



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL
CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS
SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO “SEÑOR DEL ÁRBOL”**

Autores:

Pacheco Pacheco Cristian Orlando

Quinatoa Quinatoa Darío Fernando

Tutor:

Ing. PhD. Torres Tamayo Enrique

Latacunga - Ecuador

Agosto - 2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Pacheco Pacheco Cristian Orlando y Quinatoa Quinatoa Darío Fernando declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”**, siendo el PhD. Torres Tamayo Enrique tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Pacheco Pacheco Cristian Orlando

C.I. 050324535-9



Quinatoa Quinatoa Darío Fernando

C.I. 050344871-4



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL” de **Pacheco Pacheco Cristian Orlando** y **Quinatoa Quinatoa Darío Fernando**, de la carrera de Ingeniería Electromecánica 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 de investigación 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, 26 de julio del 2018

Ing. Torres Tamayo Enrique; PhD



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, los postulantes: Pacheco Pacheco Cristian Orlando con C.I. 050324535-9 y Quinatoa Quinatoa Darío Fernando con C.I. 05034487-4 con el título de Proyecto de titulación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”, 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, 27 de julio 2018

Para constancia firman:

Lector 1

Nombre: Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina
CC: 0502847692

Lector 2

Nombre: Ing. Andrés Germán Arévalo Zabala
CC: 1710326842

Lector 3

Nombre: Ing. Byron Paul Corrales Bastidas
CC: 0502347768



PISCINA DE ADULTOS A 28 °C
PISCINA DE NIÑOS A 30 °C
TURCO PACACIDAD PARA 50 PERSONAS
2 HIDROMASAJES- PISCINA POLAR
BAÑOS DE CAJÓN
GIMNASIO
DUCHAS CALIENTES
ABIERTO SÁBADOS Y DOMINGOS DE 10 AM A 6PM Y FERIADOS

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Con el presente documento hago constar que los estudiantes **Pacheco Pacheco Cristian Orlando** y **Quinatoa Quinatoa Darío Fernando**, de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, implementaron en mi propiedad un proyecto cuyo título versa; **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”**, ubicado en el complejo turístico “Señor del Árbol” propiedad del Tecnólogo Franklin Geovanny Chicaiza Toapanta en el sector Cuicuno, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Autorizo a los mencionados señores para que den al presente documento el uso legal que más convenga a su interés.

Latacunga, 26 de julio de 2018

Tec. Chicaiza Toapanta Franklin Geovanny
C.C. 0502382377
Propietario

Pacheco Pacheco Cristian Orlando
C.C.: 0503245359
Postulante

Quinatoa Quinatoa Darío Fernando
C.C.: 0503448714
Postulante

PhD. Enrique Torres Tamayo
C.C.1757121940
Tutor

AGRADECIMIENTO

A mi familia por el apoyo prestado durante todo este tiempo, el cual ha sido de vital importancia para la consecución de esta meta.

De igual manera a todas las personas que supieron ayudarme en su momento.

Para todos ellos mi eterna gratitud

Cristian

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a Dios, por la fortaleza que se me adquirió durante todo este tiempo para no decaer en momentos muy arduos de mi vida y seguir con más ímpetu.

Mi gratitud a mis hermosos padres, por concederme la vida, y que a pesar de los problemas que les causé, siempre me otorgaron su apoyo incondicional.

Igualmente, a mis hermanos, a todos ellos por sus valiosos consejos de perseverancia y ánimos en todo momento.

Gracias a toda mi familia, amigos y demás, por sus palabras de buenos deseos que me llevaron a cumplir una de mis metas tan esperadas.

Darío

DEDICATORIA

A mi madre la cual ha sido pilar fundamental en esta lucha y quien sin su ejemplo de fuerza ante la adversidad hubiese sido imposible.

A mis abuelos quienes a pesar de todo nunca me han negado la ayuda, con sus consejos y experiencias dándome un recto camino a seguir en la vida.

A mi hermana, mis tíos y mis primos parte de mi pequeña familia que son lo mejor que tengo en la vida.

Cristian

DEDICATORIA

A Dios, por su nobleza a lo largo de este caminar, por brindarme una de sus bendiciones que es mi hijo, por ofrecernos la vida a todos nuestros seres queridos y vivirla junto a ellos cada día, con felicidad

A mi padre y madre, por sus enseñanzas de incomparable valor y quienes son la parte fundamental en esta etapa de mi vida.

A mi hijo Jhon, porque es una de las razones de gran importancia en este proyecto, por el inmenso amor que le tengo y por quien lucho cada instante de mi vida.

A mis hermanos, quienes son como padres para mí y me ayudan a seguir adelante con fortaleza cada momento.

Darío

INDICE GENERAL

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	viii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN	xix
1. INFORMACIÓN BÁSICA	1
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.1. Título de la propuesta tecnológica	3
2.2. Tipo de propuesta alcance	3
2.3. Área del conocimiento	3
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica.....	4
2.5. Objeto de estudio y campo de acción.....	4
2.5.1. Objeto de estudio.....	4
2.5.2. Campo de acción.....	4
2.6. Situación problemática y problema	4
2.6.1. Situación problemática.....	4
2.6.2. Problema.....	5
2.6.3. Matriz causa efecto.....	5
2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices.....	6
2.8. Objetivos.....	6
2.8.1. Objetivo general.....	6

2.8.2. Objetivos específicos.....	6
2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos.....	7
3. MARCO TEORICO.....	8
3.1. Normativas.....	8
3.1.1. Políticas generales sobre energías renovables	8
3.1.2. Exigencia básica HE4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria).....	8
3.1.3. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)	8
3.2. Estudio precedente	9
3.3. Generalidades.....	9
3.4. Recurso solar en el ecuador	10
3.5. La Radiación Solar.....	11
3.6. Tipos de radiación solar:	11
3.6.1. Radiación directa.....	11
3.6.2. Radiación difusa.....	11
3.6.3. Radiación reflejada.....	11
3.7. Demanda energética:.....	11
3.9. Aprovechamiento térmico	12
3.10. Sistema solar térmico	12
3.11. Tipos de sistemas	13
3.11.1. Sistema de baja temperatura	13
3.11.2. Sistemas de media temperatura.....	13
3.11.3. Sistemas alta temperatura	13
3.12. Sistema captador	13
3.13. Colector solar térmico	13
3.14. Efecto invernadero	14
3.15. Tipos de Colectores.....	14
3.15.1. Colectores planos	14

3.15.2. Colectores de aire.....	17
3.15.3. Colectores de tubo de vacío.....	17
3.16. Principales Técnicas de Conversión de la Energía Solar Térmica	17
3.17. Acumulador	18
3.18. Tipos de acumuladores según su función del sistema de intercambio.....	18
3.18.2. Acumuladores de intercambio simple	19
3.18.3. Acumulador con doble intercambio	19
3.19. Sistema hidráulico.....	20
3.20. Tipos de configuración para conexiones de captadores solares térmicos	20
3.20.2. Conexión en paralelo.....	21
3.20.3. Conexión en paralelo.....	21
3.20.4. Conexión mixta (serie-paralelo).....	22
3.21. Materiales del sistema hidráulico.....	22
3.21.1. Bomba de circulación.....	22
3.22. Elementos de seguridad.....	24
3.23. Sistema de control de temperatura	24
3.24. Sistema de energía auxiliar	24
4. METODOLOGÍA	24
4.1. Señalización de Variables.....	24
4.2. Operacionalización de variables	25
4.3. Estudio de radiación.....	25
4.3.1. Datos Radiación	26
4.4. Metodología de diseño	26
4.5. Demanda energética	27
4.6. Dimensionado De Los Colectores	28
4.7. Inclinación del colector	28
4.8. Eficiencia del colector.....	29

4.9. Energía o cantidad de calor a calentar.....	30
4.10. Pérdidas en el colector.....	30
4.10.1. Perdidas por sombras.....	30
4.10.2. Perdidas por orientación e inclinación	30
4.11. El ángulo de inclinación β	30
4.12. Ángulo de azimut α	31
4.13. Distancia entre captadores	32
4.14. Dimensionado del acumulador	32
4.15. Rendimiento del colector solar	33
4.16. Cálculo De La Energía Aprovechable.....	34
4.17. Pérdidas de carga	35
4.18. Cálculo de la energía útil y superficie necesaria.....	36
4.19. La energía diaria neta	36
4.20. Cálculo de la superficie de captación.....	36
4.21. El número de colectores solares.....	37
4.22. Caudal.....	37
4.23. Acumulador de Agua Caliente Sanitaria (ACS).....	38
4.24. Volumen del recipiente:	38
4.25. Metodología de instrumentos.....	39
4.25.1. Bombas de circulación	39
4.25.2. Controlador de temperatura	40
4.25.3. Relé temporizado digital.....	40
4.25.4. Elementos de control y protección del sistema de control	41
4.26. Sistema de transporte de fluido.....	41
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
5.1. Consumo de GLP	41
5.2. GLP Vs Paneles Solares Térmicos.....	42

5.3. Análisis de datos de radiación y temperatura	44
6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	52
6.1. Presupuesto	52
6.2. Análisis de impactos	53
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
7.1. Conclusiones.....	54
7.2. Recomendaciones.....	54
8. REFERENCIAS.....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Tabla de actividades, resultados, técnicas e instrumentos en base a los objetivos	7
Tabla 3.1. Propiedades físicas del poliestireno expandido.....	17
Tabla 3.2. Valores de aislamiento – RITE	23
Tabla 4.1. Operacionalización de variables del sistema	25
Tabla 4.2. Operacionalización de variables del programa	25
Tabla 4.3. Datos de Radiación Mensual.....	26
Tabla 4.4. Porcentajes de pérdidas de los paneles solare térmicos.....	32
Tabla 4.5. Valores de coeficiente k.....	35
Tabla 5.1. Comparación de contaminación entre sistemas	43
Tabla 5.1. Datos Radiaciones Mes Febrero.....	44
Tabla 5.2. Datos Radiaciones Mes Febrero.....	45
Tabla 5.2 continuación. Datos Radiaciones Marzo	46
Tabla 5.3. Datos Radiación Mes Abril.....	47
Tabla 5.4. Datos Radiación Mayo	48
Tabla 5.4. continuación: Datos Radiación Mayo	48
Tabla 5.5 Radiación Mes De Junio	50
Tabla 6.1. Cuadro de Presupuesto	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Matriz causa efecto	5
Figura 3.1. Curva característica de eficiencia (referida al área de absorción)	12
Figura 3.2. Sistema solar térmico	12
Figura 3.3. Representación del efecto invernadero	14
Figura 3.4. Tabla de espesores según los diámetros	16
Figura 3.5. Colector solar plano	16
Figura 3.6. Corte del tanque termosolar sin intercambiador	18
Figura 3.7. Acumulador de intercambio simple	19
Figura 3.8. Acumulador con doble intercambio	19
Figura 3.9. Conexión de paneles en serie.....	21
Figura 3.10. Conexión de paneles en paralelo.....	21
Figura 3.11. Conexión de paneles en paralelo.....	22
Figura 3.11. Conexión de paneles de forma mixta	22
Figura 4.1. Piranómetro.....	25
Figura 4.2. Especificaciones del piranómetro sm206	26
Figura 4.3. Demanda de ACS.....	27
Figura 4.4. Índice k para latitud 0° con inclinación 15°	29
Figura 4.5. Angulo Azimut	31
Figura 4.3. Número de colectores.....	37
Figura 4.4: Bomba de circulación.....	39
Figura 4.5. Controlador de temperatura	40
Figura 4.6. Relé temporizado digital.....	40
Figura 5.1. Curva Eficiencia Vs Temperatura.....	45
Figura 5.2: Curvas De Eficiencia Vs Temperatura.....	46
Figura 5.3. Curvas Eficiencia Vs Temperatura	48
Figura 5.4 Curvas Eficiencia Vs Temperatura	50

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”

Autores:

Cristian Orlando Pacheco Pacheco

Darío Fernando Quinatoa Quinatoa

RESUMEN

El complejo Turístico “Señor del Árbol” ubicado en el barrio eclesiástico Cuicuno semanalmente precisa tener agua caliente sanitaria y para este efecto se usa calefones a base de Gas Licuado de Petróleo significando esto un alto costo de funcionamiento además del riesgo latente de explosión al tratarse de un hidrocarburo con alta volatilidad, sin olvidar la contaminación que este elemento produce al medio ambiente por sus emisiones de CO₂.

Tomando en cuenta estos aspectos se ve la necesidad de implementar un sistema de calentamiento de agua que suplante al principal eligiendo en este caso paneles térmicos solares que son: seguros, funcionamiento económico, fácil mantenimiento y larga vida útil.

Para comprobar la factibilidad de este se realizó un estudio de radiación solar en el sector recibiendo valores promedio de $800 Wh/m^2$ con picos superiores a $1500 Wh/m^2$ ideales para este propósito, dando esto el punto de partida para la elaboración del sistema con sus todos sus componentes como sistema acumulador de agua caliente, bombas de circulación, válvulas, accesorios y control automático de funcionamiento.

Al finalizar la implementación de los paneles térmicos solares, se consiguió desplazar al anterior sistema que era el principal a únicamente un sistema auxiliar ya que, son capaces de mantener agua a 38°C con la radiación antes mencionada, además de la beneficiosa ubicación del complejo a una latitud de -0.802688 que no necesita variar su inclinación para mejorar el rendimiento.

Palabras clave: Radiación, energía solar, control de temperatura, sistemas de circulación forzada.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF SCIENCES AND APPLIED ENGINEERING

Research Title: “IMPLEMENTATION EFFICIENT SYSTEM FOR HEATING WATER THROUGH SOLAR THERMAL PANELS FOR SEÑOR DEL ARBOL TOURISTIC COMPLEX ”

ABSTRACT

Authors: Cristian Orlando Pacheco Pacheco
Darío Fernando Quinatoa Quinatoa

The Tourist Complex "Señor del árbol" located in the ecclesiastical Cuicuno needs to have weekly hot water and, for this purpose is used Liquefied Petroleum Gas Heaters, this means a high operating cost in addition to the latent risk of explosion as it is a hydrocarbon with high volatility, without forgetting the pollution that this element produces to the environment by his CO₂ emissions.

Consider these aspects is the need to implement a water heating system that replaces the main one, choosing in this case solar thermal panels that are: safe, economical operation, easy maintenance and long service life.

To verify the feasibility of this, a solar radiation study was carried out in the sector, receiving average values of $800 Wh/m^2$ with peaks over $1500 Wh/m^2$ ideal for this purpose, giving this the starting point for the development of the system with all its components as an accumulator system of hot water, circulation pumps, valves, accessories and automatic operation control.

At the end of the implementation of the solar thermal panels, it was possible to move the previous system that was the main one to only an auxiliary system as they are able to maintain water at 38°C with the aforementioned radiation, in addition to the beneficial location of the complex at a latitude of -0.802688 that does not need to vary its inclination to improve performance.

Keywords: Radiation, solar energy, temperature control, forced circulation systems.



