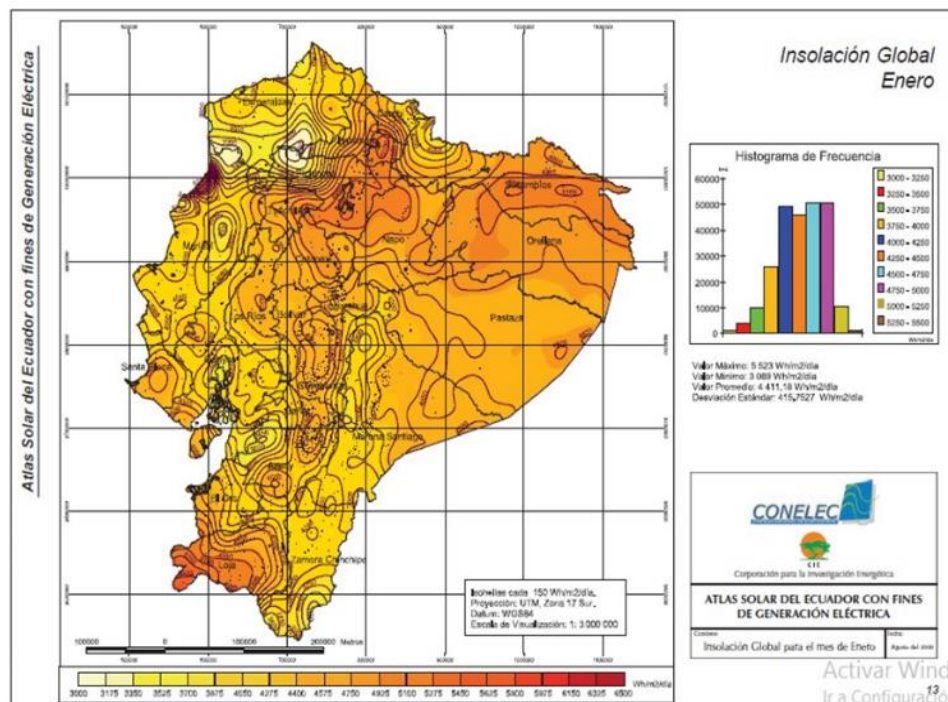


Figura 6.8. Mapa solar del Ecuador.

Fuente: [9] [17].

6.2.5.2. Insolación

La Insolación corresponde a la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). En otras palabras, es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un intervalo de tiempo dado. Su unidad de medida es el Watts-hora por metro cuadrado (Wh/m²). La insolación también se expresa en términos de horas solares pico. Una hora solar de energía es equivalente a la energía recibida durante una hora, a una irradiación promedio de 1 000 W/m². La energía útil que entrega los paneles fotovoltaicos es directamente proporcional a la insolación incidente [8] [17].

Para calcularla se puede asumir que no hay atmósfera o que se mide en la parte alta de ella y se denomina insolación diurna o anual no atenuada, otra forma es medir en la superficie de la Tierra teniendo en cuenta la presencia de la atmósfera, en este caso se denomina insolación atenuada siendo más complejo calcularla. En la Figura 6.9 se muestra la insolación correspondiente a un día, la cual es representada por el área amarilla de la figura. [8] [17].

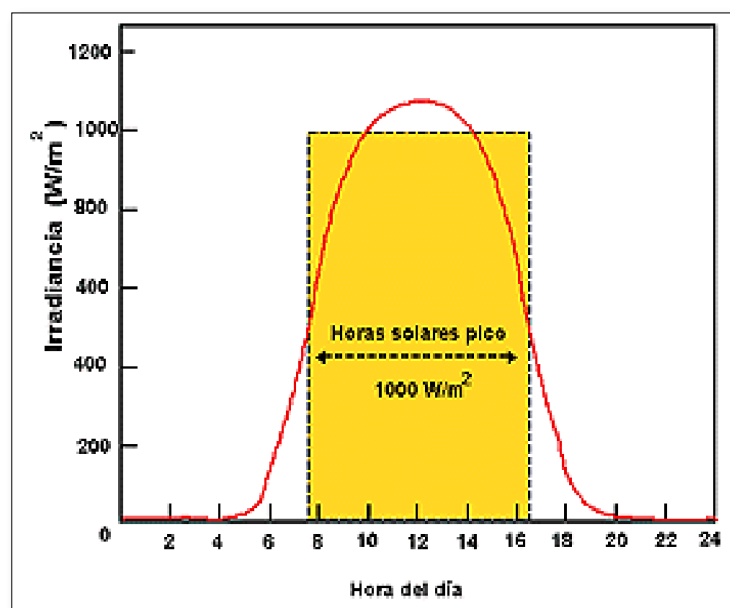


Figura 6.9. Curva de Irradiación Diaria y horas solares pico.

Fuente: [8] [17].

La insolación es un parámetro muy importante en el diseño de sistemas solares. Los factores climáticos y el ángulo de posicionamiento del panel con respecto al sol afectan en demasía la insolación sobre la superficie de captación. En zonas de poco sol, ya sea por nubes, neblina u otro factor, la insolación promedio en un periodo de tiempo es menor. En días de invierno los niveles de insolación promedio son considerablemente menores en comparación a los días de verano, esto se da para lugares cuya latitud sea mayor a los 15 °. [17]

La irradiación es la magnitud para describir la potencia incidente por unidad de superficie de cualquier tipo de radiación electromagnética (W/m^2), la insolación es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un tiempo determinado (Wh/m^2), la insolación es un parámetro muy importante al momento del dimensionamiento del uso de paneles solares. [8] [17].

6.2.5.3. Instalaciones aisladas de la red eléctrica

Una instalación solar fotovoltaica aislada es un sistema de generación de corriente sin conexión a la red eléctrica que proporciona al propietario energía procedente de la luz del sol. Normalmente requiere el almacenamiento de la energía fotovoltaica generada en acumuladores solares -o baterías- y permite utilizarla durante las 24 horas del día. Estas instalaciones fotovoltaicas aisladas son ideales en regiones donde la conexión a la red eléctrica no es posible o no está prevista debido a los altos costes de desarrollo de la construcción de los sistemas eléctricos de la línea, especialmente en las zonas rurales remotas. Son utilizadas en sectores alejados, que no tienen acceso a la red eléctrica [17] [20].

Esto puede ser apreciado en la Figura 6.10. Las instalaciones aisladas de la red dan lugar a dos tipos de suministros según sea el tipo de distribución:

El Sistema descentralizado.

Al contrario del sistema centralizado, en este caso se instala individualmente el sistema completo en la vivienda o lugar a energizar. Los costos en este tipo de instalaciones son más altos [17].

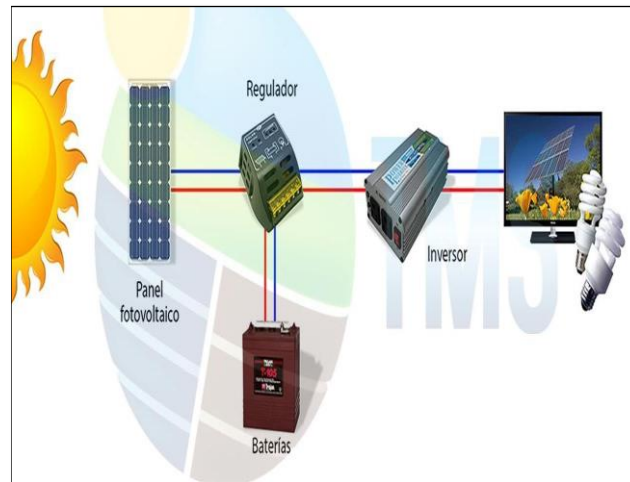


Figura 6.10. Instalación Fotovoltaica Aislada de la Red Eléctrica.

Fuente: [17] [20].

Equipos Necesarios para una Instalación Fotovoltaica:

Paneles fotovoltaicos.

Al grupo de células fotoeléctricas o celdas fotovoltaicas se le conoce como panel fotovoltaico. Los paneles fotovoltaicos consisten en una red de células conectadas como circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor deseado (usualmente se utilizan 12 V a 48 V) a la vez que se conectan varias redes como circuito paralelo para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de proporcionar el dispositivo. La eficiencia de conversión media obtenida por las células disponibles comercialmente (producidas a partir de silicio monocristalino) está alrededor del 16 %. La vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, período a partir del cual la potencia entregada disminuye. El tipo de corriente eléctrica que proporcionan es corriente continua, por lo que si necesitamos corriente alterna o aumentar su tensión, tendremos que añadir un inversor y/o un convertidor de potencia [17] [21] .

Regulador.

El controlador de carga es un elemento propio de las instalaciones fotovoltaicas autónomas. También se le conoce como carga. Al tratarse de una instalación en que la energía generada por los módulos fotovoltaicos no se suministra directamente a la red eléctrica se van a necesitar baterías. Para poder cargar las baterías de un modo seguro los controladores de carga desempeñan un papel fundamental tanto en el proceso de carga como en el de descarga de las baterías. El controlador de carga es el que limita la energía que se le suministra a la batería ya que cuando la batería ya está cargada, si se le sigue suministrando energía, se calienta y se

podría generar una situación peligrosa. Dentro del apartado de energía solar fotovoltaica, podréis encontrar más información sobre los reguladores de carga [17] [21].

Baterías de ciclo profundo.

Las baterías en un sistema de energía solar fotovoltaica es la de acumular la energía producida por los paneles fotovoltaicos durante las horas de Sol para poderla utilizar durante la noche o en días nublados. El uso de baterías también permite proveer una intensidad de corriente superior que la que puede ofrecer un panel fotovoltaico en funcionamiento. Este sería el caso si se utilizaran varios aparatos eléctricos en un mismo instante. Una batería consta de pequeños acumuladores de 2 V integrados en el mismo elemento; tiene corriente continua a 6, 12, 24 o 48 V. El acumulador es la celda que almacena energía a través de un proceso electroquímico. De este modo, cuando hablamos de una batería de 12V, estamos hablando de un conjunto en serie de 6 celdas de 2 V cada una. [17] [21].

Una batería de ciclo profundo, en su estado máximo de carga, puede proveer energía eléctrica durante unas 20 horas continuas. El ciclo corresponde al tiempo que tarda la batería en descargarse a sus niveles mínimos (hasta el 80 % de su capacidad total de carga, de ahí el nombre de ciclo profundo) y luego volver a cargarse al 100 % de su capacidad [17] .

Cálculo de la batería del sistema fotovoltaico.

La batería es el elemento más importante de cualquier instalación fotovoltaica aislada de la red. No solo determinan la cantidad de energía que se puede almacenar al sistema, sino que también determinan en gran medida el tipo de paneles solares que se utilizarán. Para determinar la capacidad de la batería del sistema tanto en potencia como en corriente es necesario conocer acerca de los días de autonomía en el sistema de energía solar que seguirá abastecimiento de energía sin recibir la radiación solar El voltaje de las baterías es una de las constantes del sistema la misma que permite definir el nivel de voltaje con la que van a operar cada uno de los elementos y por ende ayudará a establecer el tipo de conexión la que se conectaran los paneles solares [17] [21].

Inversor.

Este elemento permite convertir la corriente continua (CD) en alterna (CA), dado que los sistemas fotovoltaicos nos entregan corrientes continuas es necesario realizar esta conversión para la utilización de los aparatos eléctricos comunes. Los inversores son dispositivos electrónicos los cuales permiten interrumpir las corrientes y cambiar su polaridad, de acuerdo a si el sistema fotovoltaico va a estar aislado de la red podemos utilizar inversores de baja Voltaje (12, 24, 32, 36 o 48 V) generada por las placas fotovoltaicas y la acumulada en las

baterías, a corriente alterna de una magnitud y frecuencia necesaria, 110 Volts y 60 Hz de frecuencia. Esto es necesario para poder utilizar los equipos eléctricos de corriente alterna. [20]

Un inversor está formado por las siguientes etapas:

- Etapa Osciladora: cumple la función de generar los pulsos a una frecuencia similar a la frecuencia de la red eléctrica donde será conectada, a 60 Hz, o ciclos por segundo.
- Etapa Amplificadora: está formada por transistores que cumplen la función de amplificar la señal pulsante de la etapa osciladora, a un nivel suficiente como para excitar a la sección elevadora de voltaje.
- Etapa elevadora de Voltaje: un transformador de voltaje se encarga de elevar la tensión a 120 volt, para que de esta forma se puedan conectar artefactos eléctricos que trabajen a 120 volt y 60 Hz. A la salida se obtiene una señal senoidal de características casi similares a la de la red eléctrica [17].

6.2.5.4. Posicionamiento y Orientación de los PV y condiciones óptimas para un mejor aprovechamiento de la energía solar.

Debido a que los paneles solares fotovoltaicos basan su funcionamiento en la luz y energía proveniente del sol, la energía eléctrica entregada será proporcional a la cantidad de luz que reciban sobre su superficie captadora. Es por esto que mientras mayor sea la energía irradiada sobre el panel, mayor será la cantidad de energía eléctrica que se obtenga a su salida [17].

Sistema de puesta a tierra

Puesta a tierra significa el aterramiento físico o la conexión de un equipo a través de un conductor hacia tierra. La tierra está compuesta por muchos materiales, los cuales pueden ser buenos o malos conductores de la electricidad pero la tierra como un todo, es considerada como un buen conductor. Por esta razón y como punto de referencia, al potencial de tierra se le asume cero. La resistencia de un electrodo de tierra, medido en ohmios, determina que tan rápido, y a que potencial, la energía se equipara. De esta manera, la puesta a tierra es necesaria para mantener el potencial de los objetos al mismo nivel de tierra [17].

En síntesis, los Sistemas de Puesta a Tierra nos protegen de Sobretensiones (Perturbaciones), de manera de garantizar:

- Protección al personal y a los equipos.
- Fijar un potencial de referencia único a todos los elementos de la instalación.
- Para cumplir con esto, las redes de tierra deben tener 2 características principales:
- Constituir una tierra única equipotencial.

- Tener un bajo valor de resistencia.
- Se aclara que la resistencia del suelo varía con la temperatura, la humedad y la acumulación de sales [17].

Dimensionamiento de conductores

En el dimensionamiento de los conductores intervienen la sección nominal mínima del conductor, la capacidad de conducción de corriente del conductor en régimen permanente, la caída de voltaje en el conductor, la protección del conductor contra sobrecarga y la protección del conductor contra cortocircuito.

A fin de considerar un circuito correctamente dimensionado, es necesario atender los requisitos anteriores, donde cada uno impacta en el resultado final del tamaño del conductor. Se considera como la sección nominal final aquella que es la mayor sección entre las obtenidas.

El dimensionamiento técnico del conductor resulta casi siempre en la menor sección nominal que no compromete la seguridad, la calidad y la durabilidad de la instalación eléctrica. Pero cuanto menor sea la sección del conductor, mayor será su resistencia eléctrica. En consecuencia, mayor será la pérdida de energía a lo largo del circuito y durante la vida útil de la instalación

Estructura de los soportes

Las estructuras se las va a dimensionar de acuerdo al tipo de paneles, ya que se debe realizar con las medidas reales [17] [21].

7. HIPÓTESIS

La implementación de un sistema de calefacción central (CC) mediante el uso de energía solar procederá a la incorporación de equipos innovadores de fuentes de energías alternativas, obteniendo un ahorro en relación al consumo de energía eléctrica convencional.

8. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

8.1. Métodos de Investigación

El desarrollo de la investigación se realizó mediante los siguientes métodos investigativos: inductivo - deductivo y analítico - sintético.

8.1.1. Método inductivo – deductivo

El método inductivo: mediante el diseño y elaboración de la calefacción central por medio de paneles solares, al observar el comportamiento de este se puede decir que la creación de este proyecto ayuda a la generación de energías renovables.

El método deductivo: La energía solar por medio de calefacción central permite generar calefacción en los laboratorios de la UTC, lo cual permite aseverar que su implementación permitirá aportar de manera positiva en la transformar de la energía solar en beneficio de la universidad y del medio ambiente.

Lo métodos citados permiten reflejar los propósitos de la investigación y sus posibles soluciones al aplicarse técnicas y herramientas de investigación.

8.1.2. Método analítico y sintético

Los métodos utilizados en la investigación permiten obtener información de fuentes confiables en base a estudios previos de diversos autores, para la presente se utiliza los siguientes tipos de investigación: Bibliográfica-documental, exploratoria, descriptiva, propositiva.

8.2. Tipos de Investigación

8.2.1. Investigación Bibliográfica-documental

La información obtenida para la realización de la investigación se obtuvo a través de tesis, trabajos de grado, libros, artículos científicos, investigaciones realizadas por organizaciones dedicadas al tema, fuentes actualizadas en temas tanto de energías renovables y generación de nuevas alternativas de energía.

8.2.2. Investigación Exploratoria

Durante el desarrollo de la investigación diseño y posterior implementación se pudo determinar que existe una gran posibilidad de generar calefacción central en todo el laboratorio e incluso en un futuro se podría implementar en otras áreas de la universidad. La necesidad de contribuir con energías renovables e inofensivas con el medio ambiente abre una brecha en la búsqueda de alternativas de obtener nuevos conocimientos en cuanto a este tema.

8.2.3. Investigación descriptiva

Permite examinar las características del problema mediante la descripción, selección de técnicas, aplicaciones prácticas de las cuales parte una descripción, análisis e interpretar los resultados obtenidos en términos claros y precisos. La cual en lo posterior permite aportar con el conocimiento científico planteado por autores que abordaron la temática en el pasado. La información base será la investigación bibliográfica documental de la calefacción central y energías renovables.

8.2.4. Investigación Propositiva

Se presenta como investigación propositiva porque busca aportar con la solución de problemas de impacto a través de la búsqueda de energías alternativas que vayan en beneficio tanto de la universidad como del medio ambiente, generando una solución tanto para el ahorro de energía y el cuidado medioambiental.

8.3. Técnicas de Investigación:

8.3.1. Observación Directa- Indirecta y Participativa:

La Observación es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis, observar es muy importante en todo proceso investigativo porque permite

Se aplica la observación directa porque durante la investigación se ha tenido que visitar el lugar en donde se diseñara e implementara la Calefacción Central (CC), con el objetivo de conocer sus características principales. Indirecta porque se ha tomado como antecedente investigaciones relacionadas con el tema propuesto en libros, tesis, artículos y todos aquellos que se contemplan en la investigación bibliográfica documental.

Participativa porque busca vincular el conocimiento con la solución de los problemas observados.

8.4. Instrumentos de Investigación:

Entre los instrumentos de investigación que se utilizó tenemos:

- Grabaciones en las cuales se especifica características, dimensiones, del diseño y lugar de implementación de la Calefacción Central (CC)
- Fotografías de los avances del proyecto.
- Listas de chequeo de Datos que estén acorde a los planteados en el proceso.
- Escalas de medición tanto con límites superiores e inferiores.

9. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

9.1. Determinación de la Energía requerida para el Sistema fotovoltaico

En la Tabla 9.1 se detalla el consumo de la carga que se estima en el diseño del sistema, se estima que se utilizará en forma simultánea un 100 % del consumo total considerado por concepto de calefacción, el equipo de calefacción a utilizar nos da como referencia de potencia que de acuerdo al nivel de temperatura que se usa que va desde los 15 °C hasta 35 °C lo cual

corresponde a un consumo aproximado de 350 – 400 W, es necesario aclarar que el calefactor cubre un área de 2 a 8 m^2 lo cual implica que cubre el 80 % del laboratorio de energías alternativas de la UTC.

Tabla 9.1. Estimación de Consumo de Energía para el laboratorio.

Descripción del equipo	Potencia (W)	Número de equipos	Horas/día función	Consumo (Wh/día)
Calefactor	400	1	3	1 200
Total	400		Energía Total	1 200

Fuente: Autores.

Una vez estimado el consumo energético total teórico del sistema (ET (Wh)), es necesario calcular el consumo real (E) que tendrá el laboratorio una vez realizada la instalación fotovoltaica, esto es, considerando además el consumo de los equipos propios de la instalación (inversor, baterías, otros), producto de las pérdidas asociadas al funcionamiento.

Para esto, se utilizará la Ecuación 9.1:

$$E = \frac{ET}{R} [Wh] \quad (9.1)$$

Dónde:

E: consumo de energético real [Wh].

R: factor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica

ET: consumo energético total teórico del sistema [Wh].

Para encontrar R (factor de rendimiento de la instalación fotovoltaica se aplicará la ecuación 9.2).

$$R = (1 - kb - kc - kv) * \left(1 - \frac{ka*N}{Pd}\right) \quad (9.2)$$

Dónde:

R: factor de rendimiento global de la instalación fotovoltaica

kb: Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador.

- 0.05 para sistemas que no demanden descargas intensas.



- 0.1 para sistemas con descargas profundas

kc: Coeficiente de pérdidas en el inversor:

- 0.05 para inversores con onda sinusoidal pura, en régimen óptimo de trabajo.
- 0.1 para inversores en otras condiciones de trabajo.

kv: Coeficiente de pérdidas varias. Se consideran pérdidas como efecto joule, rendimiento global de la red, etc.

- 0.05 a 0.15 (valores de referencia)

ka: Coeficiente de auto-descarga diaria:

- 0.002 para baterías de baja auto-descarga (ej. Ni-Cd)
- 0.005 para baterías estacionarias de plomo-ácido
- 0.012 para baterías de elevada autodescarga (ej. de automotores)

N: número de días de autonomía de la instalación.

Pd: Profundidad de descarga

Días en que el sistema trabajará bajo condiciones de irradiación mínimas (días nublados continuos), se consumirá más energía de la que se genera. Profundidad de descarga diaria de la batería no deberá exceder el 80 % de su capacidad nominal, a fin de evitar afectar la vida útil del banco de baterías. [17]

Los valores utilizados para los cálculos son los siguientes:

kb: 0.1

kc: 0.05

kv: 0.05

ka: 0.005

N: 1

Pd: 0.8

Por lo tanto, y según la Ecuación 18, el rendimiento de la instalación será:

$$R = (1 - 0.1 - 0.05 - 0.05) * \left(1 - \frac{0.005 * 1}{0.8}\right) = 0.795$$

De acuerdo a la ecuación 17, se calcula la energía real consumida (E):

$$E = \frac{1200}{0.795} = 1509.43 [Wh]$$

9.2. Cálculo del Banco de Baterías

Al ya conocer el valor real del consumo de energía en la instalación es posible calcular la capacidad del banco de baterías (Cbat) necesario para acumular la energía generada por el sistema se consideró para un día de autonomía, esto lo obtenemos aplicando la Ecuación 9.3.

[17]

$$Cba = \left(\frac{E * N}{V * Pd}\right) [Ah] \quad (9.3)$$

Dónde:

Cbat: capacidad del banco de baterías [Ah].

E: Consumo de energético real [Wh].

N: Números de días de autonomía de la instalación.

V: Nivel de voltaje de la batería [V].

Pd: Profundidad de descarga diaria de la batería [%].

Para el número de días de autonomía se considera que el equipo debe funcionar un máximo de 12 horas al día por lo cual el número de días queda de la siguiente manera:

<i>día</i>	--	<i>horas</i>
1	--	24
N	--	12

$$N = \left(\frac{1 * 12}{24}\right) = 0.5 \text{ días}$$

Aplicando la ecuación 19, capacidad del banco de baterías (Cbat) nos queda:

$$Cba = \left(\frac{1509.43 [Wh] * 0.5}{12 V * 0.8}\right) = 78.6161 [Ah]$$

9.3. Cálculo de los Paneles Solares

Como ya se obtuvo la capacidad del banco de baterías tomando en cuenta lo indicado anteriormente porque se elige hasta 100 Ah para el inversor, pero para cálculos correspondientes al panel solar se toma el Amperaje calculado, se procede a calcular la cantidad de paneles solares necesarios para la instalación. Para esto se hará uso de los datos obtenidos de la irradiación solar diaria promedio de la Ciudad de Latacunga, los cuales son indicados en la Tabla 9.2. Las mismas que se extrajeron del mapa de insolación global en la que se indican los (Wh/m²/ día). [17]

Tabla 9.2. Irradiación solar mensual para la ciudad de Latacunga.

INSOLACIÓN GLOBAL DEL AÑO 2008	
Mes	(Wh/m²/ día).
Enero	4 750
Febrero	4 575
Marzo	4 650
Abril	4 350
Mayo	4 200
Junio	4 050
Julio	4 350
Agosto	4 650
Septiembre	5 100
Octubre	4 800
Noviembre	5 100
Diciembre	4 800
Promedio	4 614.58

Fuente: [17].

A los datos indicados en la Tabla 9.2, se le deberán descontar las pérdidas de Radiación por concepto de Orientación e Inclinación de los paneles, junto con las pérdidas por sombras. Antes

de realizar los cálculos, es necesario indicar algunos datos mínimos para realizar el diseño, estos son:

- **Latitud:** -0.932 Norte
- **Longitud:** -78 606 Este
- **Elevación:** 1 686 metros

De los valores obtenidos de los mapas de radiación solar por lo general se obtiene el promedio más bajo en todo el año considerando la radiación más crítica aplicada en ese sector, con este factor se procede a determinar la hora solar pico (HSP) que posee una equivalencia de 1 000 $W/m^2/día$ está constante se la divide para la irradiación solar promedio obtenida con el fin de tener las horas pico de irradiación y por ende la potencia del panel solar.

$$HSP = \left(\frac{Irradiación\ Promedio}{1000\ w/m^2/día} \right) \quad (9.4)$$

Dónde:

HSP: Hora solar pico [h].

E: Consumo de energía real [Wh].

Reemplazando los valores obtenidos del atlas solar para la irradiación solar y la potencia total instalada. De la Tabla 16 se obtiene los siguientes datos, se considera la insolación global más crítica ya que el sistema es aislado el valor es de 4 050 $Wh/m^2/día$, según el Atlas solar con fines de generación eléctrica, ARCONEL.

$$HSP = \left(\frac{4\ 050\ Wh/m^2\ /día}{1\ 000\ w/m^2/día} \right) = 4.05\ [h]$$

La potencia del módulo fotovoltaico (P_{mod}) está en función al consumo de la energía real del sistema y las Horas Solares Pico, multiplicado por un factor de 1.25 se calcula aplicando la ecuación 21.

$$P_{mod} = 1.25 \left(\frac{E}{HSP} \right) \quad (9.5)$$

Donde:

P_{mod}: Potencia del módulo fotovoltaico [Wp].

Por lo tanto:

$$P_{mod} = 1.25 \left(\frac{1509.43}{4.05} \right) = 465.873 [Wp]$$

Conocido las Horas Solares Pico (HSP), las que corresponden a las horas solares equivalentes por día, en base a un nivel de radiación estándar de 1000W/m². Las HSP calculada mediante la aplicación de la ecuación 4, se obtendrá el número de paneles solares por la Ecuación 9.6. [17]

$$NP = \left(\frac{E}{0.9 * Wp * HSP} \right) \quad (9.6)$$

Dónde:

NP: Número de paneles solares [Unidad]

E: Consumo de energía real [Wh].

W_p: Potencia pico del panel solar [W].

HSP: Hora solar pico [h].

Donde W_p corresponde a la potencia pico del panel. Para lo cual se considerará un panel de 270 W_p, además se realizará un cálculo para la condición más desfavorable en términos de HSP, es decir, para el mes de junio, lo cual es recomendable para abastecer de energía eléctrica durante todo el año.

Por lo tanto:

$$NP = \left(\frac{1509.43}{0.9 * 270 Wp * 4.05h} \right) = 1.53 \approx 2 [Unidades]$$

Los paneles fotovoltaicos que van a cubrir la potencia requerida por el sistema son de 270 vatios pico de potencia con un total de cuatro paneles solares, que dan una potencia total de 540 en el sistema.

9.4.Cálculo del Controlador de Carga

Para estimar el Controlador de carga necesario en el sistema, se utilizará los datos indicados por el fabricante del panel solar a utilizar, específicamente se centrará en la corriente de

cortocircuito (I_{sc}), luego este valor será multiplicado por la cantidad de paneles necesarios para la instalación. Esto se puede observar en la Ecuación 9.7.

$$I_{max} = I_{sc} * NP \quad (9.7)$$

Dónde:

I_{max} : Corriente máxima del controlador de carga (A).

I_{sc} : Corriente de corto circuito del panel solar (A).

NP: Numero de paneles solares Instalados (Unidad)

Por lo tanto:

Para NP=2, $W_p=270$, $I_{sc}=9.09$ [A]

Aplicando la ecuación 9.7 se obtiene la corriente máxima del controlador de carga

$$I_{max} = 9.09 \text{ [A]} * 2 = 18.18 \text{ [A]} \approx 20 \text{ [A]}$$

Acorde al valor de corriente obtenido se requiere un controlador de carga estándar de 20 Amperios en adelante con un nivel de voltaje que va desde los 12 VDC hasta los 60 VDC máximo de corriente continua.

9.5.Cálculo del Inversor de corriente

La potencia del inversor se determina con el valor de la potencia máxima instalada de acuerdo a la planilla del cálculo de la Estimación de Consumos para el laboratorio, de la cual se podrá decir que el máximo consumo instantáneo puede alcanzar los 400 W.

El primer factor es el de reserva que por lo general es el 25 % de la potencia de carga. El segundo factor es el número de veces que se considera la potencia al momento del arranque de cualquier electrodoméstico, llegando a la Ecuación 9.8 que se detalla a continuación:

$$P_{inv} = 1.25 * (P_{inst} * 3) \text{ [W]} \quad (9.8)$$

Dónde:

P_{inv} : Potencia del inversor de corriente [W].

P_{inst} : Potencia Instalada en el sistema [W].

Por lo tanto, remplazando los valores en la ecuación 9.8 se obtendrá la potencia del inversor de corriente.

$$P_{inv} = 1.25 * (400 [W] * 3) = 1500 [W]$$

9.6. Controlador de Carga e Inversor de corriente

En este proyecto se pretende usar un inversor de corriente y controlador de carga diferente a lo habitual, es decir, se plantea usar un Inversor ON/OFF GRID, este equipo contiene dentro del mismo el inversor y controlador de carga que a su vez puede conectar automáticamente de acuerdo a los límites que se establezca que entre la carga a operar ya sea con la red eléctrica convencional o con alimentación por paneles y baterías que son un respaldo para evitar que la carga salga del sistema.

Para estimar el Inversor ON/OFF GRID necesario en el sistema, se utilizará los datos ya calculados, por lo tanto, se elige el Inversor ON/OFF GRID de 3 KVA/2.4 KW que se presenta en la figura 9.1, el cual cumple con la demanda requerida por el sistema.

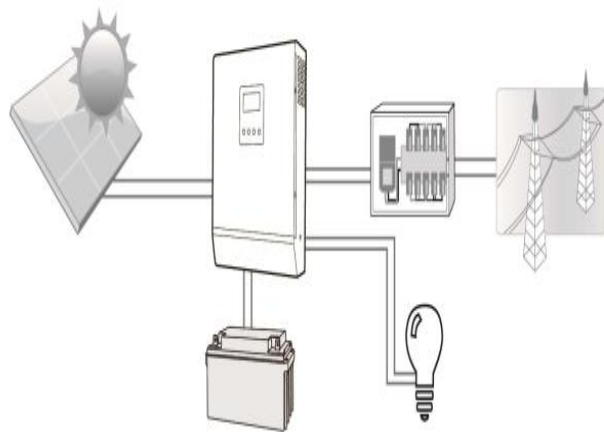


Figura 9.1. Conexión básica del Inversor ON/OFF GRID de 3 KVA/2.4 KW.

Fuente: [22].

Su manual de instalación y uso de software básico del inversor podemos encontrarlo en el Anexo I.

9.7. Conexión de los paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos se encuentran conectados en serie y paralelo como se puede apreciar en la figura 9.2, en la cual se ve los valores de voltaje y corriente obtenidos por la configuración de conexionado de los paneles.

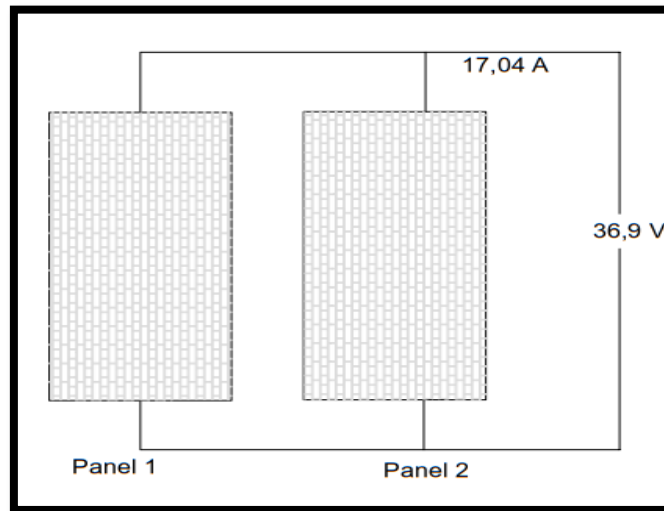


Figura 9.2. Diagrama de conexión de los paneles Fotovoltaicos.

Fuente: Autores.

9.8. Conexión de las baterías de descarga profunda

Las baterías de descarga profunda AGN se encuentran conectadas en serie, con el fin de obtener un voltaje de corriente continua de 24 V, como se puede apreciar en la figura 9.3, en la cual se ve los valores de voltaje obtenidos por la configuración de conexionado de las baterías. [17].

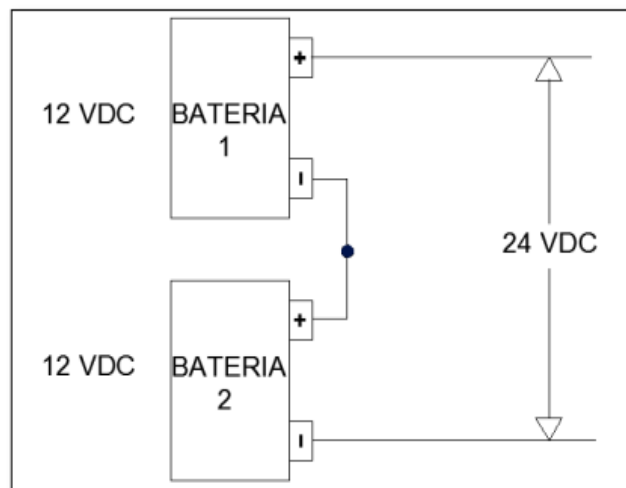


Figura 9.3. Diagrama de conexión de las baterías de descarga profunda AGN.

Fuente: [17].

9.9. Elección de los equipos

Luego de realizar el dimensionamiento del sistema se resume en la Tabla 9.3 los equipos necesarios a instalar para la alimentación del sistema completo.

Tabla 9.3. Equipos del sistema Fotovoltaico.

Ítem	Equipo	Descripción	Capacidad	Unidad	Cantidad
1	Paneles FV	De acuerdo a las condiciones del diseño del sistema se utilizaron paneles de una potencia de 270 Wp	270	Wp	2
2	Baterías	Baterías Banco de baterías, 100 Ah, 12 VDC, selladas. 100 Ah	100	Ah	2
3	Inversor ON/OFF GRID	Inversor ON/OFF GRID de 3 KVA/2.4 KW hasta 145 VAC	2.4	KW	1

Fuente: Autores.

9.10. Selección de protecciones y calibre de conductores

9.10.1. Calibre de conductor

La correcta selección del calibre de los conductores nos va a permitir que los equipos tengan un correcto funcionamiento, mejorando el rendimiento y la fiabilidad del sistema, prever que se presente situaciones de riesgo.

Para las conexiones de los paneles y baterías al inversor deben resistir corrientes altas y estar aislados a la intemperie, en este caso el polietileno reticulado (XLPE) o polietileno de cadena cruzada.

Este material conserva las excelentes propiedades eléctricas que se evidencian en el polietileno termoplástico tales como: alta resistencia dieléctrica y de aislación,

baja constante dieléctrica, bajo factor de pérdida y resistencia aumentada a la humedad. La principal ventaja que presentan los cables aislados con XLPE es el aumento de temperatura máxima de servicio (de 70 °C a 90 °C). Esto permite transportar mayor intensidad de corriente por la misma sección de conductor o transportar el mismo valor de corriente utilizando una sección menor de conductor con el consiguiente beneficio económico. [23]

Para las conexiones de los equipos complementarios del sistema los cables deben ser resistentes a la humedad y deben de estar aislados de la intemperie, en este caso el THHN es aislada con una capa uniforme de material cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Nylon. [17]

9.10.2. Caída de voltaje

Para el cálculo de caída de voltaje en el cable, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\Delta V = 2 * I * \rho * \left(\frac{L}{S} \right) \quad (9.9)$$

Donde:

L = Longitud del cable [m].

S = Sección del cable [mm²]

ρ = Resistividad del cable [$\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$]. Rho. Para un cable de aluminio, es de 0.0282

I = Intensidad [A]

El porcentaje de caída de voltaje admisible (el 1 %, 3 %, 5 % del voltaje del sistema 12.24 voltios).