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 tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CRISTIAN ORLANDO PACHECO PACHECO Y DARÍO FERNANDO QUINATO A QUINATO A**, cuyo título versa “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 26 de julio del 2018

Atentamente,

Lic. M. Sc. Pacheco Pruna Edison Marcelo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502617350



1. INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Pacheco Pacheco Cristian Orlando

Quinatoa Quinatoa Darío Fernando

Tema aprobado:

“Implementación de un sistema eficiente para el calentamiento de agua por medio de paneles térmicos solares para el “Complejo Turístico Señor del Árbol”

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Director del proyecto de titulación

PhD. Torres Tamayo Enrique

Equipo de trabajo:

Tutor:

Nombres: Enrique
Apellidos: Torres Tamayo
Cedula de Identidad: 1757121940
Email: enrique.torres@utc.edu.ec

Coordinador 1:

Nombres: Cristian Orlando
Apellidos: Pacheco Pacheco
Cedula de Identidad: 0503245359
Celular: 0999779843
Dirección: Latacunga
Email: cristian.pacheco9@utc.edu.ec

Coordinador 2:

Nombres: Darío Fernando
Apellidos: Quinatoa Quinatoa
Cedula de Identidad: 0503448714
Celular: 0983915125
Dirección: Tanicuchi
Email: danrio.quinatoa4@utc.edu.ec

Lugar de ejecución

Sector Cuicuno, Parroquia Guaytacama, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Tiempo de duración del proyecto:

2017-2018

Fecha de entrega:

Julio 27, 2018

Línea de investigación:

Línea 1: Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Esta línea de investigación abarca tres grandes ejes para su accionar investigativo, que están en correspondencia con los objetivos nacionales e internacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en esta área. Se integran todas aquellas investigaciones que busquen promover el aprovechamiento de las energías alternativas y renovables, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores Industrial residencial Publico transporte y Agrícola, y reducir y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos.

Sub línea de investigación de la carrera:

Línea 3: eficiencia energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

Tipo de propuesta tecnológica:

en este proyecto se pretende desarrollar una innovación del sistema convencional para calentamiento de agua, reemplazándolo por paneles solares térmicos.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA POR MEDIO DE PANELES TÉRMICOS SOLARES PARA EL COMPLEJO TURÍSTICO SEÑOR DEL ÁRBOL”

2.2. Tipo de propuesta alcance

a) Productivo: Propone el uso de energías alternativas para mantener servicio de agua caliente reduciendo el ámbito económico, ambiental y operacional.

2.3. Área del conocimiento

33 Ciencias Tecnológicas

3306 Ingeniería y tecnología eléctricas

02 Aplicaciones eléctricas

03 Motores eléctricos

05 Conductores aislados

07 Maquinaria rotatoria

08 Interruptores

3307 Tecnología electrónica (ver2202,2203,3311.07 y3325)

3311 Tecnología de la instrumentación

07 Instrumentos electrónicos (ver3307)

3313 Tecnología e ingeniería mecánicas

11 Maquinaria hidráulica (ver3305.15)

3322 Tecnología energética (ver2212.03 y 5312.05)

05 Fuentes no convencionales de energía (ver2106.01 y2506.08)

3305 Tecnología de la construcción (ver3312, 3313.04 y 5312)

38 Abastecimiento de agua

2106 Sistema solar

01 Energía solar (ver 3322.05)

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

Se procederá al diseño e implementación de un sistema de calentamiento de agua por paneles solares térmicos con acumulación basado en normas de construcción que proponen el uso correcto de materiales de fabricación, que reducirá el consumo de Gas Licuado de Petróleo y mejorará la eficiencia en el calentamiento de agua y de fácil uso por la automatización del mismo.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Determinar la factibilidad en el diseño e implementación de paneles térmicos solares y la reducción en el consumo de GLP que este tendrá además de los beneficios que se obtendrá.

2.5.2. Campo de acción

Normativo: Con el uso de normas de construcción se conseguirá la selección de los mejores procesos y materiales de construcción.

Tecnológico: mediante el uso de sistemas de programación logrando que el sistema opere sin supervisión.

2.6. Situación problemática y problema

2.6.1. Situación problemática

El sistema de calentamiento de agua en general y en este caso para piscinas habitualmente es realizado por medio de dispositivos de calentamiento por conducción llamados Calefones, estos necesariamente necesitan una fuente de energía no renovable y contaminante que es el Gas Licuado de Petróleo (GLP) que además supone un peligro latente de explosión al ser un componente altamente volátil.

El progresivo aumento en el precio del GLP además de la orientación hacia el uso de dispositivos que utilicen energías renovables y amigables con el medio ambiente permite que se analice nuevos métodos de calentamiento de agua como calentamiento de agua mediante paneles solares.

El uso de paneles solares para distintas aplicaciones es un tema común varios países especialmente en países desarrollados puesto a que otorga seguridad en su funcionamiento, estabilidad ambiental y durabilidad. En el caso de Ecuador viene siendo un tema relativamente nuevo ya que, a pesar de conocerlos no se los usa comúnmente y se prefiere el uso de dispositivos convencionales porque se cree que no tendrá el mismo rendimiento que los dispositivos comunes o que supondrá un gasto inútil o excesivo.

2.6.2. Problema

¿Qué sistema alternativo de calentamiento de agua se debería implementar para reducir el consumo de Gas Licuado de Petróleo y todos los inconvenientes que este supone, mejorando así la eficiencia, impacto económico y ambiental en el proceso?

2.6.3. Matriz causa efecto

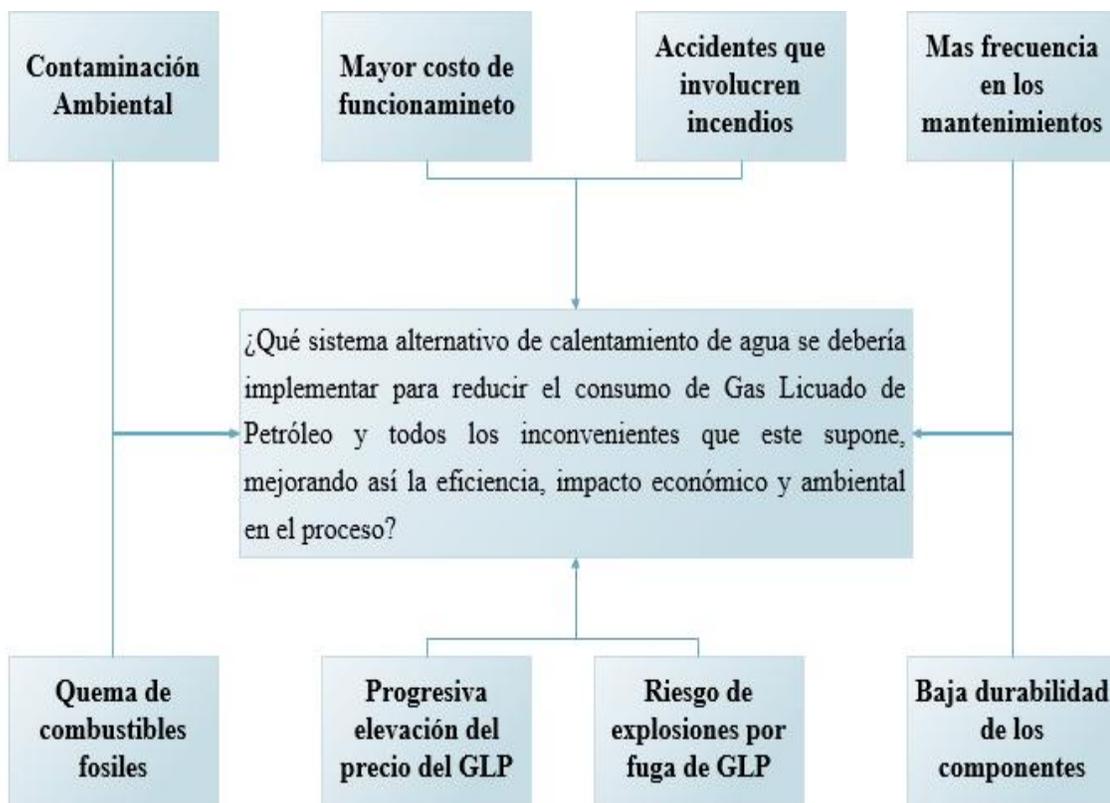


Figura 2.1. Matriz causa efecto

Fuente: [1]

2.7. Hipótesis o formulación de preguntas directrices

La sustitución del sistema principal de calentamiento de agua con calefones por paneles solares térmicos mejorará la eficiencia en el calentamiento y reducirá el consumo de GLP.

2.8. Objetivos

2.8.1. Objetivo general

- Implementar un sistema de calentamiento de agua mediante el uso de paneles solares térmicos en el complejo turístico “Señor del Árbol” para el mejoramiento del rendimiento energético, reducción de costos y contaminación ambiental.

2.8.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de los niveles de radiación incidente en el lugar de ejecución del proyecto.
- Seleccionar el sistema captador de radiación para calentamiento de agua con sus componentes.
- Implementar el sistema de paneles térmicos solares con acumulador para el calentamiento y almacenaje de agua.
- Analizar los datos obtenidos en la ejecución del proceso; reducción de GLP, impacto ambiental y económico.

2.9. Descripción de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

Tabla 2.1. Tabla de actividades, resultados, técnicas e instrumentos en base a los objetivos

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Técnica	Instrumentos
Realizar un estudio de los niveles de radiación incidente en el lugar de ejecución del proyecto.	Toma de datos diarios para realizar una base de estos y tabularlos	Consolidado de datos de radiación y proyecciones de esta	Mediante mediciones	Piranómetro, libreta, temporizador.
Seleccionar el sistema captador de radiación para calentamiento de agua con sus componentes.	Evaluación de los varios sistemas de calentamiento de agua	Selección de paneles térmicos solares de placa plana con acumulador de agua y sistema auxiliar	Toma de datos y uso de normas	Base de datos y cálculos
Implementar el sistema de paneles térmicos solares con acumulador para el calentamiento y almacenaje de agua.	Diseñar y elaborar todo el sistema de calentamiento por paneles de placa plana con acumulación y sistema de control.	Reducción del uso de GLP en el complejo y mejoramiento medioambiental	Control de procesos, ensamblaje de equipos	Normas de construcción, ecuaciones de criterio de cálculo.
Analizar los datos obtenidos en la ejecución del proceso; reducción de GLP, impacto ambiental y económico.	Tabular los datos obtenidos para generar curvas de eficiencia, económicas y de factibilidad	Evaluación del sistema en comparación a los calefones.	Análisis de datos en hojas de calculo	Excel, herramientas de tabulación de datos

Fuente: [1]

3. MARCO TEORICO

3.1. Normativas

3.1.1. Políticas generales sobre energías renovables

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. [2]

El estudio de la energía solar ha dado paso al descubrimiento de su aplicación en diferentes campos como lo es con paneles solares térmicos, que en este caso serán aprovechados para el calentamiento de agua del “Complejo Turístico Señor del Árbol”.

La energía solar se la puede aprovechar de dos formas ya sea fotovoltaica para generar energía eléctrica o en este caso térmica para calentar agua para uso doméstico o industrial. Para este estudio se decide cuáles serán las mejores formas y artefactos a utilizar para tener el mayor aprovechamiento térmico y eficiencia energética con la utilización de los paneles solares térmicos.

El presente proyecto se basará en las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 10) en su capítulo 14 referente a Energías Renovables, sistemas de calentamiento de agua con energía solar para uso sanitario en el Ecuador.

3.1.2. Exigencia básica HE4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria)

Para edificaciones con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial. [3]

3.1.3. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)

Se desarrolla con un enfoque basado en prestaciones u objetivos, es decir, expresando los requisitos que deben satisfacer las instalaciones térmicas sin obligar al uso de una determinada técnica o material, ni impidiendo la introducción de nuevas tecnologías y

conceptos en cuanto al diseño, frente al enfoque tradicional de reglamentos prescriptivos que consisten en un conjunto de especificaciones técnicas detalladas que presentan el inconveniente de limitar la gama de soluciones aceptables e impiden el uso de nuevos productos y de técnicas innovadoras. [4]

3.2. Estudio precedente

La energía solar se puede aprovechar activamente mediante dos vías: la térmica, que transforma la energía procedente del sol en energía calorífica, y la fotovoltaica, que convierte directamente la energía solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico. [5]

La utilización de la energía térmica para fines sanitarios y de climatización es, afortunadamente ya, una realidad. No cabe duda de que la actual sensibilidad colectiva hacia las energías renovables, capaces de mantener el bienestar sin degradar el medio ambiente, y el importante incremento en el rendimiento de los equipos que permiten la utilización de la energía solar ha contribuido mucho a que se empleen este tipo de instalaciones. [6]

Los sistemas de aprovechamiento de la energía solar basados en la vía térmica pueden ser de baja (menores a 65°C), media (entre 100 a 300°C) y alta temperatura (mayores a 500°C). Los de baja temperatura se emplean sobre todo para calefacción, climatización de locales, producción de agua caliente sanitaria, etc.

Medioambientalmente, la energía solar térmica, además de ser una fuente de energía no contaminante, contribuye a mejorar la eficiencia energética de las instalaciones al reducir el consumo de energía y, desde el punto de vista económico a largo plazo. [7]

3.3. Generalidades

Desde el comienzo de nuestra existencia el Sol es el que nos ha provisto de alimentos y energía, pero además hemos querido aprovechar sus cualidades para otros fines. En el siglo XV, Leonardo Da Vinci, desarrolló un mecanismo de reflexión en forma parabólica para utilizarlo como arma en época de guerra contra los navíos que se acercaban a la costa. A finales del siglo XIX, en pleno desarrollo de la era industrial, se empieza a consolidar esta energía como medio económico para el calentamiento de agua para fines domésticos.

Debido a la distancia que separa la Tierra del Sol no toda esa radiación llega a nosotros, concretamente solo unos 1.367 W/m². Además, al atravesar la atmósfera terrestre se atenúa este valor disminuyendo significativamente su intensidad, según las concentraciones de los gases que componen la atmósfera, características climáticas, latitud del territorio, etc.

La Tecnología Solar Térmica se ha desarrollado mucho y sus aplicaciones son muy variadas. La clasificación de los distintos sistemas térmicos se realiza en función de la temperatura a la que se eleva el fluido calor-portador, siendo los sistemas de baja temperatura los descritos en esta sección. Los sistemas que trabajan a media y alta temperatura reciben la denominación de Termoeléctricos.

Los Sistemas Solares Térmicos aprovechan parte de la energía que tiene dicha radiación para aumentar la temperatura de sus colectores solares que se colocan estratégicamente aprovechando el mayor porcentaje posible de esta radiación. Después, esta energía es transferida al líquido portador, que en la mayoría de los casos es agua. [8]

La tendencia actual en el mundo es optar por energías limpias, por lo que la instalación de un sistema fotovoltaico constituye una alternativa viable para los hogares, siempre y cuando su uso se masifique y se reduzcan sus costos. [9]

3.4. Recurso solar en el Ecuador

El Ecuador está ubicado entre las latitudes 1°30'N (Carchi) y 5°0'S (Zamora) y entre las longitudes 72°0'W (Salinas) y 75°10'W (Orellana) es decir al oeste del meridiano de Greenwich. El Archipiélago de Galápagos se encuentra entre las latitudes 1°40'N y 1°30'S y entre las longitudes 89°10'W y 92°0'W. Al estar atravesado por la Línea Equinoccial, el Ecuador tiene poca variabilidad en la posición del sol durante todo el año, lo cual favorece la aplicación de la energía solar para producir electricidad y calor, ya que en promedio hay 12 horas de sol durante el día. La variación en el zenit (cuando el sol está perpendicular a la Tierra, a las 12 del día) es de +/- 23.5°, es decir que el Sol se desplaza 47° en el año entre el solsticio de verano (21 de junio) y el solsticio de invierno (21 de diciembre).

La radiación solar directa sumada con la radiación solar difusa que impacta sobre el colector solar, se ve afectada por la nubosidad del día, o lo que se conoce como índice de claridad. Un índice de claridad 1 se da en un día soleado sin nubes.

Hay que tener en cuenta también el ángulo de inclinación del colector para aprovechar la mayor cantidad de energía solar durante el año, y por labores de limpieza; en el Ecuador, éste ángulo puede ser hasta 15°. La orientación del colector deberá ser hacia la línea equinoccial, para tener la mayor energía anual del sol. [10]

Según NEC10, la irradiación solar promedio al día en Cotopaxi es de 4420 Wh/m², los datos fueron tomados de sistemas satelitales del NREL (National Renewable Energy Laboratory) de los Estados Unidos.

3.5. La Radiación Solar

Se trata de un flujo de energía en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias: luz visible, infrarroja y ultravioleta. El ojo humano sólo detecta la luz visible. [11]

“La radiación solar se encuentra comprendida entre un rango de 0,4 μm y 0,7 μm como luz visible las que son detectadas inmediatamente por humano.”

3.6. Tipos de radiación solar:

3.6.1. Radiación directa

Se considera a la luz recibida proveniente desde el sol, sin que exista algún tipo de interferencia o se desvíe por la atmosfera hacia la superficie.

3.6.2. Radiación difusa

La luz reflejada del sol es interrumpida y sufre cambios en su dirección debido a muchos factores, una de ellas puede ser los cambios climáticos.

3.6.3. Radiación reflejada

Es la que se refleja por la superficie terrestre, en donde la cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie.

3.7. Demanda energética:

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. [3]

“El consumo de sistema energético dispuesto para una edificación se forma a partir de una demanda energética de calefacción y de refrigeración, propios a los meses de la temporada de cada demanda.”

3.8. Eficiencia energética

La eficiencia de un colector solar se define como la relación entre la energía absorbida (densidad de energía) por el fluido portador del calor y la energía incidente (densidad de energía solar) sobre su superficie. [8]

“Podemos decir que la eficiencia es el aprovechamiento máximo de un recurso en uso, sin cambiarlo de forma ni valor si no, optimizar su funcionamiento.”

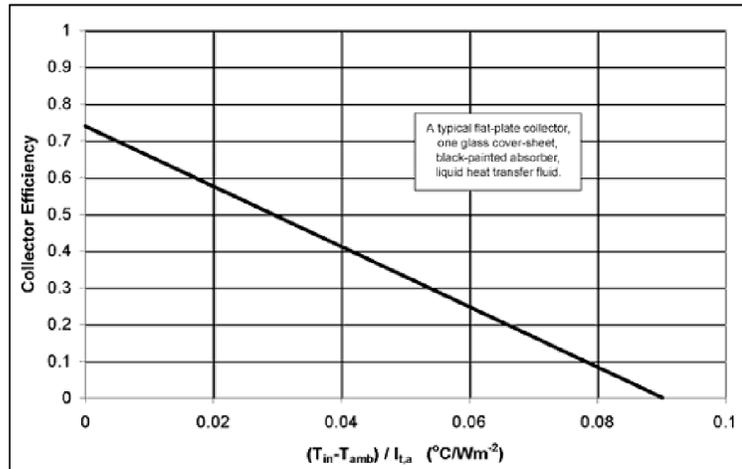


Figura 3.1. Curva característica de eficiencia (referida al área de absorción)

Fuente: [12]

3.9. Aprovechamiento térmico

Se trata de que los colectores solares capturen toda la energía proveniente del sol en forma térmica donde el fluido será el que aproveche toda esa energía.

3.10. Sistema solar térmico

Es considerado a toda instalación o implementación que esta propuesta para cambiar la radiación solar en calor útil para la utilización.

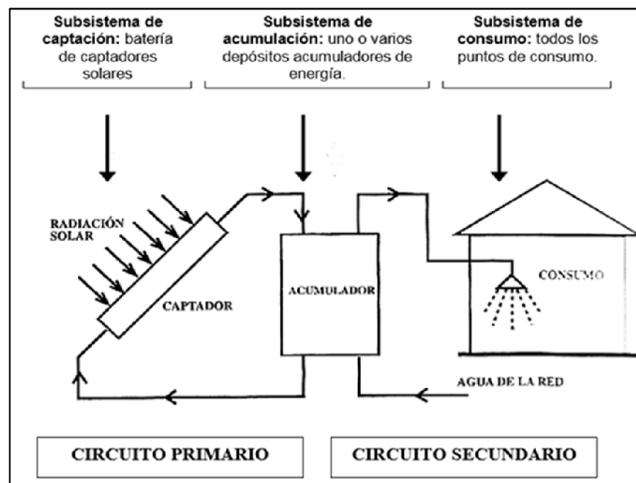


Figura 3.2. Sistema solar térmico

Fuente: [13]

3.11. Tipos de sistemas

Entre los tipos de sistemas de producción de agua para consumo sanitario encontramos 3 sistemas, las cuales mencionaremos a continuación:

- **Sistemas de baja temperatura**
- **Sistemas de media temperatura**
- **Sistemas alta temperatura**

3.11.1. Sistema de baja temperatura

En este sistema está comprendida la producción de agua para consumo sanitario a temperatura menores a la de 60 °C, esto quiere decir que el agua no debe llegar al punto de ebullición

3.11.2. Sistemas de media temperatura

Aquí los sistemas están comprendidos entre los 80°C y hasta los 250°C, utilizados usualmente para procesos industriales como generación de fluidos térmicos desalinización de agua de mar, etc.

3.11.3. Sistemas alta temperatura

La temperatura está comprendida a partir de los 500°C, con estas elevadas temperaturas sobrepasa 5 veces su punto de ebullición del agua y alcanza presiones tan elevadas la cual puede ser utilizada para mover una turbina para la generación de electricidad.

3.12. Sistema captador

La radiación solar que llega en forma de calor a los paneles solares transforma en energía térmica donde eleva la temperatura del fluido al momento que transcurra en el captador. La transferencia de calor por convección y conducción, da forma en la placa absorbente donde consigue que el fluido de trabajo aumente de energía, al momento de circular produce la salida de la energía generada y disminuya la temperatura del absolvedor. La disminución de temperatura reduce pérdidas por radiación, conducción y convección y mantiene a nivel. El vidrio disminuye las pérdidas por convección ya que evita el contacto directo con el medio ambiente.

3.13. Colector solar térmico

Se trata de un dispositivo que transforma en calor la radiación solar con procesos añadidos de transferencia de calor mediante radiación, conducción y convección. Su principio físico de funcionamiento se basa en el efecto invernadero, resultado de la característica que tiene un cuerpo transparente, de dejar pasar a través suyo radiación electromagnética. [10]

” El colector solar es el conjunto de varios elementos que tiene como objetivo principal calentar el fluido de trabajo gracias el efecto invernadero producido al momento de captar la luz solar en toda la superficie, dentro del colector.”

3.14. Efecto invernadero

Después de atravesar el vidrio, la radiación llega a la superficie del absorbedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda más o menos comprendida entre 4.5 y 7.2 μm , para la cual el vidrio es opaco. Es decir, la radiación emitida por el absorbedor será reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior del vidrio y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentará de temperatura y comenzará a emitir radiación. Ésta se repartirá aproximadamente en partes iguales hacia el exterior y el interior del colector, contribuyendo así a un aumento de la temperatura en la superficie del absorbedor. [14]

- 1.- cubierta transparente
- 2.- placa absorbedora
- 3.- aislante y carcasa

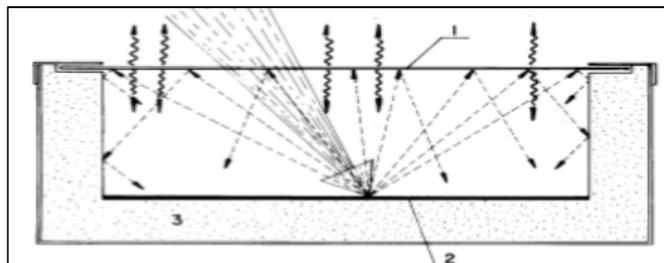


Figura 3.3. Representación del efecto invernadero

Fuente: [14]

3.15. Tipos de Colectores

- Colectores planos
- Colectores de aire
- Colectores de tubos de vacío

3.15.1. Colectores planos

Son elementos constituidos por una superficie absorbente de material de alta conductividad térmica y estable a la corrosión, que conjuntamente con los tubos conductores del fluido de trabajo, con el aporte del aislante térmico, la caja hermética y la cubierta de alta transparencia, hacen posible la ganancia térmica máxima.

Constitución de los colectores:

Los colectores solares están constituidos por varios elementos de gran importancia para su principio de funcionamiento, la que mencionaremos a continuación:

Cubierta transparente

Cubierta de vidrio o plástico plano, por la cual pasa la radiación solar,

Placa de absorción

Superficie metálica en cobre o aluminio en donde incide la radiación solar y se convierte en calor que se transfiere por conducción a los tubos por los que circula un fluido de trabajo.

Aislante

Este material se encuentra por debajo de la placa y tubería por donde pasa el fluido, nos ayuda a reducir pérdidas de temperatura.

Calculo del aislante

Para los aislantes, el espesor mínimo debe ser de 3 cm como se rige en la normativa de la NEC 10 de construcciones electromecánicas. También existe una ecuación donde se puede verificar el tipo de espesor que debe ir en el captador solar.

$$e = e_{ref} * \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \quad (3.1)$$

Donde:

e = espesor del aislante

e_{ref} = espesor mínimo para el cambiador de calor 3 [cm]

λ = conductividad térmica del material a utilizar como aislante.

λ_{ref} = conductividad térmica según la tabla de la figura 3.4.:

Fluido interior caliente			
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Figura 3.4. Tabla de espesores según los diámetros.

Fuente: [12]

Carcasa

Contiene y da soporte a todos los elementos que conforma el colector solar plano.

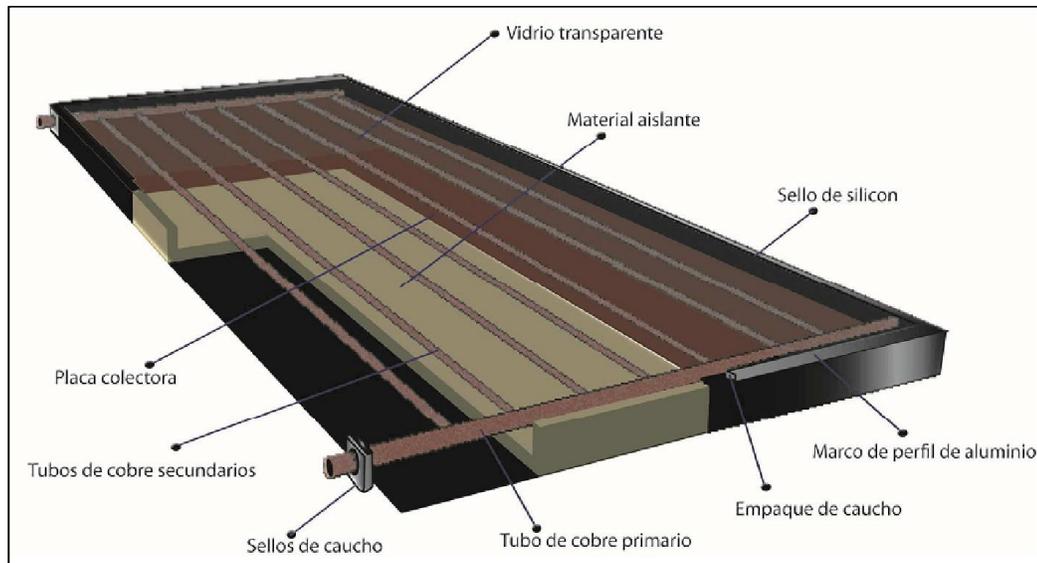


Figura 3.5. Colector solar plano

Fuente: [10]

Poliestireno expandido (eps)

Es un material plástico espumado celular y rígido fabricado a partir del modelo de perlas pre expandidas de Poliestireno expandible a uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. [15]

“El Poliestireno es un material utilizado exclusivamente para el uso como aislante térmico y acústico, esencialmente la estructura del material está constituida por aire ocluido, un

aproximado del 98 % del volumen del material es aire y el 2 % es de materia sólida en este caso el eps. Tienen propiedades físicas como la resistencia a la compresión con una deformación del 10 % a una compresión de 100kPa en un área determinada, resistencia a la flexión, tracción, a un esfuerzo cortante.

Tabla 3.1. Propiedades físicas del poliestireno expandido

Densidad	$\geq 19 \text{ kg/m}^3$
Conductividad térmica 10°C	$\geq 35 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Resistencia a la compresión 10%	$\geq 100 \text{ kPa}$
Tracción	$\geq 150 \text{ kPa}$
Flexión	$\geq 150 \text{ kPa}$

Fuente: [15]

3.15.2. Colectores de aire

Son colectores que como uso principal es el aire para su funcionamiento, donde el aire es calentado y utilizado para calentar varias áreas de una edificación.

3.15.3. Colectores de tubo de vacío

En un colector se puede encontrar varios tubos de vacío donde pueden alcanzar temperaturas y rendimientos energéticos superiores a lo normal, en donde las pérdidas se reducen considerablemente gracias a la presión que ejerce en los tubos.

3.16. Principales Técnicas de Conversión de la Energía Solar Térmica

Los Sistemas Solares Térmicos aprovechan parte de la energía que tiene dicha radiación para aumentar la temperatura de sus colectores solares que se colocan estratégicamente aprovechando el mayor porcentaje posible de esta radiación. Después, esta energía es transferida al líquido portador, que en la mayoría de los casos es agua. [8]

La tecnología solar térmica permite el aprovechamiento de la radiación solar para la producción de energía a través del calentamiento de un fluido sin residuos contaminantes.

Existen varias tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar, pero las principales son:

- **La Circulación Natural**
- **La Circulación Forzada**

Los sistemas realizados a base de circulación natural son las que no intervienen ningún elemento de fuerza, mientras tanto en la de circulación forzada está utilizando el elemento de fuerza en este caso una bomba de circulación.