Así, si tenemos un cableado de 40 m, tomando en consideración el suministro de corriente total de los paneles fotovoltaicos 17.04 A, con un cable de alimentación un conductor de conducción de fase y uno de negativo por ende la corriente es de 17.04 A, de 21.2 mm² de sección, la caída de voltaje es:

$$\Delta V = 2 * 17.04 * 0.0282 \Omega * (\text{mm}^2 \cdot \text{m} - 1) * \left(\frac{40 (m)}{21.2(\text{mm}^2)} \right) = 1.81 [V]$$

El calibre del conductor que se va a utilizar para del cableado desde los paneles fotovoltaicos hacia el controlador de carga se selecciona por términos económicos es el número 4 AWG de aluminio con el cual obtenemos una caída de voltaje de 4.9 %, esto significa que, si desde el

panel sale 36,9 V, al inversor llega 35,09 V el mismo que no sobrepasa los límites de caída de voltaje en corriente continua. Para la selección del calibre de los conductores se consideró los valores que basan en la siguiente Norma Ecuatorial de Construcción capítulo 15 (NEC-10).

Para realizar los cálculos y la selección de las protecciones, como el calibre del conductor a utilizar, se procedió a calcular la corriente que circulará por cada uno de los elementos del sistema fotovoltaico, para la selección del conductor se consideró también que la caída del voltaje no supere los límites establecidos anteriormente mencionados, como podemos observar en la tabla 9.4.

Tabla 9.4. Selección del calibre de conductores.

Circuito	Corriente de corto circuito [A]	Protección [A]	Calibre seleccionado mm²[AWG]	Tipo de cable
Panel solar a Inversor	18.18 A	20 (F)	2C 21.2(4)	XLPE
Inversor a Red	6.73 A	10 (F)	2C 3.31(12)	THHN
Inversor a Calefacción	3.33	6(F)	2C 3.31(12)	THHN
Inversor a Luminarias	10 A	10(F)	2C 3.31(12)	THHN
Inversor a baterías	100 A	Protección interna de 135 A	2C 21.2(4)	XLPE

Fuente: Autores.

9.11. Consideraciones para la instalación de un sistema solar fotovoltaico

9.11.1. Estructura del soporte

Es muy importante tener el conocimiento sobre los tipos de generación de energía alternativa, así como la instalación de sus elementos, la instalación los paneles solares fotovoltaicos.

- La estructura donde van a ser montados los paneles debe tener el ángulo correcto de inclinación con relación al calendario solar.
- La estructura metálica debe ser de un material resistente a la corrosión, se recomienda el acero galvanizado y de aluminio.

- La estructura debe ser conectada a tierra.

9.11.2. Sistema de baterías

El banco de baterías debe estar protegido por el inversor ON/OFF Grid. Estos dos elementos se encuentran protegidos del medio ambiente es decir que se encuentran ubicados en el interior del laboratorio de energías renovables.

En Tabla 9.5 se describe los parámetros de las baterías del sistema fotovoltaico:

Tabla 9.5. Parámetros técnicos de la batería.

Parámetro técnico	Modelo: 6GFM100
Carga de voltaje constante	
Uso de ciclo	14.1 – 14.4 V (25°)
Uso de espera	13.5 – 13.9 V (25°)
La corriente inicial inferior	30 [A]
Amperios Hora	100 [Ah]

Fuente: [17].

La batería está colocada sobre una base metálica hecha a un Angulo de 1" para que se asiente en la misma y no esté en el piso. Se recomienda realizar el mantenimiento cada cierto tiempo a la batería, es decir: limpie la suciedad de los bornes, evitar que personas que no pertenezcan a la institución se acercan a la misma para que no se produzcan accidentes, a los controladores también se recomienda que se los limpie para evitar que se sulfaten y puedan dar un mejor servicio.

9.11.3. Montaje de paneles fotovoltaicos sobre las estructuras de soporte

Las estructuras para soportar los paneles solares deben son metálicas de acero inoxidable, para evitar la corrosión.

Las estructuras de paneles se encuentran sujetos a la loza de la garita de la UTC con pernos y tuercas 3/16 x 1/2", este tipo de pernos de igual manera se colocan en el ajuste laterales de la estructura el cual cumple la función de cambiar los grados que se desea utilizar el panel solar.

El panel y la estructura son de diferente material por lo cual no es necesario aislarlo, se sujetan con remaches para evitar su movimiento brusco por el viento.

La altura de separación entre la estructura y la loza es de 12 cm para evitar que el agua tope con el panel solar, sus dimensiones son apreciables en el Anexo II

En la figura 9.4 se indica el esquema general del montaje del sistema fotovoltaico.

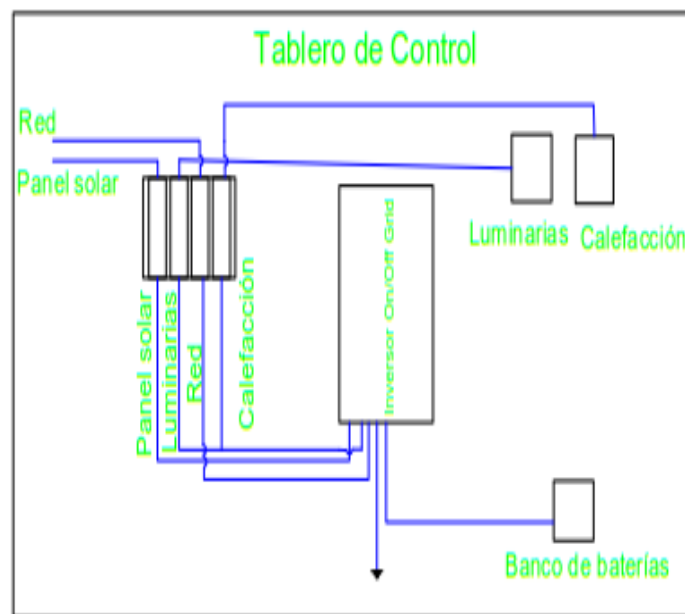


Figura 9.4. Esquema general del sistema fotovoltaico.

Fuente: Autores.

A continuación, se muestra en la figura 9.5 del estado actual del montaje de los paneles en el sitio designado.



Figura 9.5. Montaje en su correspondiente estructura de paneles fotovoltaicos.

Fuente: Autores.

9.11.4. Ubicación de los paneles fotovoltaicos

Los paneles son ubicados en consideración a que la infraestructura de laboratorios de la Institución aún se encuentra en progreso, su sitio más cercano para evitar grandes pérdidas es la Garita de guardia de la UTC, además que en este lugar no existe infraestructura que emita sombra ,por lo cual la radiación que recibe el panel es la ideal, se recomiendo en futuro ubicar en un lugar de mayor altura y más cercano evitando perdidas grandes, es por eso que se estima a dejar 5 metros enrollado del cable que conecta los paneles solares con el inversor.

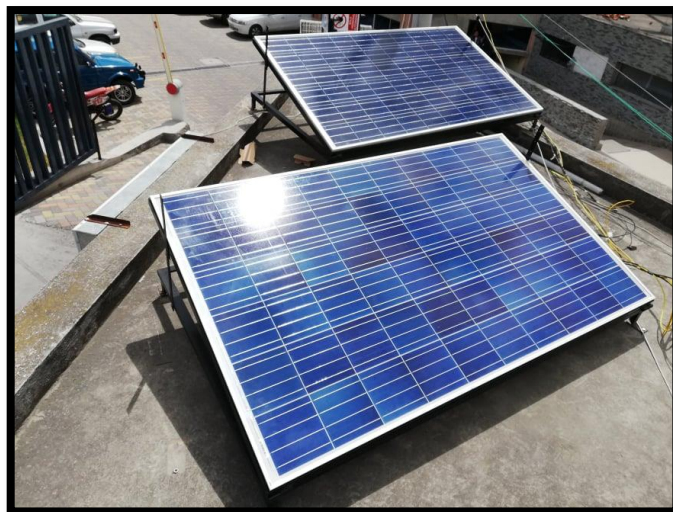


Figura 9.6. Ubicación de los paneles fotovoltaicos.

Fuente: Autores.

9.11.5. Orientación e Inclinación de los paneles Solares

Para que nuestros paneles fotovoltaicos operen al máximo, se recomienda que los paneles solares se encuentren dirigidos al norte por motivo que el país forma parte del hemisferio sur, aunque también en días nublados el panel generará electricidad, la orientación de los paneles solares es muy importante. Entre más radiación solar reciban durante todo el día más eficientes serán. [24]

Ya que Latacunga está cercana a la línea del Ecuador, cuya latitud es de cero grados, se colocará el panel con poca inclinación con un máximo de 8° , para que el agua lluvia haga el trabajo de limpieza y también evitar la acumulación de polvo. En la figura 19 se muestra un esquema de la orientación e inclinación de la misma.

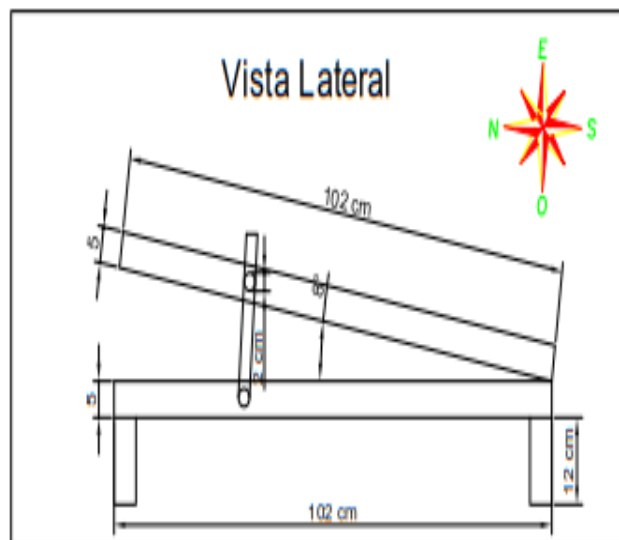


Figura 9.7. Orientación de los paneles solares.

Fuente: Autores.

9.11.6. Puesta a tierra

La puesta a tierra se realizó con una varilla Cooperweld de $5/8$ pg por 1.8 m de longitud, se aterrizó la estructura de los paneles solares, el conductor que se utilizó para conectar es un cable THHN de calibre numero 10 AWG junto a la puesta a tierra ya existente para los paneles solares de 36 celdas que se encuentran ubicados en la Garita de la UTC, como se puede ver en la figura 9.8.

El valor medido de la puesta a tierra es 18 OHMIOS, que es menor a 25 ohm que estable la norma (NEC-10).



Figura 9.8. Puesta a tierra.



Fuente: Autores.

10. RESULTADOS

Una vez concluido su construcción el equipo se sometió a pruebas con su respectiva carga de calefacción, satisfaciendo la temperatura ambiente de 15° a 22° , los cuales se pudo apreciar que el equipo tarda máximo 1 hora con 30 minutos en alcanzar dicha temperatura en tiempos bruscos como lluvia, para tiempos que se encuentran en una temperatura en los muros de exterior de 8° a 14° , el calefactor logra la temperatura ambiente de 22° en un máximo de 45 minutos.

Adicionalmente se puede apreciar en el Anexo III que la pérdida por muros baja de 22° a 17° , por lo cual se encuentra en el rango correcto a los valores calculados en la demanda térmica. En la tabla 10.1 se muestra los datos obtenidos del primer día de puesta en marcha.

Tabla 10.1. Registro de datos entregados por el inversor.

REGISTRO DE DATOS DEL INVERSOR ON-OFF GRIND InfiniSolar V LV 3KVA/2.4KW				
INGENIERÍA ELÉCTRICA		 Ingeniería Eléctrica		
Fecha: 02/07/2019	Lectura a 8° Prueba de Encendido			
NOMBRES: ANDRADE NÉSTOR CRISTIAN ESPIN				
Tensión de Entrada PV:	30.7 V	Battery discharge current:	12.0 A	
Potencia de Entrada PV:	73 V	Tensión salida red:	120 V	
Tensión de la Red:	0.0 V	AC output frequency:	60 Hz	
Frecuencia de la Red:	0.0 Hz.	AC output apparent power:	328 VA	
Tensión de la Batería:	22.8 V	AC output active power:	328 W	
Capacidad de la Batería:	34 %	Output load percent:	13 %	
Battery charging current:	0.0 A			
Potencia de Entrada PV: 73 W	Hoy:		0.013 kWh	
	Este Mes:		0.026 kWh	
	Este Año:		0.035 kWh	
	Total:		0.085 kWh	
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2019				

Fuente: Autores.

Como aspecto fundamental se pueden apreciar con los datos adquiridos se encuentra que la tensión que llega al inversor es diferente a la calculada por lo cual se cita la tabla 10.2 con los datos de caída de tensión calculada y medida.

Tabla 10.2. Caída de tensión calculada y medida.

	Tensión Calculada [V]	Tensión medida [V]
En el panel solar	36.9v	36.9V
En el inversor	35.9v	30.7V

Fuente: Autores.

Se puede apreciar que la caída de tensión medida está en un 16.80 %, este porcentaje se encuentra fuera de los rangos permitidos, por ende, se recomienda cambiar del tipo de cable, en este caso por cuestiones económicas se usó tipo aluminio que tiene mayor pérdida, es esencial que a futuro se cambie por un conductor tipo cobre.

Es necesario indicar que la calefacción se ha estimado a ser usada 3 horas diarias, el resto del día existe una energía sobrante la cual se aprecia en los datos del Anexo IV, esta energía sobrante se pretende dirigir a la luminaria del pasillo y del laboratorio de energías renovables cuya demanda eléctrica se muestra en la tabla 10.3.

Tabla 10.3. Caída de tensión calculada y medida.

	Cantidad	Potencia individual[W]	Potencia Colectiva[W]
Pasillo	10	17	170
Laboratorio	5	20	100
		Total	270

Fuente: Autores.

La potencia total es de 270 W, lo cual se encuentra dentro de la potencia calculada anteriormente, el equipo puede alimentar con los paneles solares sin dificultad alguna cuando no se utilice la calefacción, en casa de requerir la calefacción y luminaria el equipo no podrá

alimentar solo con la potencia de los paneles solares, entonces es necesario que se encuentre el inversor conectado a la red para que la energía faltante para cumplir la demanda total que sería de 670 W sea suministrada tanto por la red, los paneles y las baterías, los cuales el inversor automáticamente realiza este trabajo, ya que el equipo es capaz de suministrar energía combinada se coloca una protección de 10 A para que pueda aumentarse las luminarias que se requieran, tomando en cuenta de no exceder la potencia límite del inversor de 2 400 W. Los datos medidos se pueden apreciar en el Anexo V.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS SEGÚN SEA EL CASO):

En base a la implementación de la calefacción por paneles solares en el laboratorio de energías alternativas, se toma en cuenta los siguientes impactos que se generarán al realizar el proyecto de titulación, que se describen a continuación:

11.1. Impacto Tecnológico

Dotar de un calefactor para el laboratorio con el uso de energía solar por paneles fotovoltaicos, busca que en los futuros estudiantes tomen como iniciativa la realización de estos proyectos ya que el inversor usado en este proyecto es innovador y puede ser verificado la eficiencia del uso de esta energía renovable, para con a futuro se pueda alimentar el laboratorio de manera autónoma con energías limpias que se utilizan con mayor magnitud en la actualidad.

11.2. Impacto Ambiental

La implementación de calefacción por energía renovable en el laboratorio de energía con utilización de paneles fotovoltaicos, podrá aportar al cuidado del medio ambiente, por ser su característica principal una energía pura y limpia.

11.3. Impacto Económico

Implementar este proyecto en base a el uso de energía renovable induce a una inversión económica alta por su innovador inversor que puede abastecer la carga deseada con ayuda de la red eléctrica, adicionalmente una vez que se encuentre homologado los medidores bidireccionales con ELEPCO S.A. se podrá inyectar energía a la red, por tanto, a largo plazo lo invertido generará ahorro.

12. VALORACIÓN ECONÓMICA Y/O PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Para determinar los costos de inversión se utilizan los precios aportados por MATRIX ENERGY SYSTEMS SAS de Bogotá-Colombia, con respecto al Inversor ON/OFF GRID el cual no se comercializa dentro de Ecuador y el valor que se cita a continuación ya se encuentra los impuestos de Aduana y transporte. En relación al presupuesto podemos expresar lo siguiente:

12.1. Gastos Directos

Tabla 12.1. Gastos directos.

Detalle	Cantidad	V. Unidad(\$)	V. Total(\$)
Papel bond	100	0.05	5
Impresiones	100	0.25	25
Inversor ON/OFF GRID	1	1 500	1 500
Panel FV	2	300	600
Calefactor	1	100	100
Estructuras	2	50	100
Cable XLPE #4	70 m	2	140
Cable THHN #10	40 m	0.40	16
Protecciones	40	10	40
Caja de protecciones	1	5	5
Repisa	1	5	5
Tomacorriente	1	1.50	1.50
Canaleta pequeña	1	1.50	1.50
Canaleta mediana	2	3.00	3.00
Conector ojo de pez	6	1	6

Fuente: Autores.

12.2. Gastos indirectos

Tabla 12.2. Gastos indirectos.

Detalle	Cantidad	V. Unidad(\$)	V. Total(\$)
Alimentación	30	2.50	75.00
Combustible	50 gls.	1.85	92.5

Fuente: Autores.

12.3. Gastos Totales

Tabla 12.3. Gastos totales.

Detalle	Cantidad	V. Unidad	V. Total
Papel bond	100	0.05	5
Impresiones	100	0.25	25
Inversor ON/OFF GRID	1	1 500	1 500
Panel FV	2	300	600
Calefactor	1	100	100
Estructuras	2	50	100
Cable XLPE #4	70 m	2	140
Cable THHN #10	40 m	0.40	16
Protecciones	40	10	40
Caja de protecciones	1	5	5
Repisa	1	5	5
Tomacorriente	1	1.50	1.50
Canaleta pequeña	1	1.50	1.50
Canaleta mediana	2	3.00	3.00
Conector ojo de pez	6	1	6



Alimentación	30	2.50	75.00
Combustible	50 gls.	1.85	92.5
		Subtotal	\$ 2715.5
		I.V.A. 12 %	\$ 325.86
		Total	\$ 3041.36

Fuente: Autores.



13. CONCLUSIONES

1. El calefactor que se utiliza alcanza una temperatura ambiente a un rango de 20 °C a 22 °C con un tiempo máximo de 1 hora y 30 minutos, estando dentro del rango de pérdidas en los muros correspondientes a 17 °C, satisfaciendo la demanda térmica por el laboratorio tomando en cuenta que la habitación permaneció cerrada durante su funcionamiento.
2. El sistema fotovoltaico tiene una caída de tensión excesiva de 16.80 % debido al material de aluminio del conductor, a pesar de tener una caída alta es capaz de cubrir la potencia requerida, incluyendo la calefacción y luminarias, las cuales en horario de uso distinto son abastecidas únicamente con la energía solar.
3. El inversor ON/OFF Grid es capaz de realizar el Bypass automáticamente al detectar que la demanda de potencia es mayor a la suministrada por el equipo fotovoltaico, combinando las 3 fuentes de energías que se encuentran conectadas al inversor como son las baterías, el sistema de panel solar y la red convencional.
4. El sistema de iluminación del pasillo permanece en estado activo durante la jornada laboral que se encuentra entre las 8 am a 10 pm, por tal razón para contribuir con el ahorro energético es posible programar el equipo para que deje de suministrar energía a la carga pasado el horario mencionado, a su vez en caso de permanecer inactivo el laboratorio por un tiempo considerablemente prolongado el inversor se encuentra programado para no sobrecargar las baterías, es decir mantiene la carga en una etapa de flotación donde al llegar a su 100 % de carga deja de enviar corriente como a su vez permite variar 1 % de corriente de descarga.

14. RECOMENDACIONES

1. Si la temperatura alcanzada no es la deseada es recomendable adicionar un equipo de las mismas características para compensar las pérdidas que se dan en los muros, tomando en cuenta que al aumentar un equipo la demanda de potencia aumenta siendo necesario incluir más paneles solares al sistema.
2. Es recomendable que si se desea añadir mayor carga al inversor se verifique que se encuentre dentro de los rangos aceptables por el inversor y verificando que sus protecciones sean de los valores necesarios, para este proyecto se colocó una protección de 10 A con respecto a luminarias para su aumento futuro o cambio de potencia de tubos fluorescentes.
3. Si se desea ampliar la capacidad de generación fotovoltaica es recomendable verificar que los paneles sean específicamente de 60 celdas y cambiando el conductor que lleva la energía al inversor de material tipo cobre, para de esta manera disminuir las pérdidas por caída de tensión, asegurando un mejor desempeño del inversor.
4. Al momento el equipo cumple con la función requerida en el proyecto planteado, para mejorar su funcionamiento se recomienda a un futuro proyecto el implementar un sistema que sea capaz de automatizar la calefacción, es decir que se pueda encender automáticamente a horas establecidas como a su vez un refuerzo de poder detectar el número de personas existentes en el laboratorio de energías alternativas, para de esta manera disminuir el tiempo de funcionamiento del equipo de calefacción debido a que entre más personas existan la ganancia de calor latente aumenta y por ende se alcanza la temperatura de confort en un tiempo menor.

15. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] E. P. Latín, «Energías Renovables,» Buenos Aires, 2014.
- [2] M. d. E. y. E. Renewable, «Plan Maestro de Electricidad 2016-2025., Obtenido de Plan Maestro de Electricidad 2016-2025,»: file:///C:/Users/User-HP/Downloads/PME%202016-2025%20V_WEB.pdf,» Celec, Quito, 2017.
- [3] J. David, «Bogotá Patente n° Ley 1715- Np., 2016.27 .,» Bogotá, 2014.
- [4] EERSSA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., «“Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales”,» EERSSA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A., Loja, Enero 2012.
- [5] L. Grozdanic, «Inhabitat. Design will save the world.,» 1 4 2013. [En línea]. Available: http://inhabitat.com/germany-sets-another-solar-power-generationrecord/#13806421898231&60212::resize_frame|78-151. [Último acceso: 2019 7 3].
- [6] J. Mayorga, COLECTORES SOLARES TÉRMICOS FRENTE A PANELES SOLARES TERMODINÁMICOS. APLICACIÓN PARA ACS., ESPAÑA: Universidad Carlos III de Madrid, 2015.
- [7] S. H. O. Muñoz, «APLICACIÓN DE PANELES SOLARES TERMODINÁMICOS EN SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS,» Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2016.
- [8] S. C. SRL, «Sistemas de iluminación de bajo consumo, utilizando paneles fotovoltaicos,» Valdivia, Chile, 2010.
- [9] CONELEC, «Insolación Global,» Quito, 2018.
- [10] Golden Energy , «Panel Solar Termodinámico de Última generación,» *Golden Energy* , vol. II, n° 5, pp. 3-10, 2016.
- [11] ENERGIE ENERGÍA SOLAR TERMODINÁMICA, «SolarBox-Sistema Solar Termo dinámico para ACS,» ENERGIE, Póvoa de Varzim PORTUGAL, 2019.
- [12] O. R. M, Energías Renovables 2da edición, Madrid: Thomson, 2002.
- [13] F. D. P, Termodinámica Técnica, Santander: Universidad de Cantabria , 2004.
- [14] Revosolar, «Revosolar,» Revosolar, 10 10 2018. [En línea]. Available: <http://revosolar.com/2-tu-casa-calefaccion.php?idioma=es>. [Último acceso: 24 5 2019].
- [15] Ecoinventos, «Paneles solares híbridos, la tecnología para generar electricidad y agua caliente con una única instalación,» 1 2 2019. [En línea]. Available: <https://ecoinventos.com/panel-solar-hibrido/>. [Último acceso: 24 5 2019].
- [16] M. A. Abella, «Sistemas Fotovoltaicos,» Madrid, España, 2017.
- [17] S. C. F. J. Coloma Erazo Carlos Alexander, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR EN EL LABORATORIO DE ENERGÍA RENOVABLE DE

LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PARA EL ESTUDIO DE LOS REGÍMENES DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA RENOVABLE,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2017.

- [18] R. P. Moreno, «Energías renovables y limpias: solar, eólica, geotérmica, hidráulica, mareomotriz. Obtenido de Explicación sencilla de ¿cómo funciona un panel o placa solar fotovoltaica?,» 2012.
- [19] D. E. Enriquez, «Tecnología Una Mirada Hacia el Futuro. Obtenido de ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA,» 16 08 2011. [En línea]. Available: <http://enriquezdiego.blogspot.com/2011/10/energia-solar-fotovoltaica.html> . [Último acceso: 15 3 2019].
- [20] Krannich, « Krannich. Obtenido de FOTOVOLTAICA AISLADA,» 05 10 2017. [En línea]. Available: <https://es.krannich-solar.com/es/autoconsumo/fotovoltaica-aislada.html> . [Último acceso: 15 3 2019].
- [21] Energiza., «Energiza. Obtenido de Panel Fotovoltaico,» 5 10 2017. [En línea]. Available: <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-panelesfotovoltaicos-concepto-y-tipos> . [Último acceso: 3 15 2019].
- [22] MATRIX ENERGY SYSTEMS SAS, «Inversor ON/OFF GRID de 3KVA/2.4KW,» MATRIX ENERGY SYSTEMS SAS, BOGOTA, 2019.
- [23] MARLEW, «NT 7: Ventajas XLPE,» MARLEW, [En línea]. Available: https://www.marlew.com.ar/apendice_tecnico/notas/nt_7_ventajas_xlpe/. [Último acceso: 11 6 2019].
- [24] E. Sebastian, « Inclinacion de paneles solares en America Latina,» 4 10 2013. [En línea]. Available: [//eliseosebastian.com/](http://eliseosebastian.com/) . [Último acceso: 15 3 2019].
- [25] S. Ormeño, Aplicación de paneles solares termodinámicos en sistemas solares térmicos, Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2016.
- [26] D. Ramírez, Desarrollo de un modelo termodinámico de un sistema Termosolar Disco - Stirling, Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2015.
- [27] A. Andrade, Diseño termodinámico de un calentador solar de agua para uso residencial, México: Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, 2017.
- [28] Komfort Green Technology, 27 Febrero 2017. [En línea]. Available: <http://kgtech.es/paneles-termodinamicos-de-ultima-generacion-acs-y-calefaccion-eficientes/>. [Último acceso: 12 12 2018].
- [29] Enerfizientia, «Proyecto "Implantación de solar termodinámica en Holeles",» *ITH*, vol. I, nº 1, pp. 1-3, 2015.
- [30] O. Sauret, «Energía solar termodinámica,» 15 Febrero 2017. [En línea]. Available: www.capsolarest.com. [Último acceso: 12 12 2018].



- [31] Era Solar, «Captación de calor del foco frío Energía solar termodinámica,» *Era Solar*, vol. I, n° 1, pp. 1-3, 2016.
- [32] Solar PST, «Energía Solar Termodinámica eficiencia y ahorro energético,» *Solar PST*, vol. II, n° 4, pp. 15-17, 2007.
- [33] Grupo Koler Erko , «Energía solar sin sol,» *Grupo Koler Erko* , vol. II, n° 3, pp. 2-5, 2016.
- [34] CAPSOLAR CST, «Manual técnico y de puesta en marcha,» *CAPSOLAR CST*, vol. I, n° 2015, pp. 5-10, 2016.
- [35] A. S. Juárez, «Electronica, linternas marinas y sistemas fotovoltaicos. Obtenido de Modulos y arreglos fotovoltaicos,» 01 11 2011. [En línea]. Available: <http://slideplayer.es/slide/1078130/> . [Último acceso: 15 3 2019].
- [36] E. Collado, «Energias Renovables. Obtenido de Los efectos de la temperatura en la producción de las instalaciones fotovoltaicas,» 13 7 2015. [En línea]. Available: <https://www.energiasrenovables.com/fotovoltaica/los-efectos-de-la-temperatura-en-la-20150713> . [Último acceso: 15 3 2019].
- [37] E. Project Latín, "Energias Renovables", 2014.

16. Anexos

ANEXOS

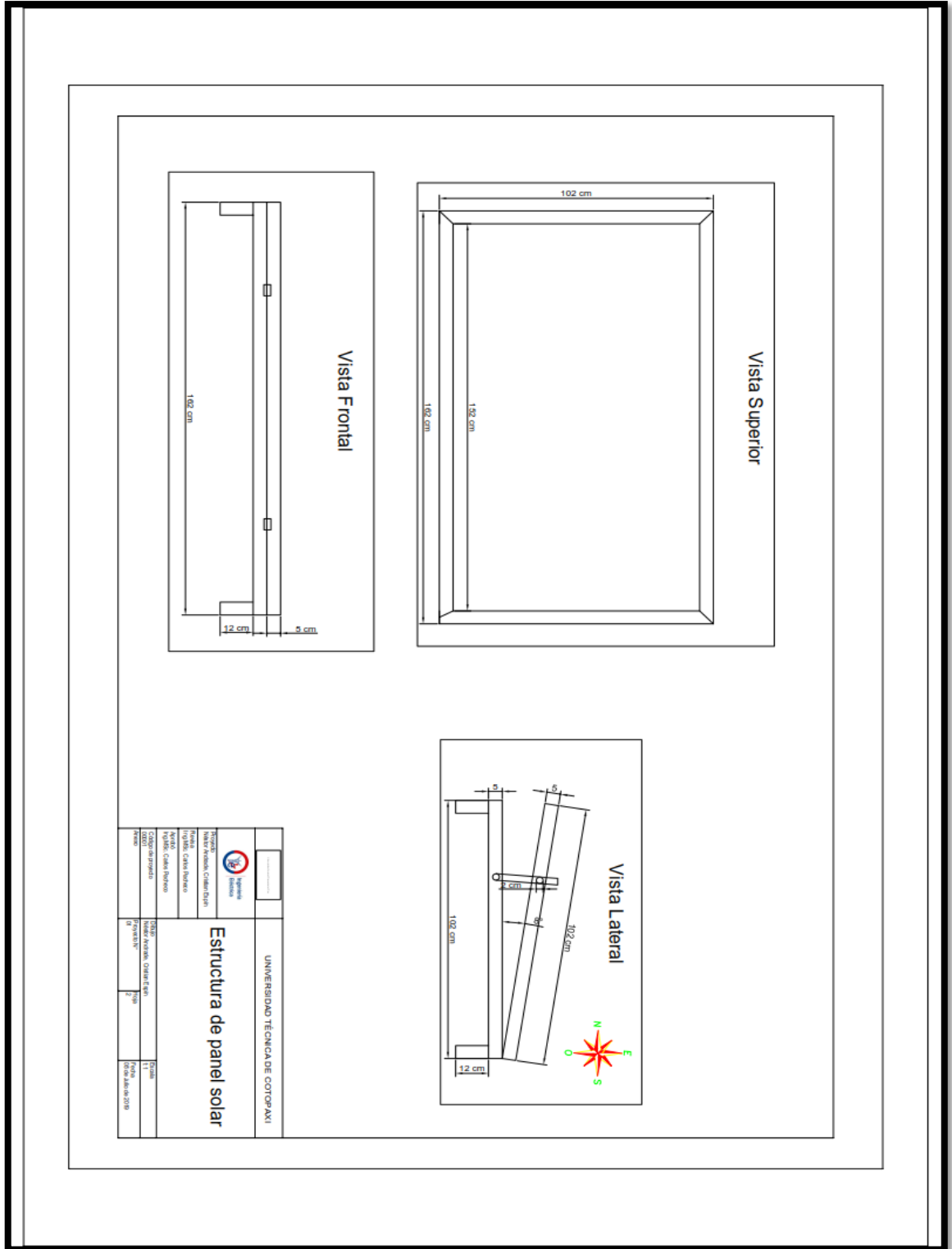
Anexo II. Tabla de propiedades termofísicas de gases a presión atmosférica.

Apéndice A ■ *Propiedades termofísicas de la materia* 839

TABLA A.4 Propiedades termofísicas de gases a presión atmosférica^a

T (K)	ρ (kg/m ³)	c_p (kJ/kg · K)	$\mu \cdot 10^7$ (N · s/m ²)	$\nu \cdot 10^6$ (m ² /s)	$k \cdot 10^3$ (W/m · K)	$\alpha \cdot 10^6$ (m ² /s)	Pr
Aire							
100	3.5562	1.032	71.1	2.00	9.34	2.54	0.786
150	2.3364	1.012	103.4	4.426	13.8	5.84	0.758
200	1.7458	1.007	132.5	7.590	18.1	10.3	0.737
250	1.3947	1.006	159.6	11.44	22.3	15.9	0.720
300	1.1614	1.007	184.6	15.89	26.3	22.5	0.707
350	0.9950	1.009	208.2	20.92	30.0	29.9	0.700
400	0.8711	1.014	230.1	26.41	33.8	38.3	0.690
450	0.7740	1.021	250.7	32.39	37.3	47.2	0.686
500	0.6964	1.030	270.1	38.79	40.7	56.7	0.684
550	0.6329	1.040	288.4	45.57	43.9	66.7	0.683
600	0.5804	1.051	305.8	52.69	46.9	76.9	0.685
650	0.5356	1.063	322.5	60.21	49.7	87.3	0.690
700	0.4975	1.075	338.8	68.10	52.4	98.0	0.695
750	0.4643	1.087	354.6	76.37	54.9	109	0.702
800	0.4354	1.099	369.8	84.93	57.3	120	0.709
850	0.4097	1.110	384.3	93.80	59.6	131	0.716
900	0.3868	1.121	398.1	102.9	62.0	143	0.720
950	0.3666	1.131	411.3	112.2	64.3	155	0.723
1000	0.3482	1.141	424.4	121.9	66.7	168	0.726
1100	0.3166	1.159	449.0	141.8	71.5	195	0.728
1200	0.2902	1.175	473.0	162.9	76.3	224	0.728
1300	0.2679	1.189	496.0	185.1	82	238	0.719
1400	0.2488	1.207	530	213	91	303	0.703
1500	0.2322	1.230	557	240	100	350	0.685
1600	0.2177	1.248	584	268	106	390	0.688
1700	0.2049	1.267	611	298	113	435	0.685
1800	0.1935	1.286	637	329	120	482	0.683
1900	0.1833	1.307	663	362	128	534	0.677
2000	0.1741	1.337	689	396	137	589	0.672
2100	0.1658	1.372	715	431	147	646	0.667
2200	0.1582	1.417	740	468	160	714	0.655
2300	0.1513	1.478	766	506	175	783	0.647
2400	0.1448	1.558	792	547	196	869	0.630
2500	0.1389	1.665	818	589	222	960	0.613
3000	0.1135	2.726	955	841	486	1570	0.536
Amoniaco (NH₃)							
300	0.6894	2.158	101.5	14.7	24.7	16.6	0.887
320	0.6448	2.170	109	16.9	27.2	19.4	0.870
340	0.6059	2.192	116.5	19.2	29.3	22.1	0.872
360	0.5716	2.221	124	21.7	31.6	24.9	0.872
380	0.5410	2.254	131	24.2	34.0	27.9	0.869

Anexo III. Plano de estructura del panel solar.





Anexo IV. Temperatura medida en los muros del laboratorio.





Temperatura en los muros luego de poner en marcha la calefacción.