3.17. Acumulador

Los sistemas de energía térmica solar siempre serán imposibilitados de traer consigo una producción instantánea de agua caliente que abastezca las necesidades de consumo. Por ello es imprescindible disponer de un sistema de acumulación que permita, además de disponer del servicio con independencia de las condiciones de irradiación a cada instante. [16]

” Un acumulador es un elemento básico para la instalación de un sistema solar térmico en este caso de la producción de ACS, el acumulador nos ayuda para la acumulación de agua proveniente de los captadores térmicos solares a una temperatura (T_e), para luego ser distribuida a las duchas con otra diferente temperatura (T_s).”

Los acumuladores se diferencian según su función del sistema y en función del material, a continuación, mencionaremos los tipos de acumuladores.

3.18. Tipos de acumuladores según su función del sistema de intercambio

3.18.1. Acumuladores sin intercambiador

Los acumuladores sin intercambiador tienen la única misión de almacenar agua que es calentada o bien en otro acumulador, dispuesto agua arriba y en serie o mediante un elemento externo. Al no producirse intercambio de calor interno, no existe ningún elemento de transmisión de calor que produzca el adecuado movimiento interior del fluido. [16]

“Este tipo de acumulador es utilizado únicamente para almacenar agua proveniente de los captadores solares térmicos a una temperatura, sin ninguna acción de un elemento dentro o fuera de ella, que cambie la temperatura del fluido.”

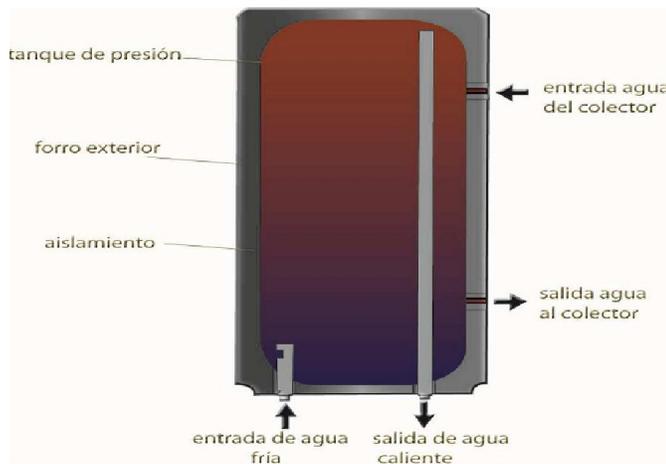


Figura 3.6. Corte del tanque termosolar sin intercambiador.

Fuente: [10]

3.18.2. Acumuladores de intercambio simple

De la misma manera que los acumuladores sin intercambiador, estos son idóneos para el empleo de producción de agua caliente, en función del coste, suelen ser sustituidos en aquellas instalaciones que superen los 1000 litros de volumen por elementos de solo acumulación.

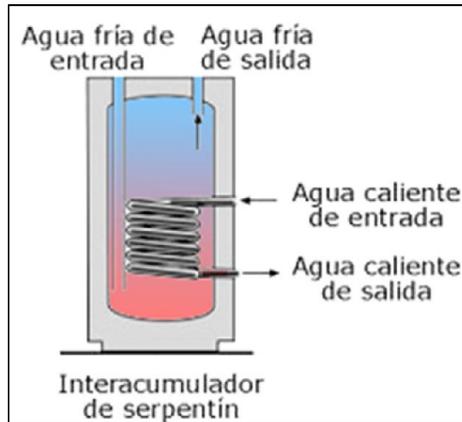


Figura 3.7. Acumulador de intercambio simple

Fuente: [10]

3.18.3. Acumulador con doble intercambio

En un acumulador de doble intercambio posee en su interior dos elementos de transmisión de calor (dos serpentines), las cuales cada uno se encuentra alimentado por dos fuentes de calor y son acumuladores en sentido vertical.

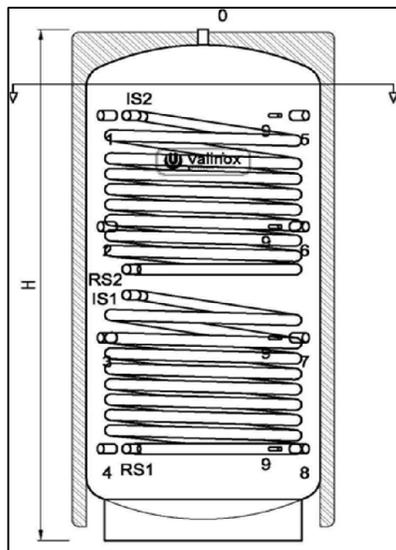


Figura 3.8. Acumulador con doble intercambio

Fuente: [16]

3.19. Sistema hidráulico

Para un sistema de producción de ACS mediante una instalación de térmica solar una de las partes fundamentales es el diseño adecuado de la parte hidráulica, desde el sistema de captación hasta el consumo, para eso mencionaremos los más principales:

a) Caudal

Dependiendo de la aplicación del fluido de trabajo, los valores del caudal por cada colector pueden variar al momento de su cálculo, pero se toma un valor de circulación de 50l/h/m^2 . Los valores ideales se encuentran entre 42 a 60l/h/m^2 .

b) Longitud

En lo que se refiere a la longitud, debe ser lo menos distante posible para reducir la cantidad de pérdidas de calor, pérdidas por carga de fluido, y de rozamiento en la tubería.

c) Equilibrado

El recorrido hidráulico de cada colector o batería de colectores debe ser lineal e igual para cada uno de ellos. Si el recorrido lineal posee la misma distancia, las pérdidas de carga serán iguales al igual que su caudal, de esta forma se asegura que el cambio de temperatura se igual en toda el área de colectores y que las temperaturas a la entra y salida de los colectores se uniforme.

Cuando el sistema no se encuentra equilibrado se utiliza válvulas de equilibrado (válvulas micrométricas), estos elementos se encargan de controlar el caudal en cada ramal de conexión.

d) Seguridad

La importancia de dispositivos de seguridad es imprescindible en este tipo de sistemas, dispositivos que controlan las variaciones de temperatura y sobrepresiones son importantes para asegurar la integridad de la instalación. Es importante integrar purgadores de aire para evitar que existan bolsas de aire en el sistema ya que esto será perjudicial para la instalación.

3.20. Tipos de configuración para conexiones de captadores solares térmicos

- **Conexión en serie**
- **Conexión en paralelo**
- **Conexión mixta (serie-paralelo)**

3.20.1. Conexión en serie

Esta conexión se lo realiza cuando queremos que su temperatura se eleve, esto quiere decir que la temperatura se multiplicara cuando el fluido de trabajo pase por cada colector, pero hay que tomar en cuenta que su rendimiento se reduce.

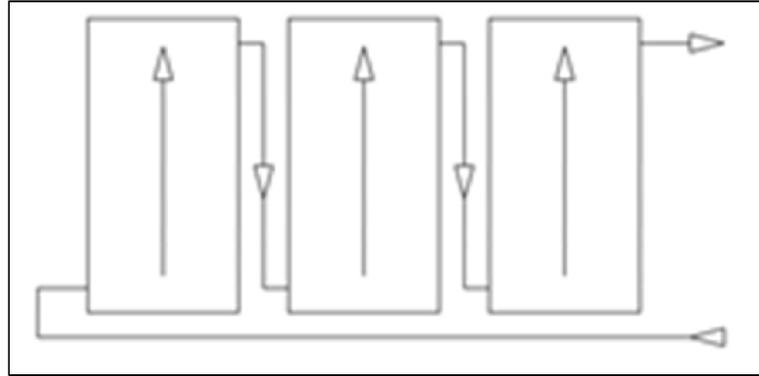


Figura 3.9. Conexión de paneles en serie

Fuente: [17]

3.20.2. Conexión en paralelo

Esta configuración se lo realiza cuando se quiere aumentar el caudal, en donde está limitado los números de colectores por las pérdidas que existe en las tuberías y también el flujo debe estar equilibrado para cada colector.

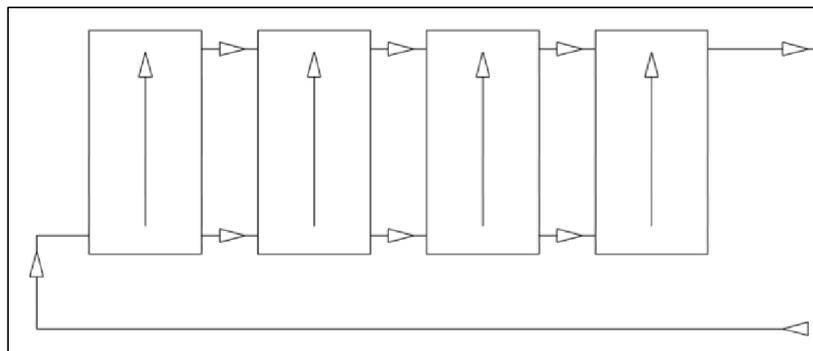


Figura 3.10. Conexión de paneles en paralelo

Fuente: [17]

3.20.3. Conexión en paralelo

Esta configuración se lo realiza cuando se quiere aumentar el caudal, en donde está limitado los números de colectores por las pérdidas que existe en las tuberías y también el flujo debe estar equilibrado para cada colector.

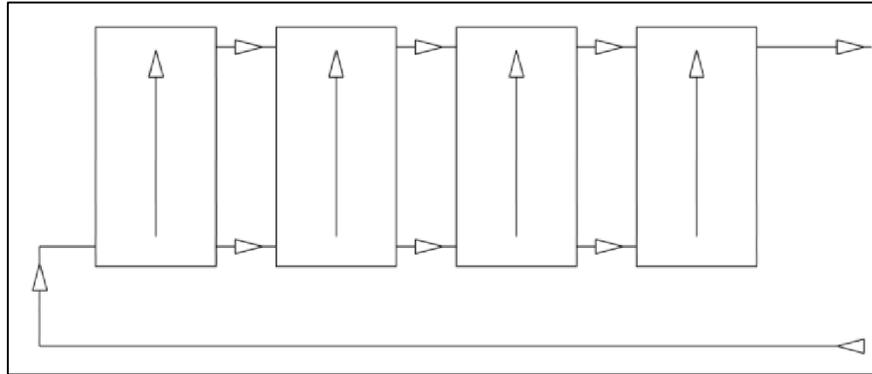


Figura 3.11. Conexión de paneles en paralelo

Fuente: [17]

3.20.4. Conexión mixta (serie-paralelo)

Reúne las características de las dos conexiones anteriormente mencionados, se utiliza en una superficie de mucho captadores, y cuando se necesite temperaturas muy altas a la salida.

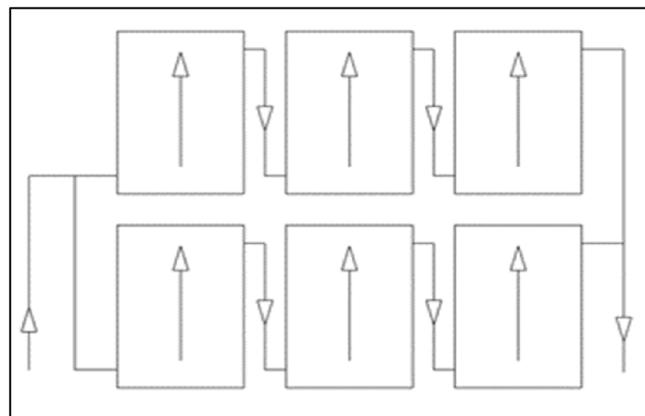


Figura 3.11. Conexión de paneles de forma mixta

Fuente: [17]

3.21. Materiales del sistema hidráulico

Para asegurar el funcionamiento óptimo y principalmente la instalación íntegra del sistema hidráulico mencionaremos los elementos que lo conformaran detallando cada uno de ellos.

3.21.1. Bomba de circulación

las bombas de circulación están diseñadas para un caudal o fluido determinado a una cierta velocidad y altura de impulsión, la funcionalidad de la bomba está dada por la alimentación eléctrica, controlada por un controlador electrónico y por medidas de temperatura en el acumulador y en el colector.

Para la selección también intervienen factores como la presión, corrosión, caudal, pérdidas consideradas como el mínimo valor, y con una forma fácil de operación de purga.

Especificaciones:

- Potencia [W]
- Tensión de alimentación [V]
- Altura de elevación mínima [hPa]
- Caudal [m^3/h]
- Conectores para tubos en milímetros o pulgadas

3.21.2. Tubería

Para la utilización de materiales específico de tuberías se debe basarse a normativas que aseguren su durabilidad, en este caso será necesario la utilización de cobre o acero inoxidable o también tuberías de material plástico que sean aptos para este sistema.

En los sistemas indirectos, para el abastecimiento de ACS en este caso el circuito secundario se podrá utilizar cobre, acero inoxidable o acero galvanizado, se considerará también el plástico que soporte temperaturas máximas del sistema, que cumplan las normativas UNE, las tuberías pueden o tienen que estar cubiertas por pintura anticorrosiva

Ay que tomar en cuenta que mucha tubería y accesorios aumentaría en gran proporción las pérdidas en el sistema, por lo general las pérdidas por convección son las más importantes.

Siguiendo la normativa vigente para el aislamiento será diferente según el material al que se aislará, a continuación, se mostrará una tabla donde veremos los espesores según los diámetros de tuberías en mm, para material genérico el coeficiente de conductividad térmica será de $0.040 [W/(m \cdot ^\circ C)]$ a $20 [^\circ C]$.

Tabla 3.2. Valores de aislamiento – RITE

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ($^\circ C$)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Fuente: [4]

Se utilizó tubería según a las normas y especificaciones técnicas del acumulador y del panel solar, en este caso $\frac{3}{4}$ tanto en el circuito primario y secundario

3.22. Elementos de seguridad

Es importante la ubicación de válvulas de seguridad se instalen en el sistema para que garantice cada parte del circuito apto para ser protegida y que o dificulten cualquier labor de mantenimiento. En sistemas sencillos se puede instalar un elemento de seguridad por cada colector, y a la entrada del sistema de acumulación.

Existen varios tipos de válvulas según su función, a continuación, mencionaremos los siguiente:

- Válvulas de esferas: para aislamiento y llenado
- Válvulas de asiento: para equilibrado de circuitos
- Válvulas de esferas o de macho: para vaciado y purga de aire
- Válvulas de disco de doble compuerta: para retención
- Válvulas de resorte: para seguridad

3.23. Sistema de control de temperatura

En los sistemas de circulación forzada casi siempre se incorporan una parte de control electrónico llamado central de regulación o reguladora diferencial, donde su función es del arranque o parada, el control de la velocidad de la bomba de circulación en el primario de acuerdo a la diferencia de temperatura entre la salida del colector y de acumulador.

3.24. Sistema de energía auxiliar

En la instalación del sistema de producción de agua de consumo sanitario mediante paneles solares térmicos será necesario incorporar un sistema auxiliar de energía, esto para la ayuda en temporadas de invierno, en donde la temperatura no cubrirá la energía necesaria para elevar la temperatura en el fluido de trabajo.