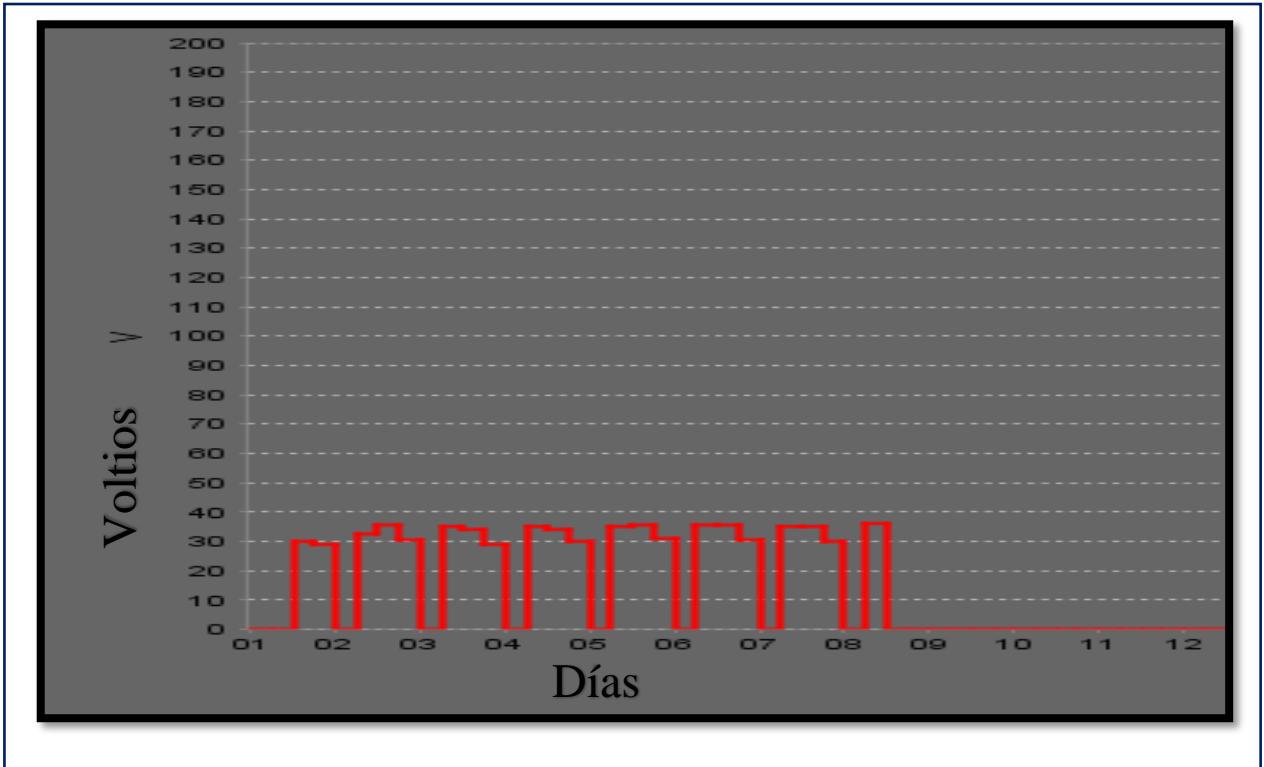
Anexo V. Registro de datos del inversor a 8°

ANEXO IV		REGISTRO DE DATOS DEL INVERSOR ON-OFF GRIND InfiniSolar V LV 3KVA/2.4KW		
INGENIERÍA ELÉCTRICA				
Fecha: 02/07/2019	Lectura a 8°			
NOMBRES: ANDRADE NÉSTOR CRISTIAN ESPIN				
Tensión de Entrada PV:	30.7 V	Battery discharge current:	0.0 A	
Potencia de Entrada PV:	184 V	Tensión salida red:	120 V	
Tensión de la Red:	0.0 V	AC output frequency:	60 Hz	
Frecuencia de la Red:	0.0 Hz.	AC output apparent power:	12 VA	
Tensión de la Batería:	24.9 V	AC output active power:	3 W	
Capacidad de la Batería:	76 %	Output load percent:	0 %	
Battery charging current:	7.0 A			
Potencia de Entrada PV: 184 W	Hoy:	0.859 kWh		
	Este Mes:	0.871 kWh		
	Este Año:	0.88 kWh		
	Total:	0.93 kWh		
				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
2019				

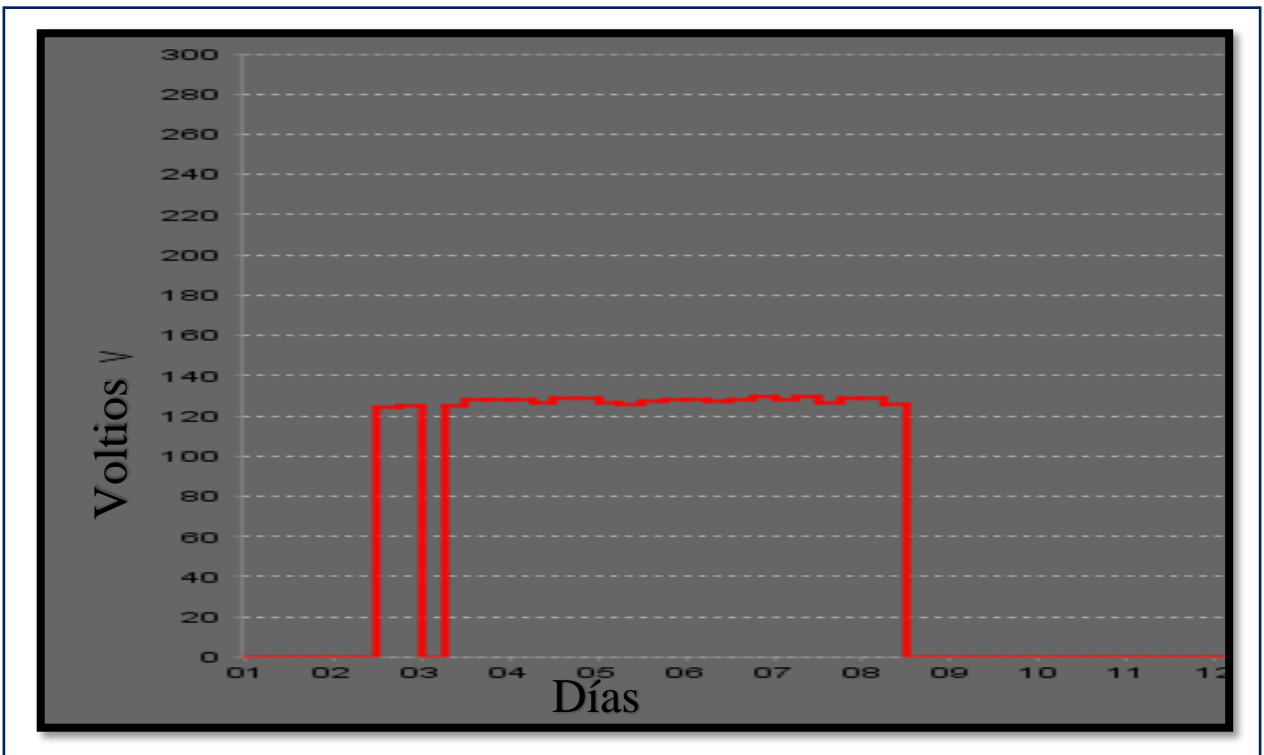
Anexo VI. Registro de datos del inversor para luminarias y calefacción.

ANEXO V		REGISTRO DE DATOS DEL INVERSOR ON-OFF GRIND InfiniSolar V LV 3KVA/2.4KW		
INGENIERÍA ELÉCTRICA		 Ingeniería Eléctrica		
Fecha: 03/07/2019	Luminarias y calefacción			
NOMBRES: ANDRADE NÉSTOR CRISTIAN ESPIN				
Tensión de Entrada PV:	30.9 V	Battery discharge current:	0.0 A	
Potencia de Entrada PV:	283 V	Tensión salida red:	125.2 V	
Tensión de la Red:	125.2 V	AC output frequency:	60.0 Hz	
Frecuencia de la Red:	60.0 Hz.	AC output apparent power:	550 VA	
Tensión de la Batería:	27.0 V	AC output active power:	485 W	
Capacidad de la Batería:	100%	Output load percent:	20 %	
Battery charging current:	6.0 A			
Potencia de Entrada PV: 283 W	Hoy:	0.026 kWh		
	Este Mes:	0.026 kWh		
	Este Año:	0.031 kWh		
	Total:	0.027 kWh		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI				
2019				
				

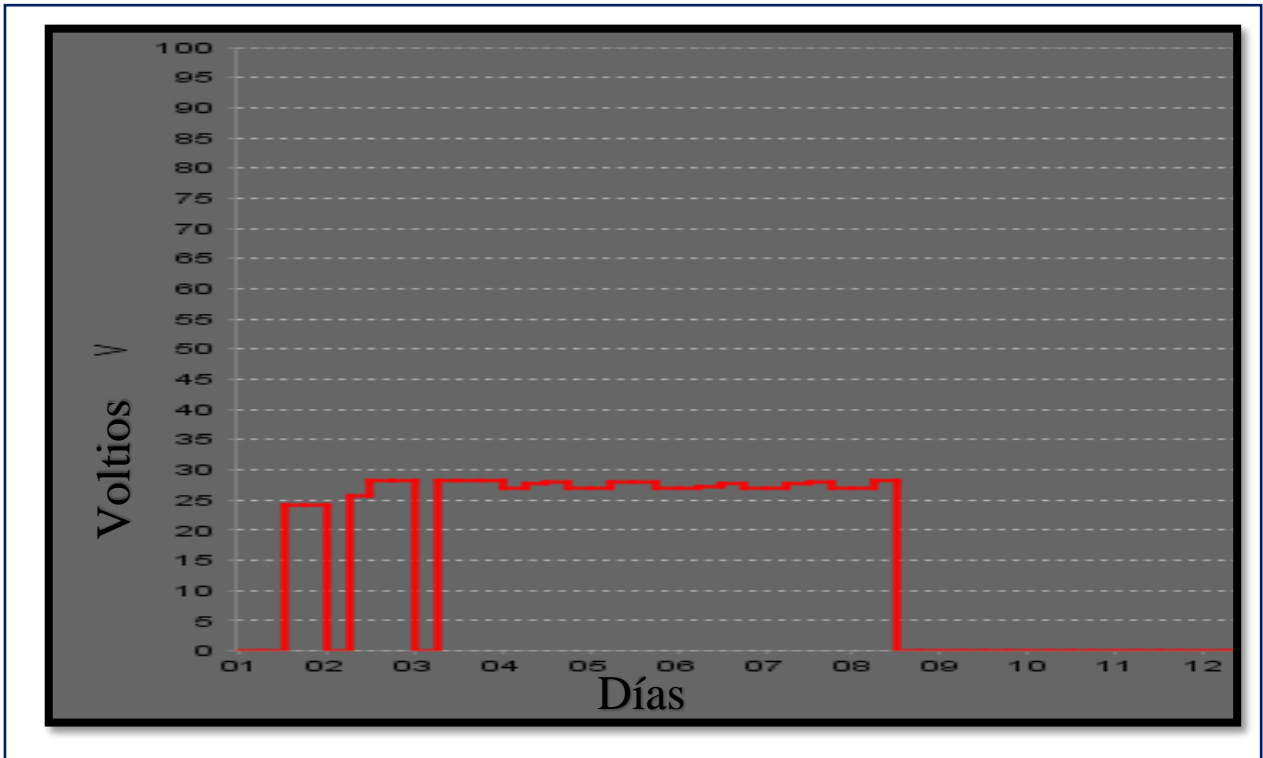
Anexo VII. Tensión de entrada PV medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.



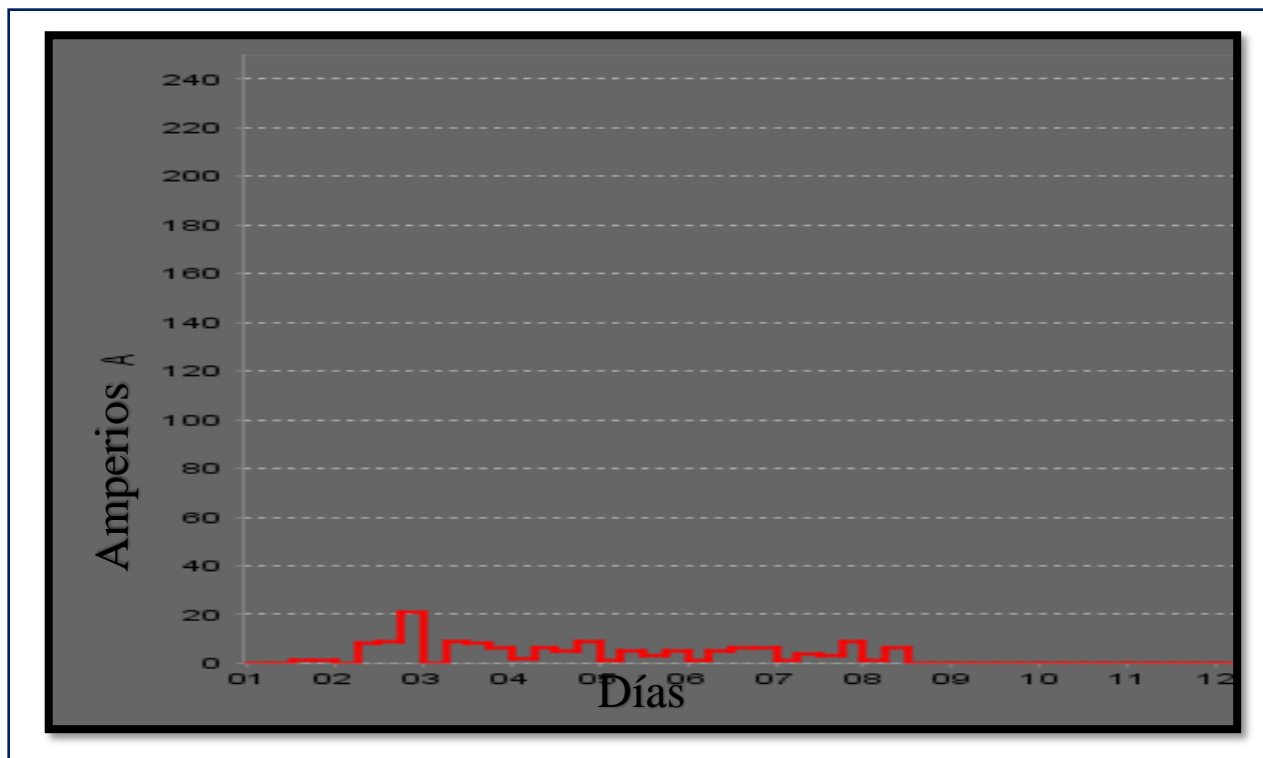
Anexo VIII. Tensión de entrada Red medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.



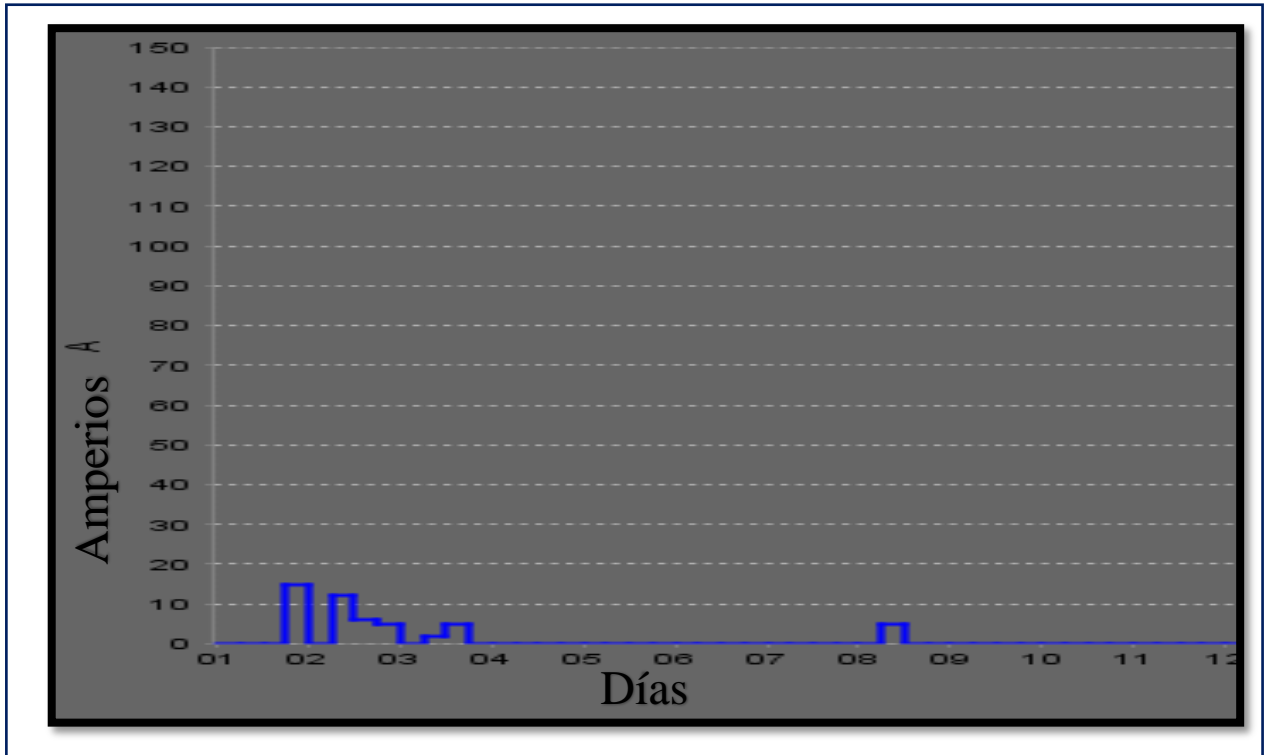
Anexo IX. Tensión de batería medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.



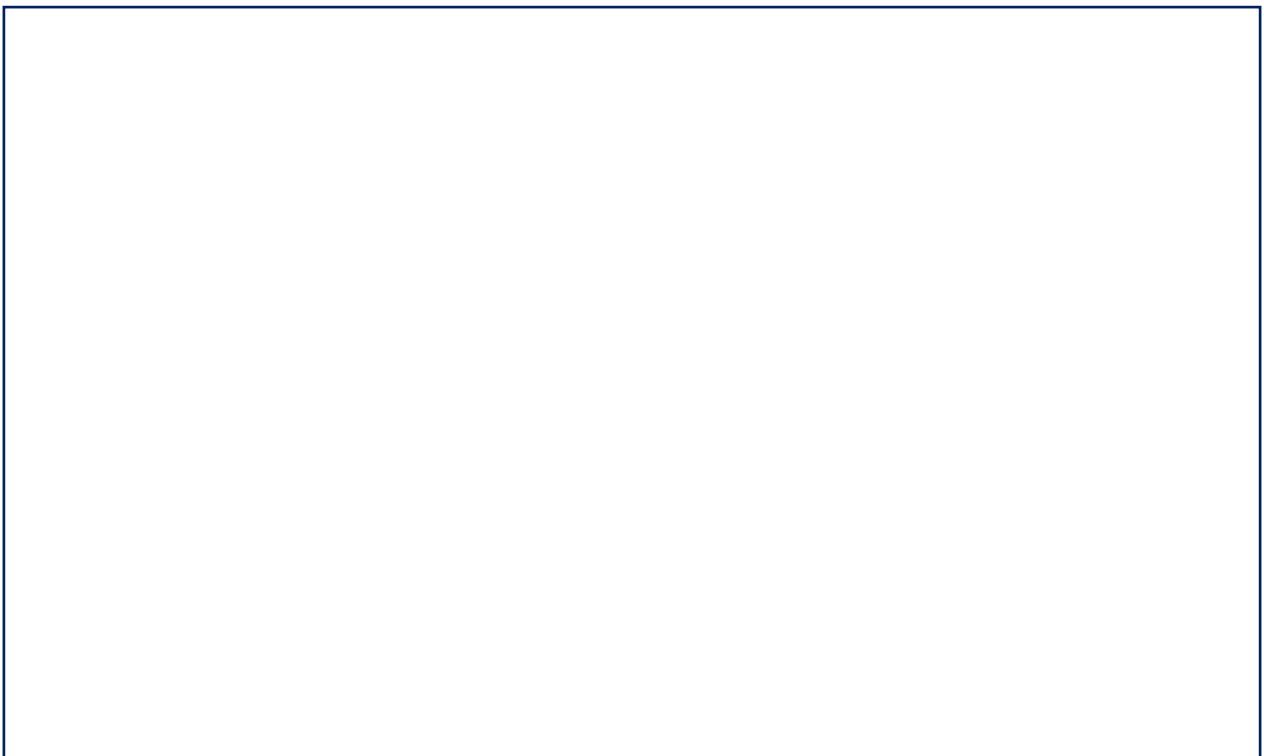
Anexo X. Corriente de carga de batería medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.