En este caso, el uso de calefones a gas será una de las opciones para el mejoramiento de la temperatura. Mediante este proceso se aclara con mayor claridad que la implementación del sistema es parcialmente reemplazada debido al cambio climático o por razones de mantenimiento correctivo o programado.

4. METODOLOGÍA

4.1. Señalización de Variables

Variable independiente: Radiación Solar Incidente

Variable dependiente: Temperatura del agua

4.2. Operacionalización de variables

Tabla 4.1. Operacionalización de variables del sistema

Variabes	Dimensiones	Unidades
Energía solar	Radiación solar	W/m^2
Agua caliente	Temperatura	$^{\circ}C$

Fuente: [1]

Tabla 4.2. Operacionalización de variables del programa

Variabes de entrada	Unidades	Variabes de salida
Radiación solar	W/m^2	Bombas de circulación paneles y sistema auxiliar (ON-OFF)
Temperatura del agua	$^{\circ}C$	

Fuente: [1]

4.3. Estudio de radiación

Se procede al registro de datos de radiación obtenido su media mensual para evaluar la factibilidad de paneles solares térmicos de placa plana.

Para este efecto el método utilizado es la observación y registro de datos con el uso de un piranómetro clase sm-206 que registra la radiación incidente ya sea en $\frac{W}{m^2}$ o BTU.

Piranómetro



Figura 4.1. Piranómetro

Fuente : [18]

Código	306211
Referencia	SM-206
Rango	1-3999 W/m ² (btu)
Resolucion	0.1 W/m ²
Exactitud	±5% de la lectura
Funciones	Memoria pico, congelacion lectura
Características	Display LCD
Alimentacion	Bateria 9 VDC

Figura 4.2. Especificaciones del piranómetro sm206

Fuente: [18]

4.3.1. Datos Radiación

Tabla 4.3. Datos de Radiación Mensual

DATOS - RADIACION				
MES	RADIACION (W/m²)	VARIACION DE TEMPERATURA ΔT (°C)	EFICIENCIA n_g(%)	POTENCIA KW
FEBRERO	897	26	85	7.6
MARZO	898	26	83	8
ABRIL	871	26	84	7.9
MAYO	876	26	83	7.9
JUNIO	916	26	83	7.9

Fuente: [1]

4.4. Metodología de diseño

A continuación, se describe las técnicas y ecuaciones que se utilizaron para el diseño de la propuesta.

Antes de proceder al respectivo cálculo se debe considerar varios factores que intervienen directamente con el dimensionamiento del sistema, como el cálculo del rendimiento de colector, la distancia entre colectores, la demanda, las perdidas tanto en el sistema hidráulico como en el colector, etc. Las estas dimensiones se obtendrán a partir de ecuaciones utilizadas deben seguir el procedimiento según las normativas anteriormente mencionadas.

4.5. Demanda energética

Un correcto dimensionamiento del todo el sistema de calentamiento de agua de consumo sanitario por medio de paneles solares térmicos, cubrirá una demanda idea de energía térmica para el ACS, es necesario considerar datos importantes como el consumo total de ACS en el día, la temperatura deseada(45°C) y el salto térmico que existirá entre la temperatura de entrada y salida de agua para el consumo(27°C). El abastecimiento de la demanda energética en un día resultara de la siguiente manera:

$$Q_{(kWh)} = M \cdot \rho \cdot Cp (T_{salida} - T_{entrada}) \quad (4.1.)$$

Donde:

$Q_{(kWh)}$ = Demanda energética

M = Consumo total de ACS (l/día)

ρ = Densidad del líquido en kg/litro (1 kg/l)

Cp = Calor específico del agua en kWh/kg (1,16 x 10⁻³kWh)

T_{salida} = Temperatura de agua caliente de salida del colector (°C)

$T_{entrada}$ = Temperatura de agua fría de entrada de la red (°C)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Figura 4.3. Demanda de ACS

Fuente: [19]

La temperatura de referencia de 60 °C se corresponde con la de acumulación del ACS para prevención de la legionelosis y será la mínima habitual en los sistemas centralizados.

Calculo:

Hay que tomar en cuenta una afluencia media diaria de 50 personas; entonces para.
 $M = 50 \text{ personas} * 15l / \text{ personas} = 750l$

$$Q_{(kWh)} = M \cdot \rho \cdot Cp (T_{salida} - T_{entrada}) \quad (4.1)$$

$$Q_{(kWh)} = 750l * 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} * 1,16 \times 10^{-3} \text{kWh} (60^\circ - 13^\circ)$$

$$Q_{(kWh)} = 40,89 \text{kWh}$$

4.6. Dimensionado De Los Colectores

Se recomienda para una misma instalación el uso de colectores iguales por criterios energéticos y criterios constructivos.

4.7. Inclinación del colector

El lugar de instalación se encuentra en la zona ecuatorial, esto quiere decir que la radiación solar será recibida por el colector durante las doce horas del día, lo que permitirá que la inclinación sea de 0 grados, pero el campo de colectores debe tener una inclinación mínima de 5° y máxima de 15° y es recomendable la orientación hacia la línea equinoccial esto se debe a que por razones de mantenimiento, el cristal del colector debe estar libre de sedimentos que impidan la recepción de la luz solar al absolvedor.

Calculo de la radiación sobre una superficie inclinada

$$\bar{H}_T = k * \bar{H} \quad (4.2)$$

Donde:

\bar{H} : es la media mensual diaria de radiación sobre una superficie horizontal. $[Wh/m^2]$

k: es un dato que se encuentra en tablas de la NEC10 tomando en cuenta la latitud, en este caso Cuicuno con Latitud -0.8027

Latitud: 0°												
Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1.02	1.01	1	0.98	0.97	0.96	0.97	0.98	1	1.01	1.02	1.02
10	1.03	1.01	0.99	0.96	0.93	0.92	0.93	0.95	0.99	1.02	1.04	1.04
15	1.04	1.01	0.97	0.92	0.88	0.87	0.88	0.92	0.97	1.02	1.05	1.05
20	1.04	1	0.95	0.88	0.83	0.81	0.83	0.88	0.95	1.01	1.05	1.06
25	1.03	0.99	0.92	0.84	0.77	0.75	0.77	0.83	0.92	0.99	1.04	1.06
30	1.02	0.97	0.88	0.79	0.71	0.68	0.7	0.78	0.88	0.97	1.03	1.05
35	1	0.94	0.84	0.74	0.64	0.61	0.64	0.72	0.84	0.94	1.02	1.03
40	0.98	0.9	0.8	0.68	0.57	0.53	0.56	0.66	0.79	0.91	0.99	1.01
45	0.95	0.87	0.75	0.61	0.5	0.45	0.49	0.59	0.73	0.87	0.96	0.98

NEC-11 CAPÍTULO 14-81

Figura 4.4. Índice k para latitud 0° con inclinación 15°

Fuente: [10]

Calculo:

El valor de H es tomado de la toma de datos con el uso de un piranómetro en el tiempo de ejecución en el mes de junio dando una media de 1350 W/m^2

$$\bar{H}_T = k * \bar{H}$$

$$\bar{H}_T = 0.87 * 1350$$

$$\bar{H}_T = 1174,5 \text{ W/m}^2$$

4.8. Eficiencia del colector

El rendimiento del colector puede definirse como la relación entre potencia térmica generada por unidad de área y la irradiación solar incidente.

$$n = (n_0 - k_1) * (c - k_2) \tag{4.3}$$

Donde:

n = Eficiencia del colector

n_0 = Rendimiento óptico del colector o factor de la eficiencia óptica.

k_1, k_2 = Coeficientes de pérdidas térmicas.

G_{REF} = La irradiación total sobre la superficie del colector (1.353 W/m²)

T_{in} = Temperatura de agua entrante al colector (°C)

$T_{ambiente}$ = Temperatura ambiente de agua fría de entrada a la red (°C)

Las pérdidas térmicas aumentarán, y por tanto el rendimiento será menor, a medida que estos coeficientes sean mayores.

$$n = 40$$

4.9. Energía o cantidad de calor a calentar

El valor de la energía o cantidad de calor expresada en kilocalorías o termias dependiendo de la masa de agua a calentar se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$Q = m \cdot ce \cdot \Delta t \quad (4.4)$$

Donde:

Q = cantidad de calor

m = masa de agua a calentar (kg - T)

ce = calor específico del agua (1 kcal/kg°C o 1 termia/tonelada. °C)

Δt° = variación de temperatura (°C)

4.10. Pérdidas en el colector

Los colectores pueden originarse pérdidas según la disposición y orientación del mismo.

4.10.1. Pérdidas por sombras

Son debidas al lugar donde se vaya a instalar, si existen obstáculos para la proyección de la luz solar reflectada al colector.

4.10.2. Pérdidas por orientación e inclinación

Para estas pérdidas debemos tomar en cuenta dos aspectos importantes para el cálculo respectivo, los que mencionaremos a continuación:

4.11. El ángulo de inclinación β

Se denomina Angulo de inclinación β al ángulo formado entre el plano horizontal con la superficie de los paneles solares, una de las mejores opciones de escoger la inclinación de los

captadores es la de elegir como el ángulo, la latitud del lugar de instalación, en este caso los valores resultan $0^{\circ}48'09.83''$ S respecto al balneario, pero por razones de mantenimiento del panel se toma ángulos comprendidos entre 5° a 15° como se mencionó anteriormente.

4.12. Ángulo de azimut α

Es el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar, estos valores son:

0° para captadores orientados al sur

-90 grados para captadores orientados al este

$+90$ para captadores orientados al oeste.

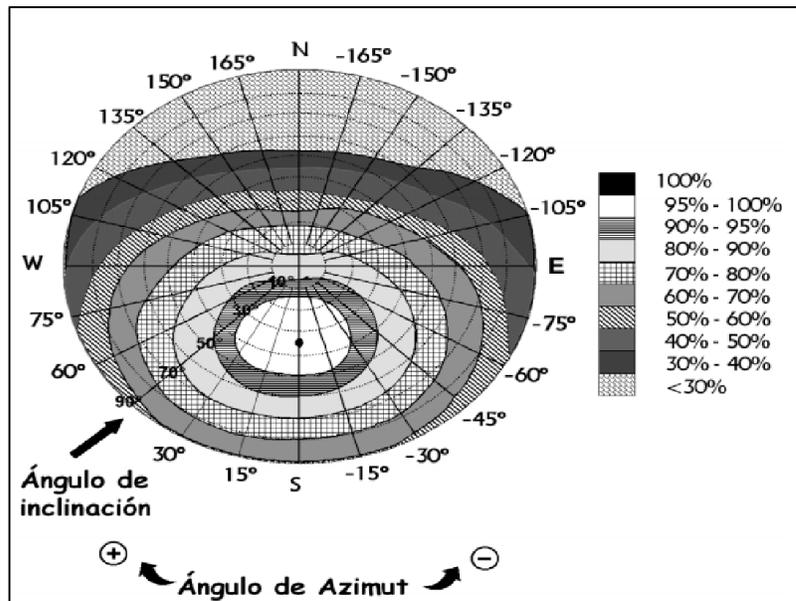


Figura 4.5. Angulo Azimut

Fuente: [20]

Como se observa en la figura 4.2 nuestro ángulo tomado es de 15° y se encuentra en el rango de 95 % a 100 % para el aprovechamiento de la energía irradiada del sol, en la que concluiremos que tendremos perdidas de un porcentaje menores al 5 %. La orientación e inclinación del sistema a implementar en el balneario y las posibles pérdidas por sombra deben ser menores a los valores que indicada en la tabla:

Tabla 4.4. Porcentajes de pérdidas de los paneles solare térmicos

	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Fuente: [4]

4.13. Distancia entre captadores

La distancia mínima entre la fila de captadores respecto a la horizontal se tomará con respecto a una altura referida con el plano horizontal y la elevación del panel eso será h, a continuación, veremos la ecuación que nos ayudará de mejor manera el cálculo de la distancia.

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (4.5)$$

$$d = \frac{0.50\text{m}}{\tan(61^\circ - 0.48)}$$

$$d = 0.28\text{m}$$

Donde:

d = distancia entre captadores [m]

h = altura entre la superficie plana y la elevación del panel térmico. [m]

4.14. Dimensionado del acumulador

Debido a que el agua acumulada será de consumo humano los acumuladores deben asegurar un grado alimentario ya sea mediante un recubrimiento interior o mediante un material que cumpla esta condición.

El volumen de la acumulación tendrá un valor según el siguiente requisito:

$$50 \leq \frac{V}{A_c} \leq 180 \quad (4.6)$$

$$50 \leq 75.41 \leq 180$$

Donde:

V = volumen del acumulador (1)

A_c = el área de captación (m^2)

Calculo del valor de la energía o cantidad de calor expresada en kilocalorías o termias dependiendo de si m , masa de agua a calentar.

$$Q = m \cdot c_e \Delta T \quad (4.7)$$

$$T_S - T_E = 45 - 18 = 27$$

$$\Delta T \text{ } ^\circ\text{C} = 27$$

$$m = 1250 \text{ kg}$$

$$Q = 33.750 \text{ th}$$

Dónde:

ΔT = es el salto térmico existente entre los 45°C y la temperatura media del agua de la red de servicio.

Q = es la cantidad de calor expresada en kilocalorías o termias dependiendo de si m , masa de agua a calentar, se expresa en kilogramos o en toneladas. Ese valor deberemos pasarlo a julios o mejor a MJ

C_e = es el calor específico del agua que vale ($1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$) o [$1 \text{ th/ton.}^\circ\text{C}$.]

4.15. Rendimiento del colector solar

La potencia útil extraída del colector solar (POT_{CO}) se emplea en aumentar la temperatura del fluido calo portador de trabajo que circula por el absorbedor y puede expresarse de la siguiente manera:

$$POT_{COL} = m_{col} * C_p * (T_S - T_E) = n * A_{col} * G_{RF} \quad (4.8)$$

$$\text{Potencia Kw} = 6,9$$

Nota: Los resultados ya están tomados de Excel que está hecho de la mejor manera el cálculo del sistema, y los resultados y la tabla están al final del documento en forma de anexos.

m_{COL} : El caudal másico que circula por el colector y es igual al caudal volumétrico por la densidad del fluido

C_p : El calor específico a presión constante del fluido

T_S : La temperatura de salida del colector ($^\circ\text{C}$)

T_E : La temperatura de entrada del colector ($^\circ\text{C}$)

n : El rendimiento del colector

A_{COL} : La superficie o área útil del colector (m^2)

GRF: La irradiación total sobre la superficie del colector (W/m²)

El rendimiento del colector puede definirse como la relación entre potencia térmica generada por unidad de área y la irradiación solar incidente.

$$n = n_0 - k_1 * \frac{(T_{in} - T_{amb})}{G_{REF}} - k_2 \quad (4.9)$$

Modelo lineal

$$n = R_F * (\tau\alpha) - F_R * U_L \frac{(T_e - T_{amb})}{G_{REF}} \quad (4.10)$$

η_g (%) =40

FR • ($\tau\alpha$) ó n_0 .- Donde el rendimiento óptico del colector o factor de la eficiencia óptica representa el rendimiento del colector.