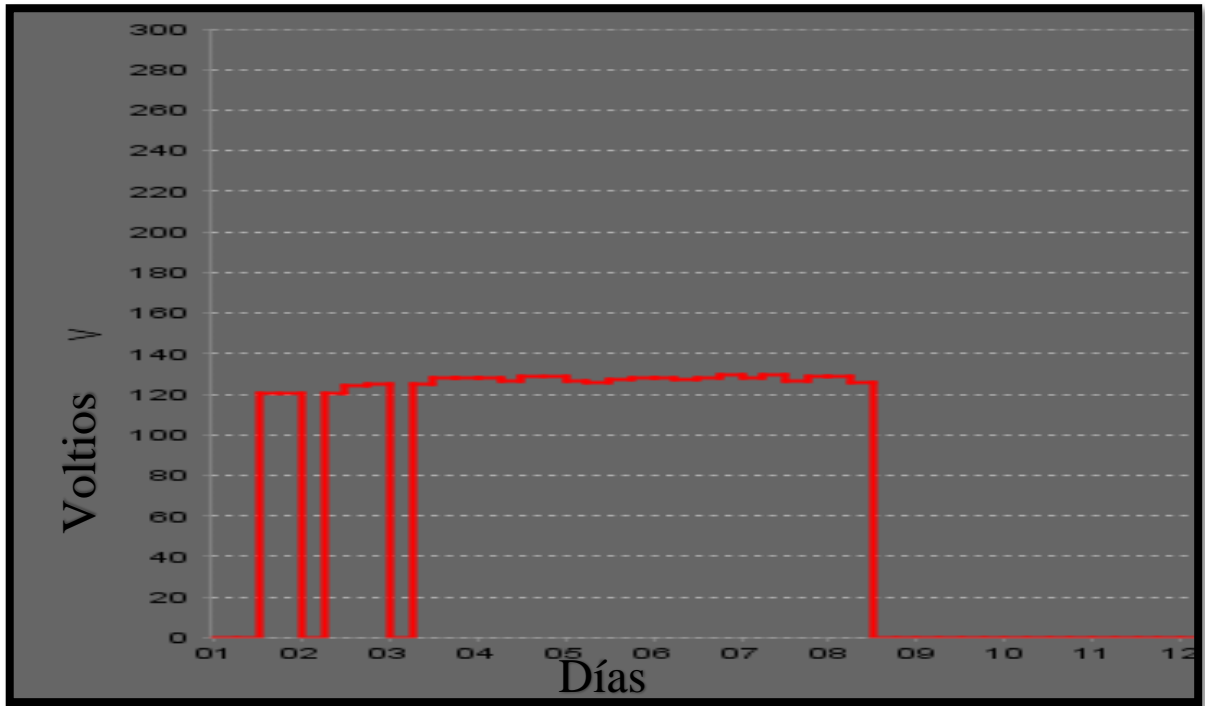


Anexo XI. Corriente de descarga de batería medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.

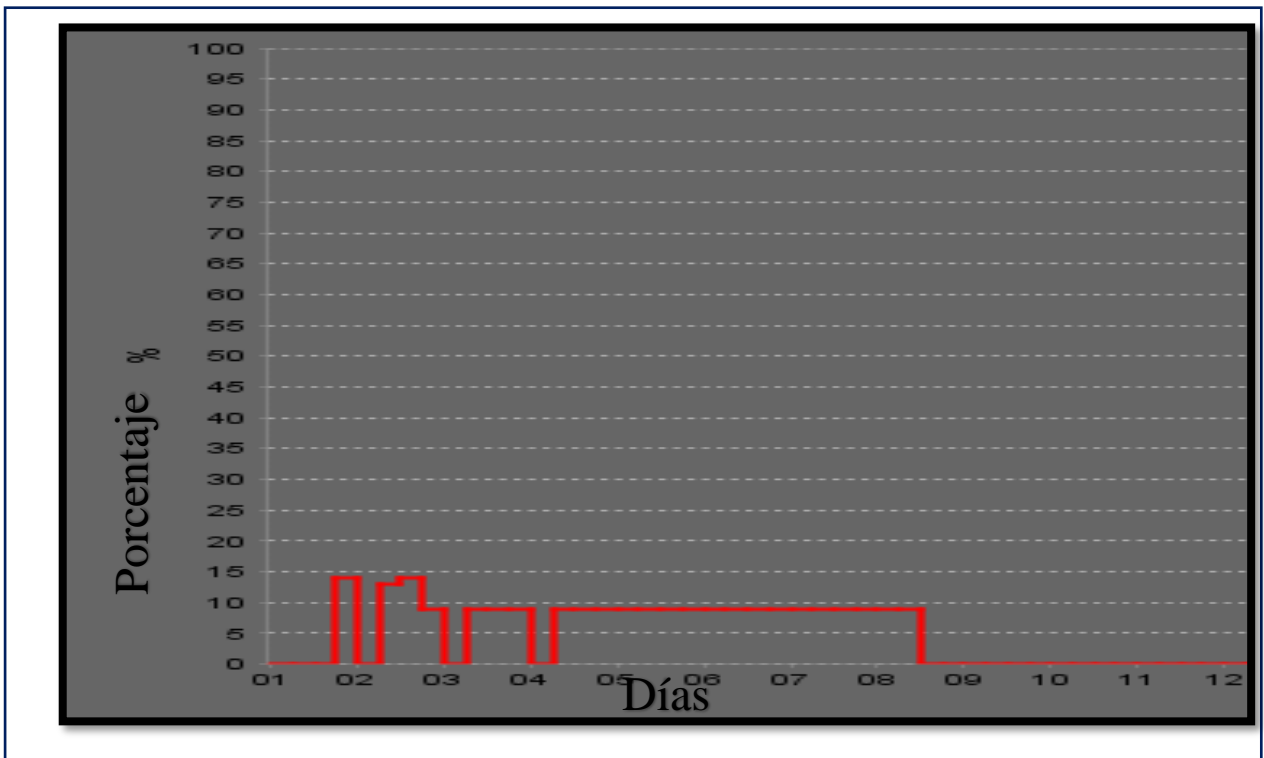


Anexo XII. Tensión de salida medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.

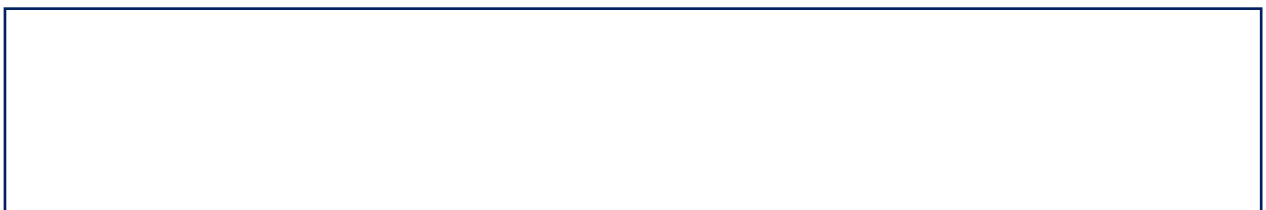


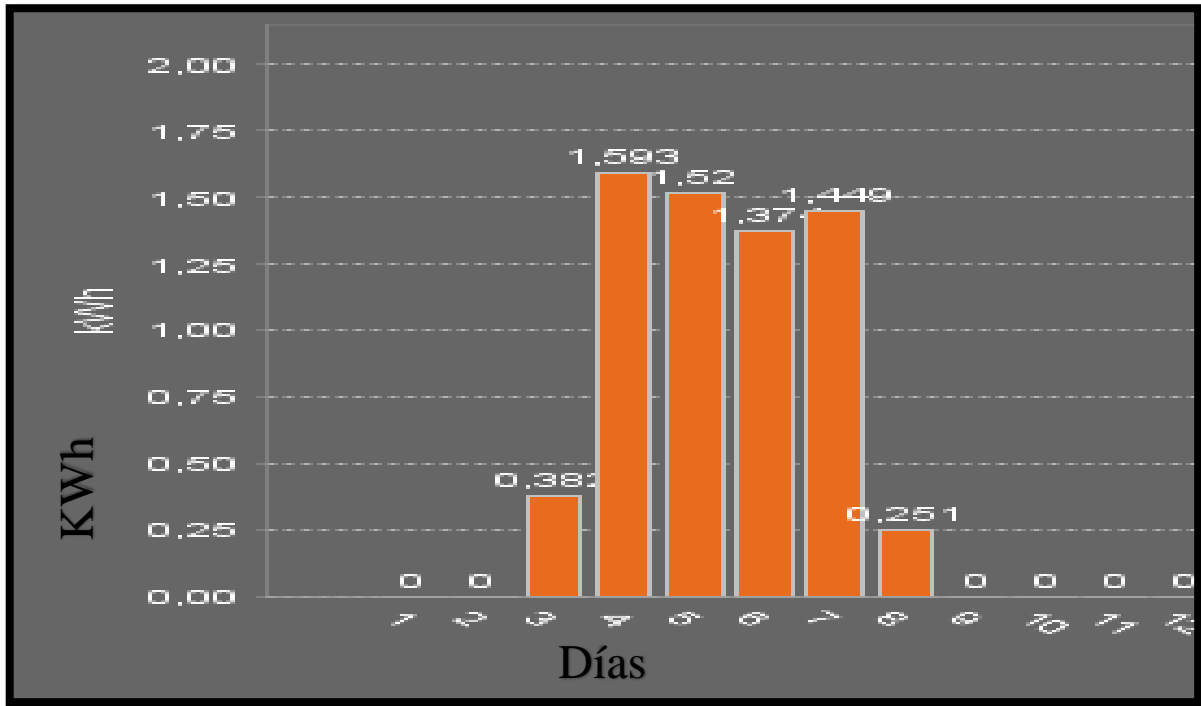


Anexo XIII. Porcentaje de salida medido de 7 días monitoreada con el software del inversor.



Anexo XIV. Consumo diario medido de 6 días monitoreada con el software del inversor.



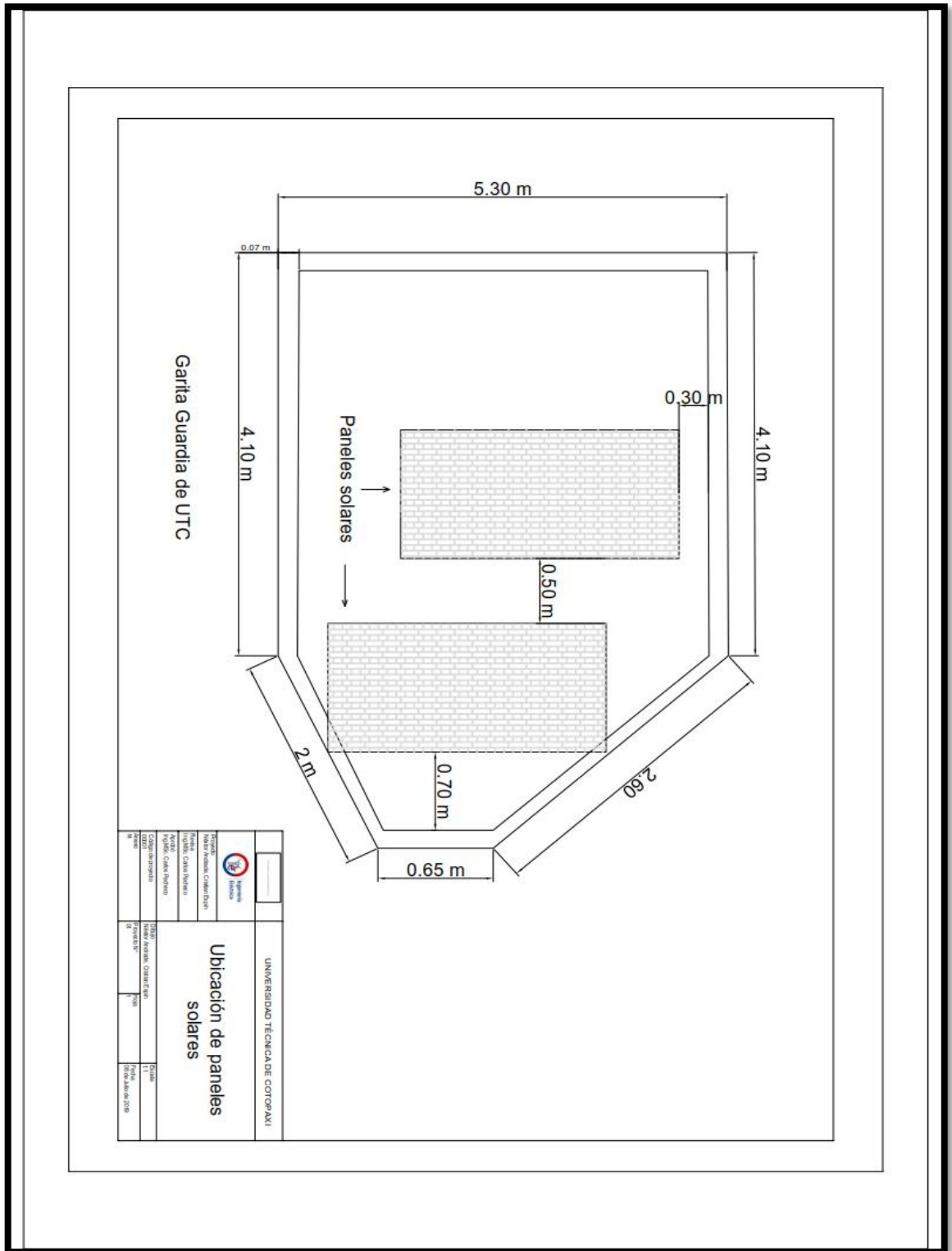


Anexo XV. Inspección y Mantenimiento.

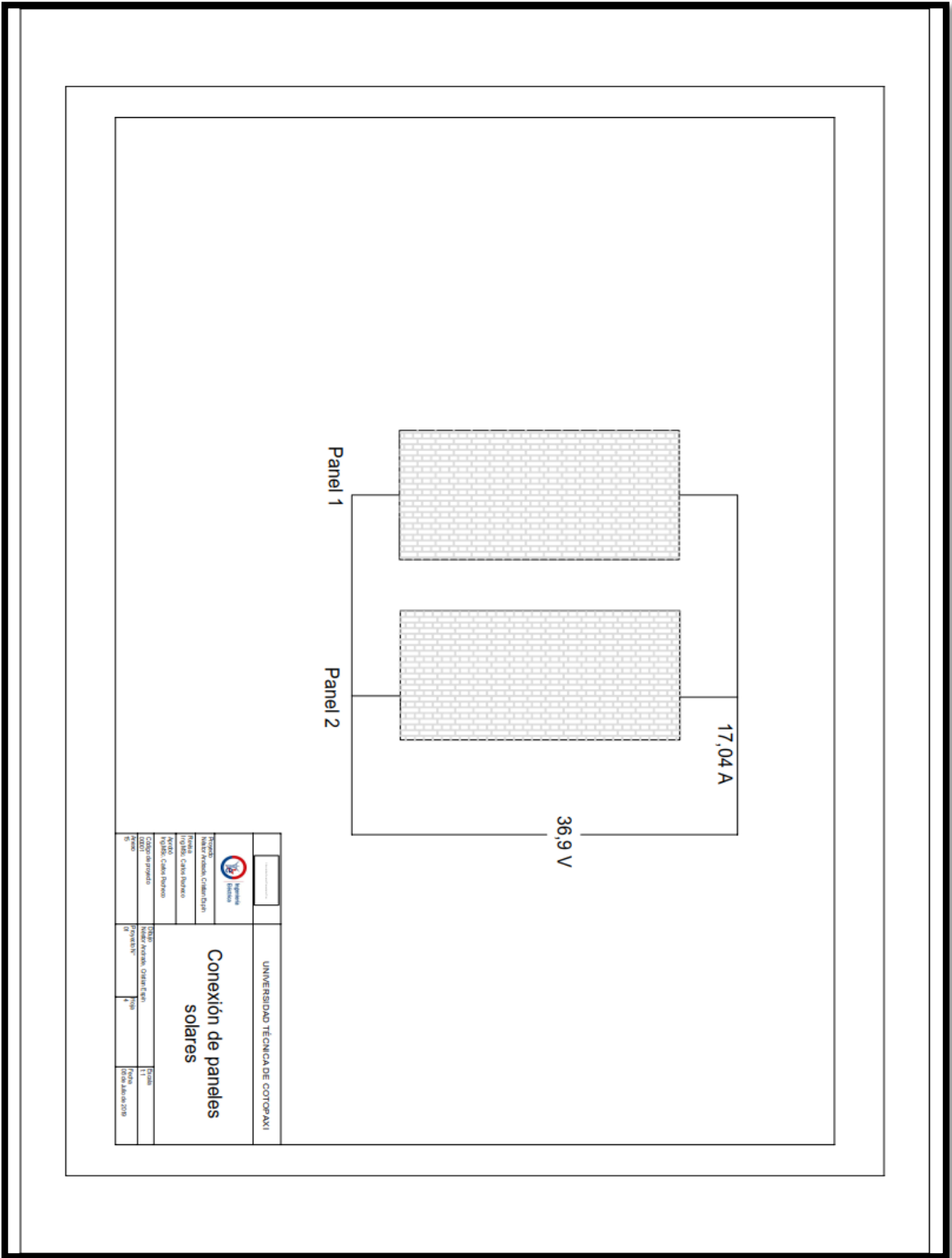
Anexo XIV.	Inspección y Mantenimiento
Agenda	Artículos de mantenimiento
2 semanas después de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar cada una de las conexiones en los terminales de cada uno de los equipos y verifiqué que los parámetros sean los mismo del sistema instalado inicialmente.
1 mes después de la Instalación	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza una inspección de los módulos fotovoltaico para corroborar que se encuentren en buen estado al igual que sus conexiones y estructura.
Mensualmente o después de cada ecualización	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar cada una de las conexiones en los terminales de cada uno de los equipos y verifiqué que los parámetros sean los mismo del sistema instalado inicialmente • Realiza una inspección de los módulos fotovoltaico para corroborar que se encuentren en buen estado al igual que sus conexiones y estructura • Revisar el banco de baterías que no exista corrosión en sus puntas terminales

Anualmente	<ul style="list-style-type: none">• Realice una inspección del cableado para• comprobar que no haya daños ni deterioros.• Compruebe que no existe obstáculos que influyan sombra en los paneles solares• Verificar cada una de las conexiones en los terminales de cada uno de los equipos y verifiqué que los parámetros sean los mismo del sistema instalado inicialmente• Realiza una inspección de los módulos fotovoltaico para corroborar que se encuentren en buen estado al igual que sus conexiones y estructura• Revisar el banco de baterías que no exista corrosión en sus puntas terminales
-------------------	---

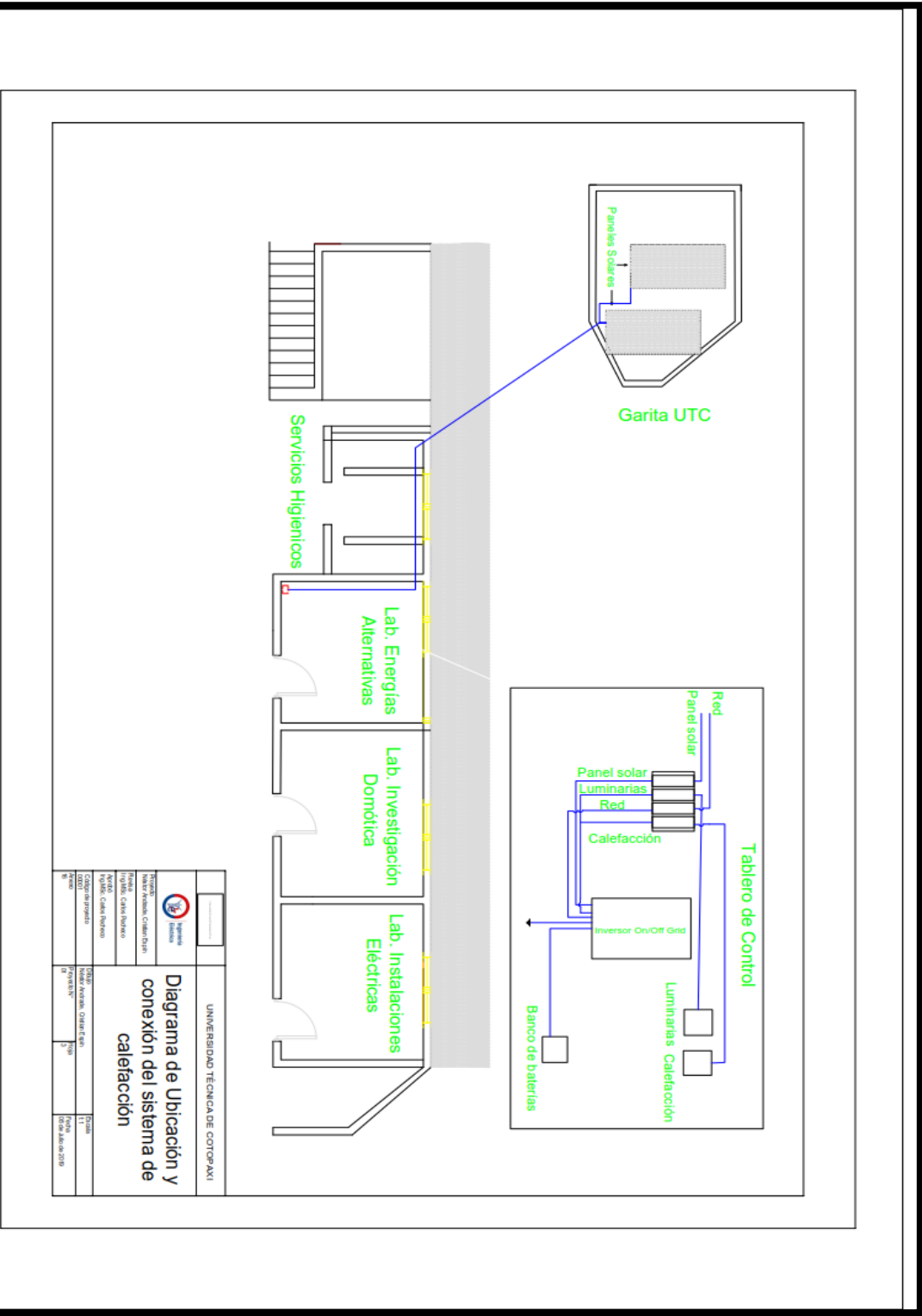
Anexo XVI. Ubicación de paneles solares.




Anexo XVII. Conexión de paneles solares.



Anexo XVIII. Diagrama de ubicación y conexión del sistema de calefacción.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
	
Diagrama de Ubicación y conexión del sistema de calefacción	
INSTITUCIÓN: Universidad Técnica de Cotopaxi FACULTAD: Ciencias Exactas ESCUELA: Ingeniería de Energía	TÍTULO: Proyecto de Instalación y conexión del sistema de calefacción
AUTOR: Carlos Navarro COORDINADOR: [Blank]	FECHA: 11 de mayo de 2023 PÁGINA: 11 de 11
CODIGO PROYECTO: [Blank]	CODIGO PLAN: [Blank]

Anexo XIX. Manual de Usuario del inversor.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS (CIYA)
INGENIERIA ELECTRICA



INVERSOR ON/OFF GRID

Manual de Usuario

Versión: 0003

Fecha: 17/07/2019

Queda prohibido cualquier tipo de explotación y, en particular, la reproducción, distribución, comunicación pública y/o transformación, total o parcial, por cualquier medio, de este documento sin el previo consentimiento expreso y por escrito de los Autores.

ÍNDICE DE MANUAL.

1. LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. CONEXIÓN DE LA BATERÍA	5
4. ENTRADA DE CA / CONEXIÓN DE SALIDA	5
5. CONEXIÓN PV	6
6. OPERACIÓN	7
7. PANEL OPERACIÓN Y VISUALIZACIÓN	7
8. SOFTWARE SOLARPOWER.....	8
9. CARACTERÍSTICAS.....	8
10. INSTALAR EL SOFTWARE	8
11. CONFIGURACIÓN	9
12. INTERFAZ SOLARPOWER.....	10
13. CONTRASEÑA	13
14. IDIOMA	13
15. AYUDA.....	14

1. LAS INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

- **PRECAUCIÓN:** Para reducir el riesgo de lesiones, cargue sólo baterías recargables de tipo plomo-ácido de ciclo profundo. Otros tipos de baterías pueden explotar y causar lesiones personales y daños.
- No desmonte la unidad. Llevarlo a un centro de servicio calificado cuando se requiera mantenimiento o reparación.
- EL montaje incorrecto puede resultar en un riesgo de descarga eléctrica o un incendio.
- Para reducir el riesgo de descarga eléctrica, desconecte todos los cableados antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento o limpieza. Apagar la unidad no va a reducir este riesgo.
- **NUNCA:** cargar una batería congelada.
- Para un funcionamiento óptimo de este inversor / cargador, siga especificación requerida para seleccionar cable adecuado al tamaño. Es muy importante para que funcione correctamente este inversor / cargador.
- Tenga mucho cuidado cuando se trabaja con herramientas de metal en o alrededor de las baterías. Existe un riesgo potencial, una herramienta puede producir chispas o cortocircuitos en las pilas u otras partes eléctricas y podría causar una explosión.
- **INSTRUCCIONES DE PUESTA A TIERRA:** Este inversor / cargador debe estar conectado a una conexión a tierra permanente sistema de cableado. Asegúrese de cumplir con los requisitos y regulaciones locales para instalar este inversor.

2. INTRODUCCIÓN

Este inversor fotovoltaico híbrido puede proporcionar energía a las cargas conectadas mediante la utilización de energía fotovoltaica, energía de la red y energía de la batería.

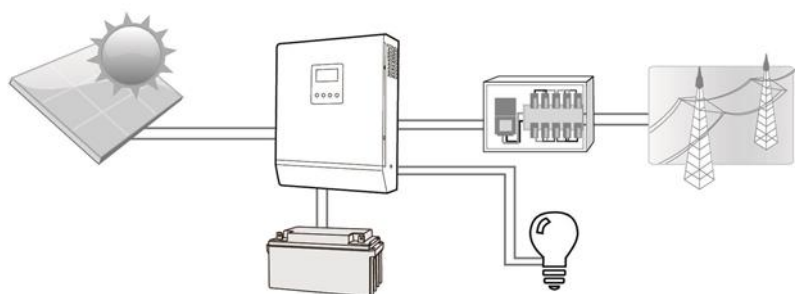


Figura 2.1. híbrido básico PV Descripción general del sistema.

Fuente: [22].

Dependiendo de las diferentes situaciones de poder, este inversor híbrido está diseñado para generar energía continua de PV módulos solares (paneles solares), la batería y la utilidad. Cuando la tensión de entrada MPP de módulos fotovoltaicos está dentro del rango aceptable

(ver especificación para los detalles), este inversor es capaz de generar energía para alimentar a la red (utilidad) y carga de la batería. aislamiento galvánico diseñado entre PV / DC y la salida de CA, de manera que usuario puede conectar cualquier tipo de generador fotovoltaico a este inversor híbrido. Véase la Figura 1 para un diagrama simple de un sistema solar típico con este inversor híbrido.

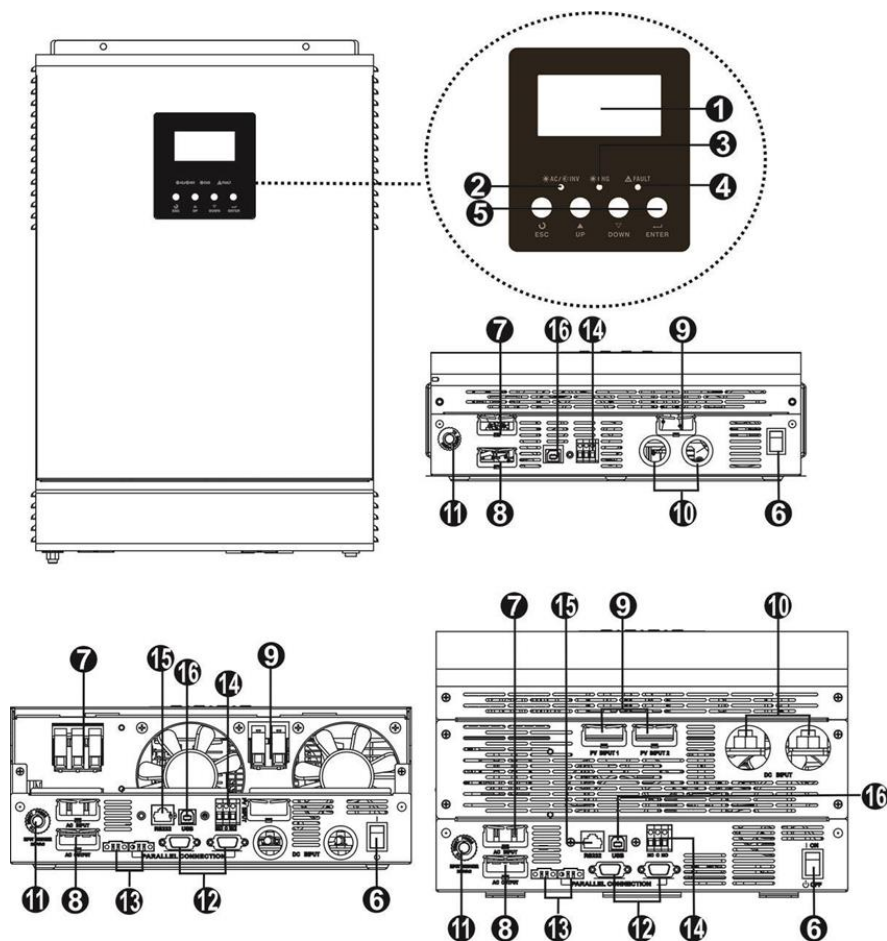


Figura 2.2. Descripción del producto.

Fuente: [22].

NOTA: Para la instalación del modelo de funcionamiento paralelo y, por favor, consulte la guía de instalación paralela separada para los detalles.

1. Pantalla LCD
2. Indicador de estado
3. Indicador de carga
4. El indicador de error
5. Botones de función
6. La energía del interruptor de encendido / apagado
7. Conectores de cuadrícula
8. Conectores de salida de CA (conexión de la carga)
9. Conectores fotovoltaicos
10. Puerto de comunicación USB
11. Conector de tierra
12. Conector de batería
13. Conector de batería
14. Conector de batería
15. Conector de batería
16. Puerto de comunicación USB

10. Conectores de la batería
11. Disyuntor de circuito
12. Cable de comunicación paralelo
13. Comparten el cable de corriente
14. Contacto seco
15. RS-232 puerto de comunicación

3. CONEXIÓN DE LA BATERÍA

PRECAUCIÓN: Para la operación de seguridad y el cumplimiento de la regulación, es solicitado para instalar un protector separada DC exceso de corriente o un dispositivo de desconexión entre la batería y el inversor. No puede ser solicitada a tener un dispositivo de desconexión en algunas aplicaciones, sin embargo, sigue siendo solicitado tener instalado el exceso de protección actual. Por favor refiérase a la intensidad de corriente típica en la tabla a continuación como fusible necesario o tamaño del interruptor.

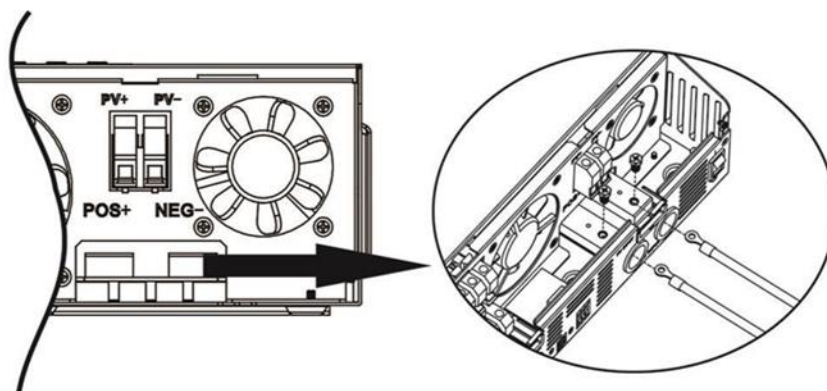


Figura 3.1. Conexión de la batería.

Fuente: [22].

4. ENTRADA DE CA / CONEXIÓN DE SALIDA

PRECAUCIÓN: Antes de conectar a la fuente de alimentación de CA, instale una separar interruptor AC entre el convertidor y la fuente de energía de entrada de CA. Esto asegurará que el inversor puede ser de forma segura desconectada durante el mantenimiento y completamente protegido de sobre corriente de entrada de CA.

PRECAUCIÓN: Hay dos bloques de terminales con marcas “OUT” “IN” y. Por favor, no mis-conectan los conectores de entrada y salida.

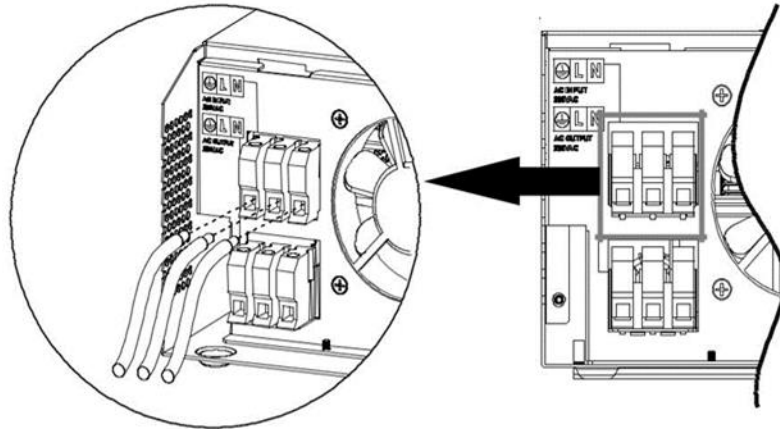


Figura 4.1. Entrada de CA.

Fuente: [22].

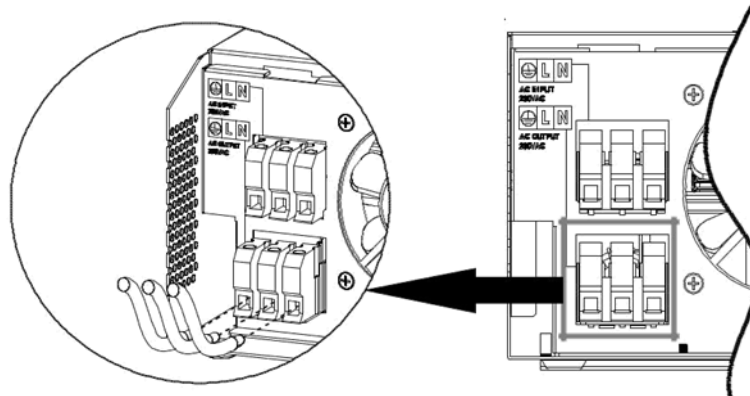


Figura 4.2. Conexión de salida.

Fuente: [22].

5. CONEXIÓN PV

PRECAUCIÓN: Antes de conectar a los módulos fotovoltaicos, instale por separado un interruptor de circuito de CC entre módulos inversores y PV.

PV Selección del módulo:

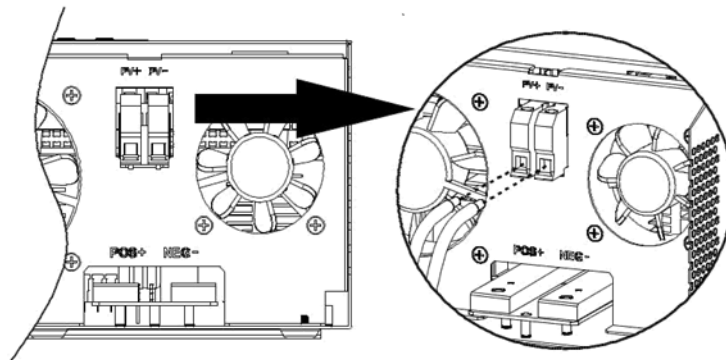


Figura 5.1. Conexión PV.

Fuente: [22].

Al seleccionar los módulos fotovoltaicos apropiados, por favor asegúrese de considerar debajo de los parámetros:

1. Voltaje de circuito abierto (V_{oc}) de módulos fotovoltaicos no excede max. voltaje de circuito abierto fotovoltaico del inversor.
2. Voltaje de circuito abierto (V_{oc}) de los módulos fotovoltaicos debe ser superior a min. voltaje de la batería.

6. OPERACIÓN

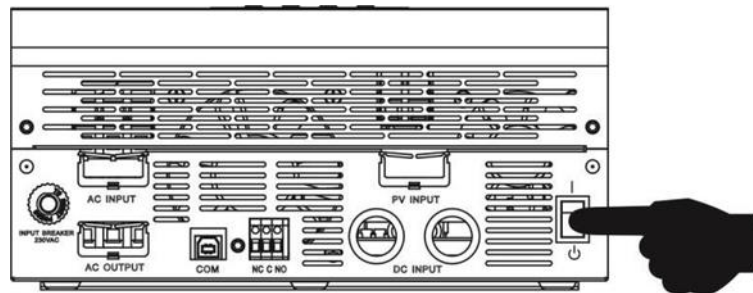


Figura 6.1. Encendido / apagado.

Fuente: [22].

Una vez que la unidad se ha instalado correctamente y las baterías están conectadas así, sólo tiene que pulsar On / Off (que se encuentra en el botón de la caja) para encender la unidad.

7. PANEL OPERACIÓN Y VISUALIZACIÓN

El panel de operación y la pantalla, se muestra en la tabla a continuación, es en el panel frontal del inversor. Incluye tres indicadores, cuatro teclas de función y una pantalla LCD, que indica el estado operativo y la información de potencia de entrada / salida.