Te. - temperatura de entrada

Tamb. - temperatura ambiente

FR • UL o k_1 y k_2 .- coeficientes de pérdidas térmicas

4.16. Cálculo De La Energía Aprovechable

Si la ubicación es en una zona de alta montaña o monte de cierta altitud, donde la atmósfera es limpia, multiplicaremos la irradiación H encontrada en la tabla por 1,05.

$$E = kH \quad (4.11)$$

H = irradiación

k =factor de correlación

Para sistemas de aprovechamiento solar térmico, introducir un nuevo factor de corrección que tenga en cuenta las pérdidas de energía debidas a aquellos momentos del día en que tenemos intensidades por debajo del umbral. Estas pérdidas se suelen estimar en un 6%, por lo que multiplicares la cantidad E antes calculada por 0,94 para tenerlas en cuenta

$$E = 0,94 k \cdot H \quad (4.12)$$

H = irradiación

H= 855w/m²

E=1399.4606w/m²

Tabla 4.5. Valores de coeficiente k

Inclinación(°)	Coeficiente k
20	1,532
25	1,638
30	1,732
35	1,813
40	1,879
45	1,932
50	1,97
55	1,992

Fuente: [15]

4.17. Pérdidas de carga

La dependencia de la pérdida de carga del colector (PCCOL) con el caudal másico (mCOL) se determina experimentalmente en un ensayo que mide la caída de presión a través del colector en función del caudal de agua y que permite determinar los parámetros a1 y a2 de la función de los siguientes datos.

a1=0.01, a2= 0.02,

mCOL=0.25

$$PC_{COL} = a_1 * m_{col} + a_2 - m_{col}^2 \quad (4.13)$$

$$PC_{COL} = 0.085m^2/s$$

Energía del sistema es:

$$E_{apro,sist} = E_{gen} \cdot C_{perdidas} \quad (4.14)$$

$$E_{gen} = 1399.4606w/m^2$$

$$C_{perdidas} = 0.085$$

$$E_{apro,sist} = 111.899 \quad w/m^2$$

Donde:

Ar: Tamaño del Panel Solar (Wp)

Ed: Consumo de Electricidad (KWh/día)

Id: Irradiación (KWh/m²/día)

4.18. Cálculo de la energía útil y superficie necesaria

Tras calcular el rendimiento, ya estamos en disposición de determinar la energía útil que podremos extraer de la superficie colectora y que será la que utilizaremos para calentar el agua de consumo almacenada en nuestro acumulador. [21]

$$E_{util} = \eta \cdot E \quad (4.15)$$

$$\eta = 0.40$$

$$E = 1399.4606 w/m^2$$

$$E_{util} = 526.58424 w/m^2$$

4.19. La energía diaria neta

La energía diaria que aportan los colectores no coincide con la disponible para el consumo ya que en todos los elementos de la instalación se producen pérdidas, principalmente en el acumulador. Estas pérdidas, a falta de datos, se suelen estimar en un 15 o un 20% y por tanto la energía acumulada disponible para el consumo será igual a.

$$E_{neta} = (0,85 \text{ o } 0,95) \cdot \eta \cdot E_{util} \quad (4.16)$$

La energía neta para satisfacer el complejo se obtiene un valor de 85% o 0.95

4.20. Cálculo de la superficie de captación

La superficie de captación para cubrir la demanda anual prevista se realiza mediante:

$$N_{COL} = E_{NECESARIA} * \frac{E_{SOLAR}}{E_{APRO,SIST}} \quad (4.17)$$

Nuestro sistema debe cubrir por lo menos un 85 % de las necesidades del complejo.

$$m^2 \text{ de superficie colectora} = 0.95 * \frac{\frac{1399.4606w}{m^2}}{\frac{111.899w}{m^2}} = 11.88m^2 - 12m^2 \quad (4.18)$$

Se debe tener presente que como se expuso en la normativa: “ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 %”.

Los métodos para determinar el tamaño y número de paneles tienen sus limitaciones: debido a que se fija una demanda energética y se utiliza un valor de irradiación fijo (aunque este sea el mínimo posible en un determinado tiempo) nunca va a ser 100% confiable, por lo cual es necesario asegurar el diseño sobredimensionado del sistema.

Si no se dispone de la serie de radiación solar, tomamos el dato de la radiación solar promedio diaria de la zona en que estamos. Un valor aceptable para el Ecuador es de 4,5 kWh/m²/día según normas INEN para la instalación de paneles fotovoltaicos.

4.21. El número de colectores solares

En una instalación solar de gran tamaño el número final de colectores debe resultar del proceso de diseñar un campo de colectores con baterías de igual tamaño y distribuidas de forma homogénea por el espacio disponible

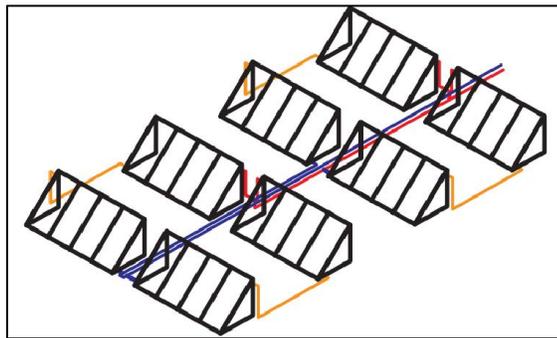


Figura 4.3. Número de colectores

Fuente: [1]

El número de colectores será:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de colectores} = \frac{12 \text{ m}^2}{2} = 6 \quad (4.19)$$

4.22. Caudal

Complejo turístico con 13 duchas

El caudal del edificio será: 13*0.1=1.3 l/s

Los coeficientes A, B y C de la tabla resultan

Uso del edificio: Complejo turístico (Polideportivo)

Caudal total (Qt) 0.13 l/s

Coefficientes: A: 1.00, B: 1.00, C: 0.00

$$Q_c \left(\frac{l}{s} \right) = 1.00 * 1.3^{1.00} + 0 \quad (4.20)$$

$$Q_c = 1.3 \frac{l}{s}$$

10.20 Consumos

Para la estimación del consumo diario de ACS en complejos turísticos (polideportivos) es preciso conocer la afluencia prevista, no siendo suficiente con el número de duchas, ya que las mismas serán utilizadas varias veces al día.

En el presente proyecto se estima una afluencia de 50 personas

$$\text{Consumo: } 50 * 15 = 750 \text{ l/día a } 60^{\circ}\text{C} \quad (4.21)$$

El tiempo de consumo punta sostenido sería:

$$\frac{1500 \text{ l/día}}{0.8 \text{ l/s}} = 1875 \text{ s/día (31 minutos diarios)}$$

Si se tomasen 38°C como temperatura del ACS en duchas, el consumo resultaría:

$$D_{38^{\circ}\text{C}} = \frac{1500 * (60 - 11)}{38 - 11} = 2722.22 \text{ l/día a } 38^{\circ}\text{C}$$

La energía demandada para el calentamiento del ACS en ambos supuestos de temperatura resulta:

$$E_{60^{\circ}\text{C}} = \frac{1500 \text{ l/día} * (60 - 11) * 1.16 \text{ Wh/}^{\circ}\text{Cl}}{1000 \text{ W/kW}}$$
$$E_{60^{\circ}\text{C}} = 0.085 \text{ kWh/día}$$

4.23. Acumulador de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

El volumen total necesario será tomando en cuenta la demanda 450 litros.

El volumen total del acumulador será:

4.24. Volumen del recipiente:

Volumen cilindro

$$V = \frac{\pi * 0.75^2}{4} * 1.10 = 0.795 \text{ m}^3 \quad (4.21)$$

Volumen cabeza apestañadas

$$V_{cab} = \frac{\pi * D^2 * hcab}{6} \quad (4.22)$$
$$V_{cab} = \frac{\pi * 0.75^2 * 0.1875}{6} = 0.055 \text{ m}^3$$

Entonces $V_t = V_{cilindro} + V_{cabeza}$

$$V_t = 0,795 + 0.055 * 2 = 0.895m^3 = 895 l \quad (4.23)$$

Se usará un acumulador de 895 litros

El exceso en la capacidad es tomado en cuenta que el recipiente por razones de seguridad debe estar lleno máximo un 80% de su capacidad.

Altura total del tanque acumulador

$$H_t = H + 2 * h_{cab} \quad (4.24)$$

$$H_t = 1.8 + 0.1875 * 2 = 2.17m$$

Uso del acumulador

$$F_{uso\ de\ acumulaci3n} = 0.63 + 0.14 * 1.46 / 0.73 = 0.84 (84\%) \quad (4.25)$$

Espesor del acumulador (interior) 5 mm

Espesor del acero inoxidable recubrimiento externo 0.9 cm

4.25. Metodología de instrumentos

Este enunciado describe el proceso de implementación del panel de control del sistema

4.25.1. Bombas de circulación

Como se muestra en la figura 4.4. para la circulación forzada del sistema se utilizó bombas de circulación serie 008-BC06 que operan a 110 V cuyas hojas de especificación se puede hallar en los anexos VII.1. y VII.2.



Figura 4.4: Bomba de circulación

Fuente: [22]

4.25.2. Controlador de temperatura

El modelo Rex c900 como se muestra en la figura 4.5 es un controlador muy versátil y específico para el propósito del proyecto el cual mediante el uso de termocuplas evalúa la temperatura que deseamos controlar en este caso la de los paneles y el tanque de acumulación dando las ordenes de activación a la bomba de los paneles o del sistema auxiliar. Para más especificaciones recurrir al anexo VIII



Figura 4.5. Controlador de temperatura

Fuente: [1]

4.25.3. Relé temporizado digital

Este elemento mostrado en la figura 4.6. es el encargado de activar o desactivar el sistema de fuerza mas no el de monitoreo de temperatura se lo ha programado de forma que habilite el funcionamiento únicamente en los días y horas que el complejo necesita producción de agua caliente con esto evitando el uso innecesario de energía.



Figura 4.6. Relé temporizado digital

Fuente: [1]

4.25.4. Elementos de control y protección del sistema de control

Para este enunciado se describe brevemente los elementos de protección utilizados ya que para mayor referencia se puede encontrar el diagrama eléctrico en el anexo VIX, elementos tales como:

- ✓ Portafusibles que protegen los equipos de control de temperatura
- ✓ Breakers que protegen a las bombas de circulación
- ✓ Relés encapsulados que separan el circuito de fuerza del de control

4.26. Sistema de transporte de fluido

Tubería de cobre

Gracias a sus características, el cobre es uno de los materiales más valorados por los profesionales para las instalaciones de agua, gas y calefacción. Es un material seguro, duradero y fiable que evita los altos costes de mantenimiento. Cuando es necesaria alguna operación de mantenimiento, su maleabilidad y facilidad de instalación ayudan a prevenir interrupciones prolongadas del suministro de agua.

El material idóneo para sistemas de energías renovables como la solar térmica y la geotérmica. Con una instalación de energía solar térmica, por ejemplo, se puede ahorrar hasta un 60% de los costes necesarios para la producción de agua caliente. La presencia del cobre en todo el sistema, optimiza el ahorro energético y el rendimiento de la instalación. [23]

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Consumo de GLP

El gas está compuesto de moléculas pequeñas de una cómoda y práctica gasificación, tiene una combustión limpia con valores de emisión contaminante muy bajos, pero esto no quiere decir que no es nocivo para el medio ambiente.

En nuestro país la distribución del gas licuado de petróleo se distribuye en cilindros de gas de 15 kg, pero no todo es aprovechable la cual el 13, 64 kg es aprovechable.

El poder calorífico inferior es de 45,7952 kJ, tiene un rendimiento de un 87%, a continuación, en la ecuaciónobtendremos la energía que fue consumida por el cilindro

$$E_{util} = m_{util} \cdot PCI \quad (5.1)$$

$$E_{util} = 13.64 \text{ kg} \cdot 45,7952 \text{ kJ}$$

$$E_{util} = 624.646,5\text{kJ} - 173,5129 \text{ kWh}$$

$$E_{fin} = E_{util} \cdot n \quad (5.2)$$

$$E_{fin} = 173,5129 \text{ kWh} \cdot 0.87$$

$$E_{fin} = 150.95 \text{ kWh}$$

DONDE:

E_{util} = energía útil del cilindro de gas

m_{util} = masa útil del cilindro

PCI = poder calorífico inferior

n = eficiencia del cilindro

E_{fin} = energía final utilizado por el cilindro de gas

La energía final del cilindro será importante para la comparación con la energía que produce nuestro sistema eficiente de paneles solare térmicos.

5.2. GLP Vs Paneles Solares Térmicos

Calculo del consumo de GLP

el uso de gas para el cambio de temperatura del agua en el balneario, conlleva que la emisión de grandes cantidades de propano y butano las que son muy nocivas para el medio ambiente para ello se procederá a realizar el cálculo del consumo exacto del gas licuado de petróleo con la siguiente ecuación:

$$\text{consumo de glp} = \frac{Q}{P \cdot CGLP} \quad (5.3)$$

DONDE:

Q = Cantidad De Calor

$P \cdot CGLP$ = Poder Calorífico Del Glp (10.938 Kcal/kg = 45,7952 kJ)

$$\text{consumo de glp} = \frac{141\,304,5 \text{ kJ}}{45,7952 \text{ kJ}}$$

$$\text{consumo de glp} = 3085.5 \text{ Kg}$$

El consumo de gas variara según la demanda que se presentara en el balneario cada día.

$$\frac{3085.5 \text{ Kg}}{31 \text{ dias}} = 99.53 \text{ kg}$$

Una vez obtenido la cantidad de consumo en kg de gas diario se procede a calcular el número de cilindros al día:

$$\frac{99.53 \text{ Kg}}{15 \text{ kg}} = 6.6 = 7 \text{ cilindros}$$

Se necesita 7 cilindros de gas para cubrir la demanda diaria.

La energía útil final diaria será de:

$$150.95 \text{ kWh} \cdot 7 = 1056.65 \text{ kW/h}$$

A continuación relacionaremos la energía, contaminación, eficiencia que producirá diariamente los 7 cilindros de GLP respecto a los 12 m² de área de paneles térmicos solares utilizados para el sistema.

Tabla 5.1. Comparación de contaminación entre sistemas

	CONTAMINACIÓN C02	EFICIENCIA	ENERGÍA
GLP	43225.8 (g/ cilindro)	0.87	1056.65 Kw/h
Paneles solares térmicos	0	0.85	111899 (kWh/m ²)

Fuente: [1]

Como se puede apreciar los datos obtenidos del proyecto, tanto como en la contaminación ambiental y la cantidad de energía generada por cada elemento se difiere una de la otra con una cantidad muy considerable, lo que se considera como una gran opción la implementación de un sistema para la utilización de la energía solar.

5.3. Análisis de datos de radiación y temperatura

La radiación emitida del sol cada día es un dato muy importante para justificar la eficiencia que presenta los paneles térmicos solares a un determinado tiempo del día. También nos ayuda a reconocer el salto térmico que produce al momento de enviar el fluido de trabajo por el serpentín del panel solar hasta llegar al acumulador.

En la tabla 5.1 se refleja los datos de radiación, variación de temperatura y eficiencia.

Tabla 5.1. Datos Radiaciones Mes Febrero

DATOS - MES FEBRERO				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD:0°48'09.83"S		LONGITUD: 78°40'04.05O		ALTURA:3090 msnm
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT ($^{\circ}C$)	n_g (%)	POTENCIA KW
1	790	24	73	6.7
2	895	27	80	7.7
3	987	26	87	8.0
4	846	27	78	7.7
5	930	27	87	7.3
6	830	23	85	6.7
7	756	25	80	6.9
8	943	26	94	8.0
9	801	28	85	7.3
10	845	25	84	6.3
11	980	26	85	7.3
12	906	29	88	8.4
13	856	28	84	7.1
14	967	25	90	7.3
15	812	26	83	6.3
16	956	26	87	8.4
17	907	27	85	9.4
18	834	27	86	7.1
19	845	25	86	7.4
20	923	26	87	8.4
21	950	26	85	7.3
22	768	23	89	7.6
23	856	29	74	7.3
24	945	28	85	8.0
25	845	26	83	7.3
26	987	27	84	9.4
27	983	28	87	8.4
28	845	24	85	6.7
29	906	25	80	8.7
30	996	28	85	6.7
31	1124	28	98	8.0
PROM.	897	26	85	7.6

Fuente: [1]

En el mes de febrero la radiación promedio es de 897 W/m^2 , teniendo como pico más alto el último día con 1124 W/m^2 , el día con mayor eficiencia es el 31, con una potencia de 8.0 kW

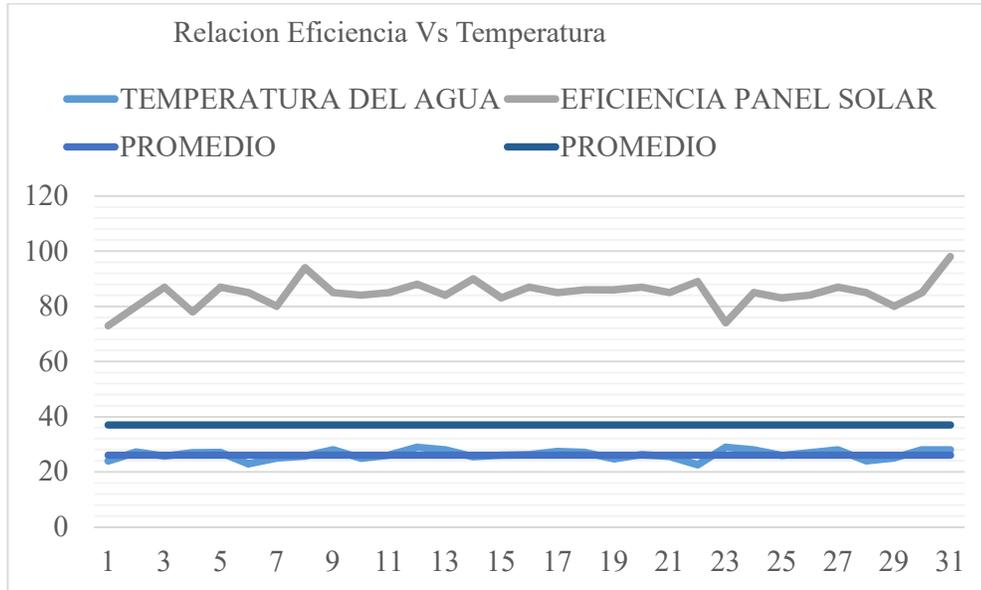


Figura 5.1. Curva Eficiencia Vs Temperatura

Fuente: [1]

La variación de temperatura va en un promedio de $26 \text{ }^\circ\text{C}$, con eficiencias entre 76 y 8.0

En la siguiente tabla 5.2, mostrara los datos del mes de marzo, con estos datos podemos hacer referencia las cantidades radiación que emite cada día a un tiempo establecido.

Tabla 5.2. Datos Radiaciones Mes Febrero

DATOS - MARZO				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD: $0^\circ 48' 09.83''\text{S}$		LONGITUD: $78^\circ 40' 04.05\text{O}$		ALTURA: 3090 msnm
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	n_g (%)	POTENCIA KW
1	791	24	78	7.3
2	895	27	81	7.5
3	987	26	85	8.4
4	846	27	78	8.7
5	930	27	87	8.3
6	830	23	85	8.2
7	756	25	80	6.9
8	943	26	94	8.0
9	801	28	85	7.3
10	845	25	84	6.3

Fuente: [1]

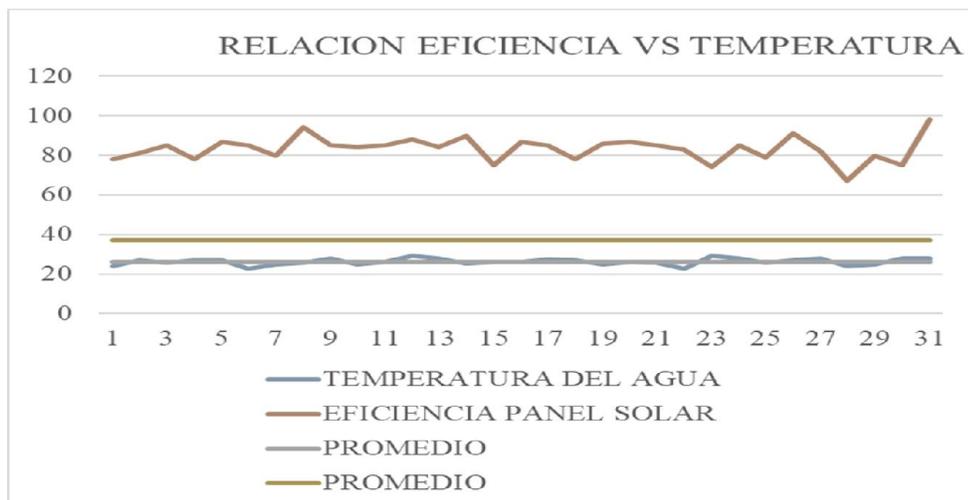
Tabla 5.2 continuación. Datos Radiaciones Marzo

11	980	26	85	7.3
12	906	29	88	8.9
13	856	28	84	8.3
14	967	25	90	7.4
15	802	26	75	8.5
16	956	26	87	8.4
17	907	27	85	8.5
18	834	27	78	7.1
19	845	25	86	7.4
20	923	26	87	8.4
21	950	26	85	8.5
22	768	23	83	8.6
23	856	29	74	8.3
24	945	28	85	8.0
25	845	26	79	7.3
26	1028	27	91	8.5
27	983	28	82	8.4
28	845	24	67	6.7
29	906	25	80	8.7
30	996	28	75	7.8
31	1106	28	98	8.0
PROM.	898	26	83	7.9

Fuente: [1]

Esta tabla muestra como radiación más alta de 1106 W/m^2 y como el más bajo el de 756 W/m^2 , con un promedio de potencia de 7.9 kW y de eficiencia de un 83% .

Figura 5.2: Curvas De Eficiencia Vs Temperatura



Fuente: [1]

Tabla de datos de radiación del mes de abril, con una eficiencia promedio de 84 y una radiación promedio de 871 W/m^2 .

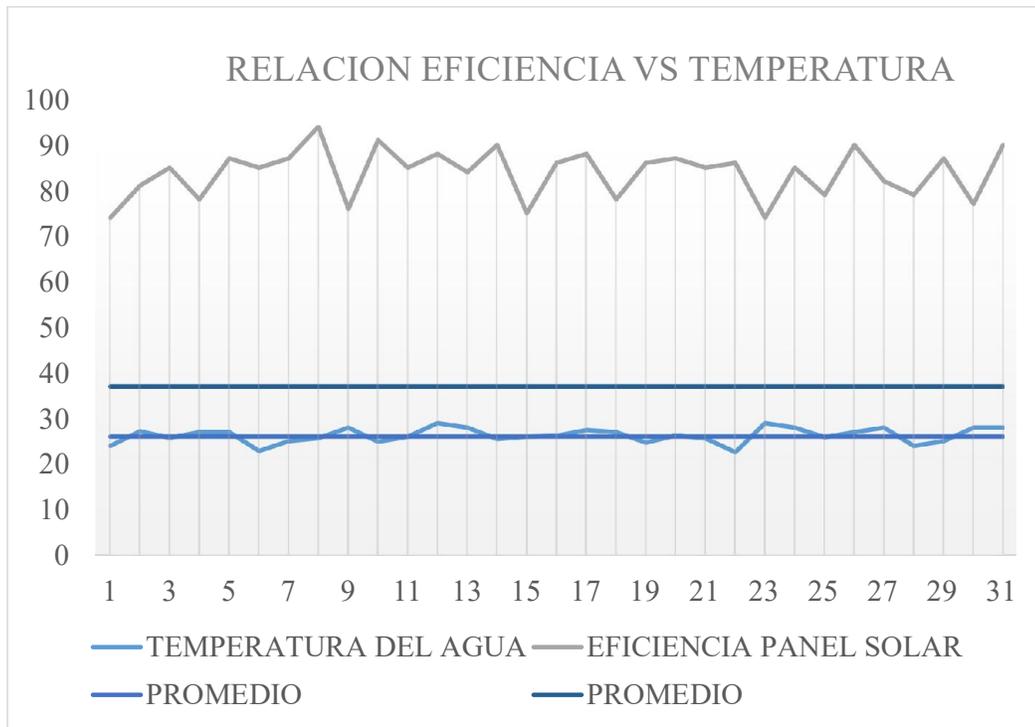
Tabla 5.3. Datos Radiación Mes Abril

DATOS - ABRIL				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD:0°48'09.83"S	LONGITUD: 78°40'04.05O		ALTURA:3090 msnm	
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	n_g (%)	POTENCIA KW
1	798	24	74	7.2
2	763	27	81	7.5
3	982	26	85	8.6
4	735	27	78	7.0
5	783	27	87	6.9
6	903	23	85	8.7
7	756	25	87	6.9
8	943	26	94	7.8
9	801	28	76	7.3
10	845	25	91	6.3
11	980	26	85	7.3
12	906	29	88	8.9
13	856	28	84	7.5
14	967	25	90	7.4
15	839	26	75	7.9
16	867	26	86	8.4
17	750	27	88	8.3
18	825	27	78	8.5
19	778	25	86	7.4
20	923	26	87	8.4
21	950	26	85	9.0
22	768	23	86	7.3
23	856	29	74	9.0
24	945	28	85	7.2
25	845	26	79	8.4
26	906	27	90	8.5
27	983	28	82	8.4
28	845	24	79	6.7
29	906	25	87	8.5
30	996	28	77	8.8
31	1005	28	90	8.0
PROM.	871	26	84	7.9

Fuente: [1]

La figura 5.3 refleja las diferentes curvas de eficiencia y de temperatura máximo y mínimo respectivamente. En este caso el valor más alto se repite nuevamente en el último día, con una radiación de 1005 W/m^2 .

Figura 5.3. Curvas Eficiencia Vs Temperatura



Fuente: [1]

Datos de radiación del mes de mayo con valores reales que establecen una eficiencia promedio a 83 %, y una radiación de 876 W/m^2 como valor promedio.

Tabla 5.4. Datos Radiación Mayo

DATOS - MAYO				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD:0°48'09.83"S	LONGITUD: 78°40'04.05O		ALTURA:3090 msnm	
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	$n_g(\%)$	POTENCIA KW
1	837	24	72	7.3
2	763	27	81	7.5
3	982	26	85	8.4
4	735	27	78	8.7

Fuente: [1]

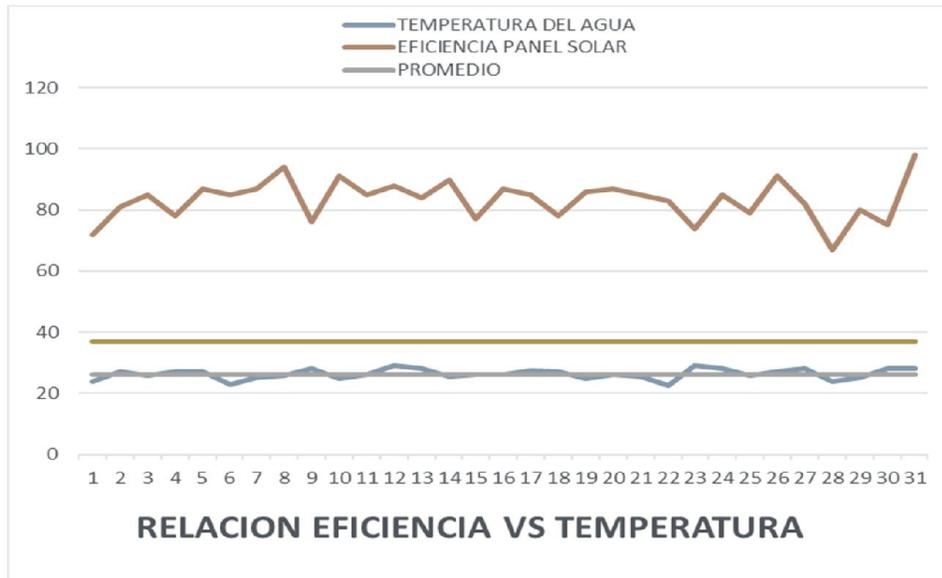
Tabla 5.4. continuación: Datos Radiación Mayo

5	783	27	87	8.3
6	903	23	85	8.2
7	756	25	87	6.9
8	943	26	94	8.0
9	801	28	76	7.3
10	845	25	91	6.3
11	980	26	85	7.3
12	906	29	88	8.9
13	856	28	84	8.3
14	967	25	90	7.4
15	813	26	77	8.5
16	867	26	87	8.4
17	750	27	85	8.5
18	825	27	78	7.1
19	778	25	86	7.4
20	923	26	87	8.4
21	890	26	85	8.5
22	768	23	83	8.6
23	856	29	74	8.3
24	945	28	85	8.0
25	845	26	79	7.3
26	904	27	91	8.5
27	983	28	82	8.4
28	845	24	67	6.7
29	906	25	80	8.7
30	996	28	75	7.8
31	1190	28	98	8.0
PROM.	876	26	83	7.9

Fuente : [1]

A continuación, la figura siguiente mostrara las curvas de temperaturas vs eficiencia.

Figura 5.4 Curvas Eficiencia Vs Temperatura



Fuente: [1]

Datos obtenidos de radiación, eficiencia, potencia del mes de junio, en este mes presenta un promedio de radiación de un 916 W/m^2 el valor más alto en lo que respecta al promedio de radiación de los 5 meses.