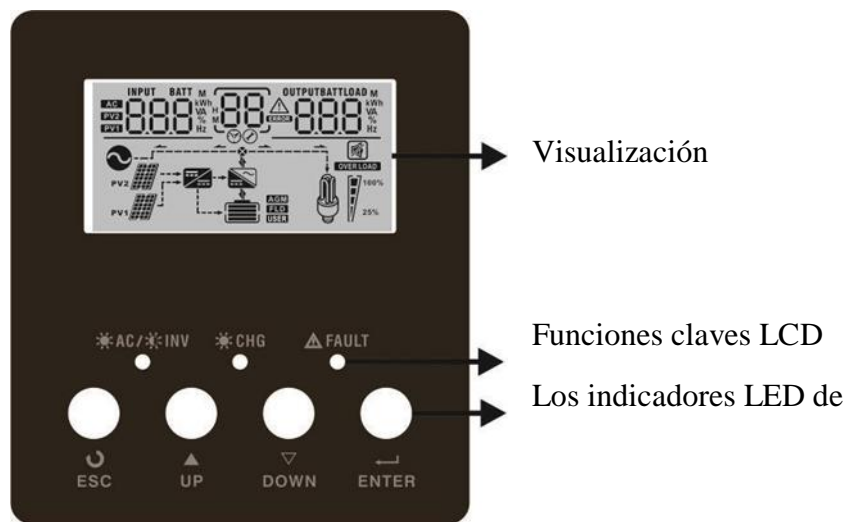


Figura 7.1. Panel operación y visualización

Fuente: [22].

8. SOFTWARE SOLARPOWER

Solarpower es un software de monitoreo inversor solar inteligente para controlar múltiples dispositivos a través de USB y un puerto de serie al mismo tiempo. Las principales funciones de software de monitorización Solarpower incluyen registro de datos para, estadísticas dispositivos de generación de energía, mensajes, avisos de fallo de alarma y ajustes de parámetros para los dispositivos.

9. CARACTERÍSTICAS

- Adquisición de datos automática y en tiempo real de los dispositivos y datos protegidos log ahorro
- Representación gráfica de los datos del dispositivo para la lectura rápida y fácil
- Advertencia notificaciones o alarmas de fallo a través de mensajería móvil, mensaje de la bandeja y el correo electrónico
- Fácil diagnóstico de las estadísticas de eventos y cálculo de la cantidad de ahorro energético
- Soporta actualización en línea y actualizar manualmente

10. INSTALAR EL SOFTWARE

Solarpower es una aplicación portátil. Es necesario instalar este software. Usted puede simplemente haga doble clic en “SolarPower.exe” para ejecutar automáticamente este software después de la extracción de archivos. La versión de Windows:

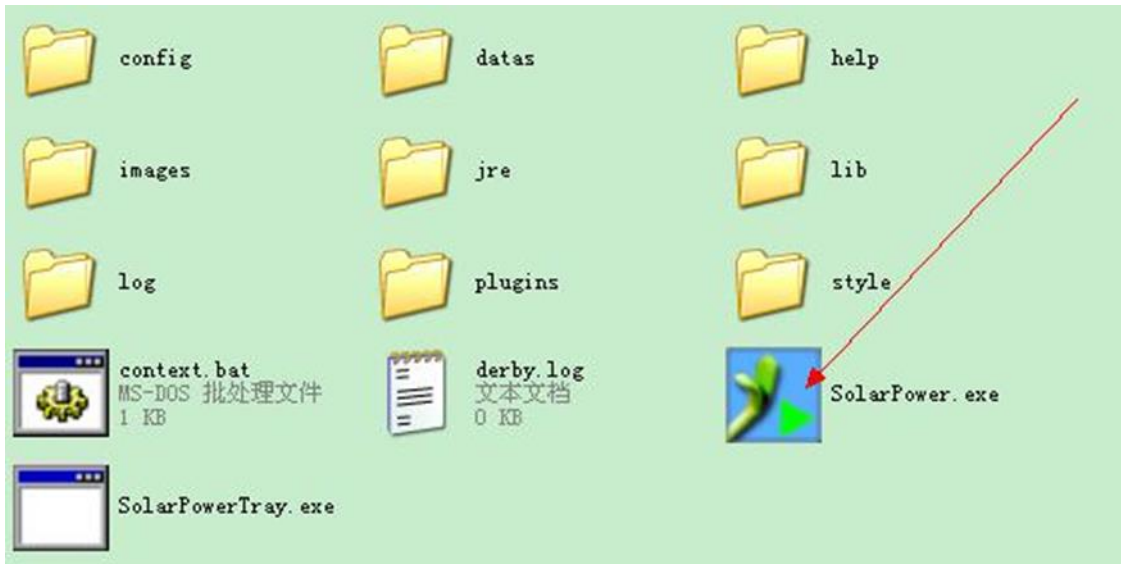


Figura 10.1. Carpeta de software.

Fuente: [22].

11. CONFIGURACIÓN

- Especificar la URL para actualizar los archivos: Este es el directorio para el software de actualización en línea. Por favor, no lo cambie a menos que sea instruido por el proveedor de software.
- Guardar archivos en: El directorio para guardar archivos.
- actualización automática en línea: Si se selecciona, se comprobará automáticamente si hay alguna versión nueva línea lanzada cada 1 hora.
- Si la aplicación de actualización en línea, por favor siga los siguientes pasos para la configuración:
 1. Seleccione “Aplicar la configuración de proxy”.
 2. Introduzca la dirección IP y el puerto del servidor.
 3. Si se solicita la identificación ID, haga clic en “Activar la autenticación” e introduzca el nombre de usuario y contraseña.
- La prueba de conexión: Haga clic en este botón para comprobar si todas las configuraciones se configuran así.

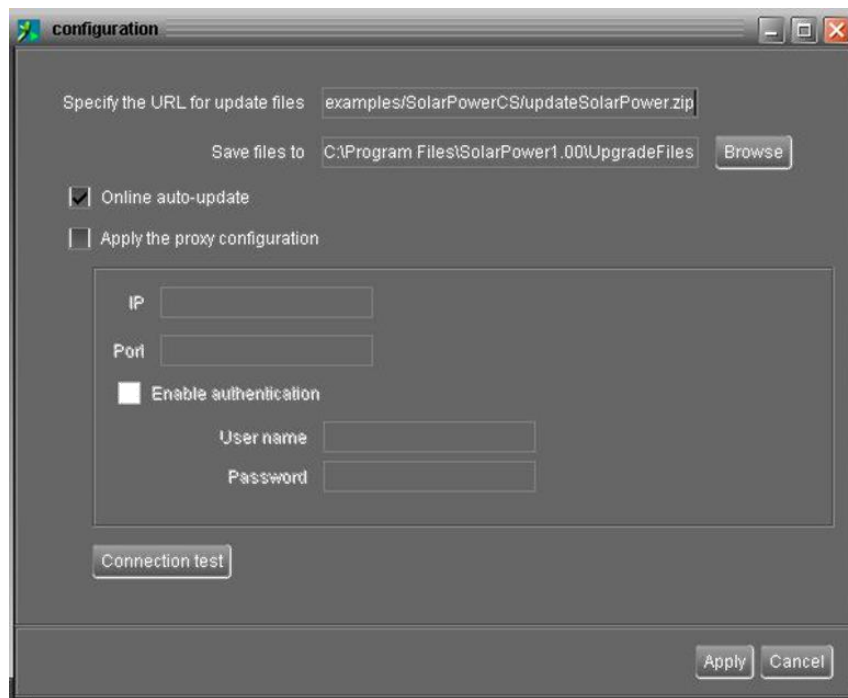


Figura 11.1. Configuración detallada para la actualización en línea.

Fuente: [22].

12. INTERFAZ SOLARPOWER

La interfaz de Solarpower cuenta con cinco secciones como está marcado en la ilustración siguiente:

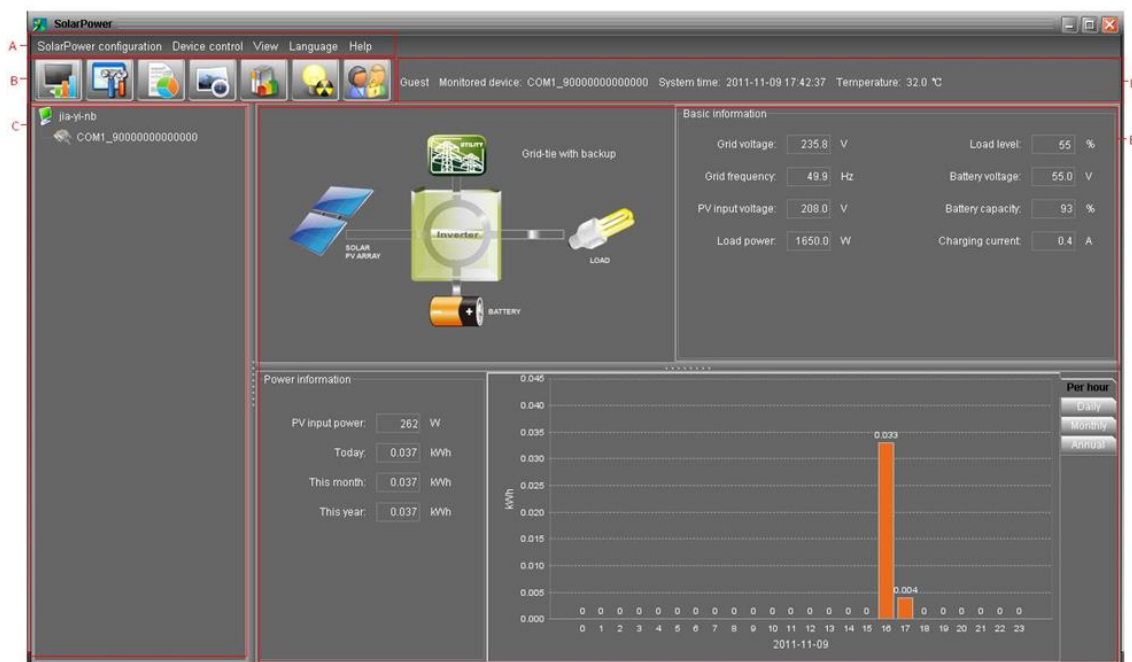


Figura 12.1. Interfaz de Solarpower

Fuente: [22].

- A. menú de funciones ofrece completa conjunto de herramientas para navegar y ajuste de la interfaz gráfica de usuario.
- B. Menú de acceso directo proporciona atajos para acceder a las funciones utilizadas con mayor frecuencia.
- C. Navigation. Device indica todos los dispositivos detectados.
- D. Información de Monitoreo actual muestra ID de usuario, ID dispositivo supervisado, tiempo y temperatura.
- E. Área principal del Cliente

Hay tres modos de funcionamiento pueden ser creados a través de este software. A continuación, se muestra el funcionamiento Descripción del flujo de potencia. ajuste del modo de funcionamiento se puede configurar en Gestión MyPower.

1. **Operación de conexión a red:** Cuando este dispositivo está conectado con éxito a la red, habrá animación del flujo de potencia de icono del módulo solar al icono de la utilidad. Solarpower informará y tienen la animación durante el funcionamiento normal. Si se produce algún fallo o anormal, animación flujo de energía se detendrá y representará icono parpadeará.
2. **Grid con la operación de respaldo de seguridad:** Hay tres fuentes de corriente en Conectado a la red con el modo de copia de seguridad, la energía fotovoltaica, energía de la batería y la energía de la red.
3. **Modo de carga:** Sólo existe energía fotovoltaica para cargar la batería. Habrá animación de flujo de potencia de los módulos solares a la batería el modo de línea: existe energía de la red o está disponible en este modo. Todos los posibles flujos de potencia se describen a continuación.
 - Si la energía fotovoltaica y la energía de la batería no están disponibles, la utilidad proporcionará energía a las cargas directamente. Habrá animación de flujo de potencia de icono del módulo solar para el icono de carga.
 - Si sólo existe energía de la red, se cargará la batería y proporcionar energía a la carga. Habrá animación de flujo de potencia de icono de la utilidad de carga de la batería y los iconos.
 - Si sólo existe energía fotovoltaica sin batería conectada, que proporcionará energía la carga. Si hay energía restante, será feed-in en la cuadrícula. Habrá animación de flujo de potencia desde el icono de módulos fotovoltaicos a cargar el icono y el icono de la utilidad.
 - Si la energía fotovoltaica es suficiente, pero es insuficiente energía de la batería, la potencia PV cargar la batería, proporcionar potencia a la carga y alimentar en a la red. Habrá animación de flujo de potencia de PV icono del módulo de batería, para cargar el icono y icono de la utilidad.
 - Si la energía fotovoltaica es débil, existe la utilidad y la energía de la batería es insuficiente, PV el poder y la energía de la red, se cargará la batería al mismo tiempo. Además, el suministro eléctrico proporcionará energía a la carga. Habrá

animación de flujo de potencia de los módulos fotovoltaicos y de servicios públicos a los iconos icono de la batería y otro flujo de alimentación de utilidad icono para cargar el icono.

4. **Modo de inversor:** la energía eléctrica no está disponible o no está conectado durante este modo. Todos los posibles flujos de potencia se describen a continuación.
 - Si la energía fotovoltaica es insuficiente, energía de la batería proporcionará energía a la carga.
 - Habrá animación de flujo de potencia de icono de la batería a cargar el icono.
 - Si la energía fotovoltaica es suficiente, pero no existe ninguna energía de la batería, cargará batería y suministrar energía a la carga. Habrá animación de flujo de potencia de PV icono del módulo de carga de la batería y los iconos.
 - Si existen potencia fotovoltaica y la energía de la batería, van a proporcionar energía para cargar en al mismo tiempo. Habrá animación de flujo de potencia de los módulos fotovoltaicos y baterías iconos para cargar el icono.
5. **Modo de fallo:** Cuando se produce un fallo en el inversor solar, el icono de inversor solar parpadeará hasta que se resuelva el fallo.
6. **Fuera de la red de la operación:** No existe una potencia de inyección a la red. Utilidad (o generador) se convierte en una de las fuentes de energía.
 - Bypass con modo de carga PV: Si la energía fotovoltaica es suficiente, se cargará la batería y la alimentación de CA proporcionará energía a la carga. Una animación de flujo de potencia es de PV icono del módulo en icono de la batería y otro es de utilidad icono para cargar el icono.
 - Bypass con modo de carga AC: Si la energía PV es insuficiente, de alimentación de CA cargará la batería y proporcionar energía a la carga. Habrá animación alimentar el flujo de modo de inversor: la energía eléctrica no está disponible o no está conectado. Todos los posibles flujos de potencia se describen a continuación.
 - Si la energía fotovoltaica no está disponible, energía de la batería proporcionará energía a la carga. Habrá animación de flujo de potencia desde el icono de módulos fotovoltaicos a cargar el icono.
 - Si la energía fotovoltaica está disponible y suficiente, la energía fotovoltaica se cargará la batería y proporcionar energía a la carga. Habrá animación de flujo de potencia de PV icono del módulo de carga de la batería y los iconos.
 - Si la energía fotovoltaica no es suficiente, la energía fotovoltaica y la energía de la batería se proporcionan energía a la carga al mismo tiempo. Habrá flujo de energía a partir de módulos fotovoltaicos y baterías iconos para cargar el icono.
7. **Modo de espera:** Sólo energía fotovoltaica está disponible. No hay ninguna conexión de carga y hay suministro eléctrico y la batería disponible durante este modo.
 - Espera con modo de carga PV: energía fotovoltaica cargará la batería. Habrá animación de flujo de potencia de PV icono del módulo en icono de la batería.
 - En espera Con el modo de carga AC: alimentación de CA cargará la batería. Habrá animación de flujo de potencia de icono de la utilidad de icono de la batería.

- Modo de fallo: Cuando se produce un fallo en el inversor solar, el icono de inversor solar parpadeará hasta que se resuelva el fallo.

13. CONTRASEÑA

Es configuración de la contraseña de administrador único. Antes de utilizar y configurar el software, por favor ingresa primero y modificar la contraseña. La contraseña por defecto es “administrator”. En el primer inicio de sesión. Como un ‘estatuto de invitado’, el usuario sólo puede ver el estado del convertidor solar y la información sin controlar o modificar ninguna configuración.

Paso 1 Seleccionar Configuración >> Solarpower contraseña. Consulte Diagrama 4-4.



Figura 13.1. Inicio de sesión.

Fuente: [22].

Paso 2 Introduzca la contraseña antigua, nueva contraseña, y volver de nuevo tipo contraseña para modificar contraseña de administrador. La contraseña debe tener al menos 6 dígitos. A continuación, haga clic en “Aplicar” para modificar con éxito la contraseña de administrador.

NOTA 1: Simplemente haga clic en el botón “Iniciar sesión” en la esquina superior derecha para iniciar la sesión en el software.

NOTA 2: Si se olvida la contraseña, es necesario volver a instalar el software.

14. IDIOMA

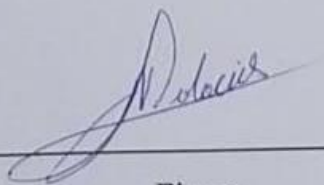
- ✓ Actualmente, este software ofrece 13 idiomas para la selección:
- ✓ Chino (simplificado)
- ✓ Chino (tradicional)
- ✓ Inglés
- ✓ Alemán

- ✓ Italiano
- ✓ Polaco
- ✓ Portugués
- ✓ Ruso
- ✓ Español
- ✓ Ucrano
- ✓ Francés
- ✓ Turco
- ✓ Japonés

La primera vez que el uso del software, se mostrará el lenguaje adecuado según el idioma del sistema operativo.

15. AYUDA

- Acerca de: Haga clic en el menú “Ayuda” y seleccione “Acerca de” elemento. Representa la información de derechos de autor sobre el software
- Ayuda: Haga clic en el menú “Ayuda” y seleccionar la opción “Ayuda en línea”. Se abrirá el manual de ayuda. Antes de software operativo, por favor lea el manual cuidadosamente.



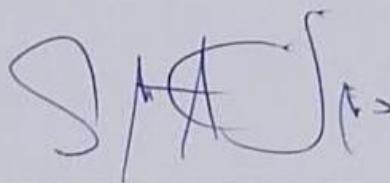
Firma

Andrade Palacios Néstor Darwin

Proponente 1

Email: darkplus182@gmail.com

Teléfono: 0995913931



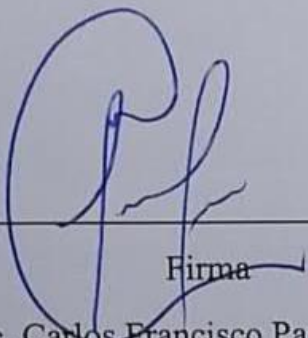
Firma

Espín García Cristian Ariel

Proponente 2

Email: ariel_espín92@outlook.com

Teléfono: 0999746252



Firma

MSc. Carlos Francisco Pacheco Mena

Profesor Tutor

Email: Carlos.pacheco2902@utc.edu.ec

Teléfono: 0984293945



Firma

Ing. Luis Eduardo Hinojosa Guanoluisa

Asesor

Email: luis.hinojosa@utc.edu.ec

Teléfono: 0987300963