Tabla 5.5 Radiación Mes De Junio

DATOS - JUNIO				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD:0°48'09.83"S	LONGITUD: 78°40'04.05O		ALTURA:3090 msnm	
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	n_g (%)	POTENCIA KW
1	849	24	75	8.9
2	884	27	81	8.6
3	924	26	85	7.0
4	893	27	78	6.8
5	945	27	87	7.0
6	903	23	85	8.3
7	756	25	87	6.9
8	943	26	94	8.0
9	801	28	76	7.3
10	845	25	91	6.3
11	980	26	85	7.3
12	873	29	88	8.9
13	768	28	84	8.3
14	967	25	90	7.4

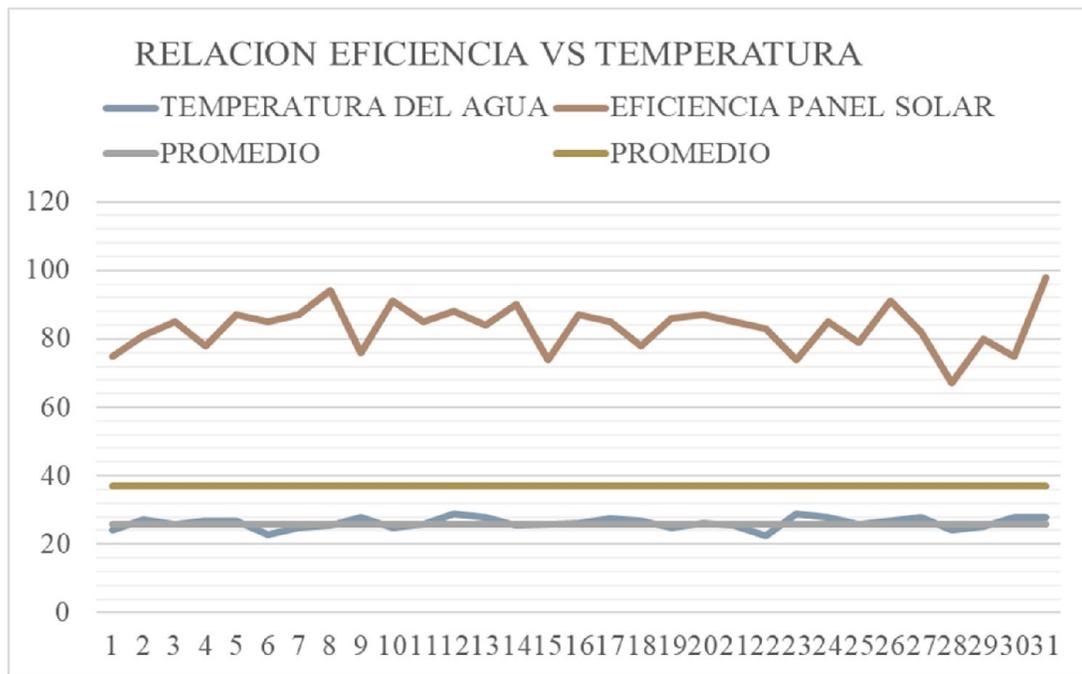
Fuente: [1]

Tabla 5.5 Continuación: Radiación Mes De Junio

DATOS - JUNIO				
LUGAR BALNIARIO SEÑOR DEL ARBOL				
LATITUD:0°48'09.83"S	LONGITUD: 78°40'04.05O		ALTURA:3090 msnm	
DÍAS DEL MES	PROM. (W/m^2)	ΔT (°C)	n_g (%)	POTENCIA KW
1	849	24	75	8.9
2	884	27	81	8.6
3	924	26	85	7.0
4	893	27	78	6.8
5	945	27	87	7.0
6	903	23	85	8.3
7	756	25	87	6.9
8	943	26	94	8.0
9	801	28	76	7.3
10	845	25	91	6.3
11	980	26	85	7.3
12	873	29	88	8.9
13	768	28	84	8.3
14	967	25	90	7.4

En la figura 5.5 se observará las curvas de eficiencia vs temperatura respecto al mes de junio.

Figura 5.5. Curva eficiencia vs temperatura



Fuente: [1]

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1. Presupuesto

En lo que respecta a presupuesto de ejecución se ha elaborado una lista de todos los materiales que intervinieron en este proyecto tomándose en cuenta los directos e indirectos.

Tabla 6.1. Cuadro de Presupuesto

PRESUPUESTO					
Item	Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Total con IVA
1	Placa colectora solar	6 unidades	108	648	725.76
2	aislante térmico Thermolon 3mm c-m	2 m2	3.60	7.20	8.06
2	tubo 3x1 abierto aleta natural	5 unidades	22.04	108.93	122.00
3	vidrio claro 6mm 214x330	2 planchas	54.24	108.48	121.50
4	pintura anticorrosivo negro mate	1 litro	4.03	4.03	4.52
5	guante nitrilo master flex n100	1 par	2.99	2.99	3.34
6	tol negro de 0.9 mm(1/25)	5 planchas	19.34	96.70	108.30
7	lamina espuma flex 200x100 3cm	6 planchas	3.29	19.74	22.10
8	aislante térmico Thermolon 5mm c-m	9 m2	5.15	46.37	51.93
9	esmalte negro mate	2 litros	2.67	5.36	6.00
10	thinher laca diluyente	2 litros	1.16	2.32	2.60
11	disco de corte metal 7x1/16 Norton	2 discos	1.56	3.13	3.50
12	broca alemana 1/8 metal	2 brocas	0.44	0.90	1.00
13	broca alemana 1/8 metal	1 broca	0.45	0.45	0.45
14	remaches 1/8	300 unidades	0.01	3.00	3.00
15	acumulador termo resistente 1m3	1 unidad	1200.00	1200.00	1200.00
16	tubería de cobre 3/4	6 unidades	46.50	279.00	312.48
17	Tubería de termo fusión y accesorios		298.48	298.48	334.30
18	universales 3/4 cobre	12 unidades	11.20	134.40	150.53
19	codos cobre 3/4	24 unidades	2.10	50.40	56.45
20	decapante suelda en cobre	1 unidad	8.00	8.00	8.96
21	estaño	1 rollo	15.00	15.00	16.80
22	Bomba taco modelo 008-BC6	1 unidad	70.00	70.00	78.40

23	Bomba HIDROTERM Type RS15/4G	1 unidad	87.00	87.00	97.44
24	Control de temperatura REX C900	1 unidades	64.40	128.80	144.26
25	Termocupla tipo K	2 unidades	3.50	7.00	7.84
26	Extensión cable termocupla	10 metros	3.60	36.00	40.32
27	conductor flexible #14 AWG	40 metros	0.18	7.20	8.06
28	silicona de tubo	4 unidades	4.50	18.00	20.16
29	Reloj programador semanal	1 unidad	20.30	20.30	22.74
30	Relés industriales min 14 PIN	2 unidades	8.97	17.94	20.09
31	Base para relés miniatura 14 pines	2 unidades	5.04	10.08	11.29
32	Barra de tierra camco de 12 puntos	1 unidad	4.26	4.26	4.77
33	Aislador de barra camco	4 unidad	0.78	3.12	3.49
34	Perno tuerca bronce	4 unidades	1.34	5.36	6.00
35	Bornera push in	2 unidades	1.09	2.18	2.44
36	Breaker de riel 10 AMP	2 unidades	6.30	12.60	14.11
37	Base Camco 1P	2 unidades	2.38	4.76	5.33
38	Gabinete Beaucup 30*30*15	1 unidad	33.67	33.67	37.71
39	Fusible cilíndrico Camco 10A	2 unidades	0.50	1.00	1.12
40	Terminal U camco *100	1 unidad	5.66	5.66	6.34
41	Riel DIN	1 unidad	2.00	2.00	2.24
42	Canaleta Dexon	1 unidad	4.92	4.92	5.51
43	Selector 2 posiciones	1 unidades	2.05	2.05	2.30
44	Luz electrónica Camco verde	2 unidades	1.87	3.74	4.19
45	espiral Dexon	1 metro	0.90	0.90	1.01
46	Combustible, pasajes, material de oficina, etc				120.00
47	Mano de obra				560.00
48	Elementos eléctricos de acople				12,18
	TOTAL				4502.92

Fuente: [1]

6.2. Análisis de impactos

- Impacto práctico: El proyecto aprovecha la energía solar para el calentamiento de agua y al ser este un recurso inagotable su perdurabilidad está asegurada.

- Impacto simbólico: La utilización de energía solar representa un cambio de era desde el uso de fuentes no renovables de energía hacia energías alternativas renovables.
- Impacto ambiental: El uso de paneles en lugar de GLP parte desde la concientización de la necesidad de cuidado del medio ambiente al reducir las emisiones de CO₂.

7. CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- ✓ Tras el análisis de la incidencia de la radiación en el complejo se concluye que la implementación de sistemas de calentamiento con uso de energía solar es un método factible.
- ✓ Con los datos obtenidos se procedió al diseño del sistema captador de energía, así como sus compenetreos adicionales como automatización, sistemas auxiliares de calentamiento y circulación.
- ✓ Con la implementación se aplicó datos previamente investigados como la indiferencia a la inclinación del sistema ya que por la ubicación del complejo cercano a la latitud -0.802688 para ser más precisos no afecta al rendimiento del sistema
- ✓ El sistema de paneles ha sustituido a los calefones como sistema principal de calentamiento quedando este como auxiliar

7.2. Recomendaciones

- ✓ Para evitar pérdidas de calor en el sistema un método eficaz será forrar con aislante térmico las tuberías de cobre que comunican los paneles con el tanque acumulador.
- ✓ Tomar en cuenta que todos los elementos a ser instalados deben ser termo resistentes para evitar deterioro de los mismos
- ✓ Tomar muy en cuenta los tiempos de funcionamiento a fin de no gastar energía innecesaria si no es necesario el sistema
- ✓ Si bien no es muy relevante la inclinación del panel se recomienda darle cierta inclinación a fin de que las impurezas que se aojen sobre el sean limpiadas de forma natural.

8. REFERENCIAS

- [1] C. O. Pacheco Pacheco y D. F. Quinatoa Quinatoa, *Autores*, Latacunga, 2018.
- [2] Asamblea Nacional del Ecuador, «Constitucion de la República del Ecuador,» Motecristi, 2008.
- [3] M. D. V. «CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN,» ESPAÑA, 2013, p. 106.
- [4] E. Y. T. MINISTERIO DE INDUSTRIA, REGLAMENTO DE INSTALACIONES TERMICAS DE LAS EDIFICACIONES, MADRID, 2013.
- [5] J. J. Capel Molina, NIMBUS nº 13-14, Almería: Universidad de Almería, 2015.
- [6] B. TOMAS PERALES, INSTALACIONES DE PANELES SOLARES TERMICOS, ESPAÑA: CREACIONES COPYRIGHT, 2007.
- [7] I. Y. E. ENERGÉTICA, «Energía Solar Termica,» 17 Abril 18. [En línea]. Available: <https://solar-energia.net/energia-solar-termica>.
- [8] C. Minelli y M. Prospero, «CECU, Proyecto RES & RUE Dissemination,» [En línea]. Available: <http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/3%20solar%20termica.htm>. [Último acceso: 09 12 2016].
- [9] D. Rodriguez y D. Arroyo , «Energia solarfotovoltaica en el Ecuador,» *EL TELEGRAFO*, 2016.
- [10] Norma Ecuatoriana de Contrucción, Energías Renovables, Quito, 2011.
- [11] La Información, «¿Qué radiación emite el sol y cómo la recibimos?,» La información , 15 abril 2016. [En línea]. Available: https://www.lainformacion.com/espana/salud/radiacion-emite-sol-recibimos_0_908010352.html.
- [12] F. Struckmann, «Analysis of a Flat-plate Solar Collector,» Dept. of Energy Sciences, Faculty of Engineering,, Lund, 2008.
- [13] P. Arroyo Carbonero , Dimensionado de una instalación solar para agua caliente sanitaria en Cáceres, Madrid, 2010.
- [14] J. Llorente Castelo, Proyecto de instalación de Energía Solar Térmica para producción de agua caliente sanitaria en edificio de 12 viviendas, Cartagena , 2012.
- [15] (. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Ener y (. Asociación Nacional Industriales de Materiales A, «Soluciones de Aislamiento con Poliestireno Expandido (EPS),» de *Guía Técnica para la Rehabiliación de la Envolvente Térmica de los Edificios* , Madrid, 2008, p. 63.
- [16] J. M. Fernández Salgado , GUÍA COMPLETA DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y TERMOELÉCTRICA (Adaptada al Código Técnico de la Edificación y al nuevo

RITE), MADRID: AMV EDICIONES , 2010.

- [17] I. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Ener, «Instalaciones de Energía Solar Térmica,» de *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura*, MADRID, 2017, p. 115.
- [18] Hanna Instruments, «Medidores de radiaciones de energía solar,» Via Industrial, [En línea]. Available: <http://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=306211>.
- [19] Documento Básico HE, «HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria».
- [20] YUBA Empresa especializada en energías renovables, «EL ÁNGULO DE ACIMUT Y IMPORTANCIA EN INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS.,» 23 03 2015. [En línea]. Available: <http://www.yubasolar.net/2015/03/el-angulo-de-acimut-y-importancia-en.html>.
- [21] P. E. MASTER-D, «ENERGIA SOLAR Y EOLICA,» [En línea]. Available: <https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2013/05/calculo-energia-solar-termica.pdf>. [Último acceso: 13 01 2017].
- [22] TACO Do you best work, «Model 008 Cartridge Circulator,» 05 Agosto 2009. [En línea]. Available: http://www.tacomfort.com/products/water_circulation_pumps__circulators/wet_rotor_circulators/00_series/008.html.
- [23] «Tuberías de cobre: una buena elección para toda la vida,» HOLA.COM, 11 mayo 2015. [En línea]. Available: <https://www.hola.com/decoracion/2015051178579/el-cobre-crea-hogar-cedic/>.

9. Anexos

Anexo I. Lugar de ejecución Balneario

1/1

Figura I.1 Ubicación de las duchas



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Anexo II. Elaboración de paneles.

2/1

Figura II.1 limpieza y pintado de la placa colectora



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

FiguraII.2. Placa terminada

2/2



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

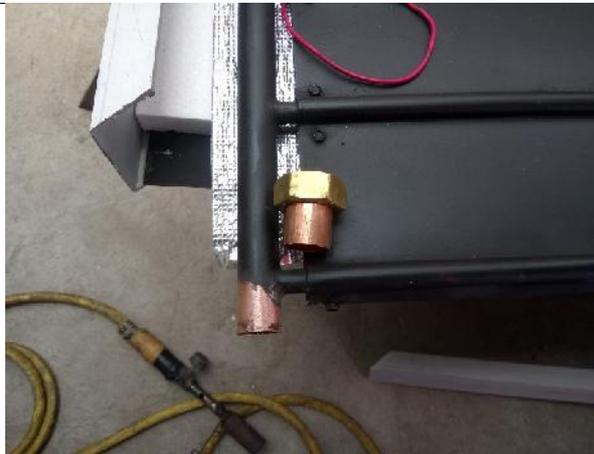
FiguraII.3. Elaboración del marco de aluminio de panel y colocación de aislantes térmicos



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

FiguraII.4. Pre ensamblaje de elementos

Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

FiguraII.5. soldadura de elementos de conexión entre paneles

Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

FiguraII.6. Paneles terminados sin cristal



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

FiguraII.7. montaje y colocación de cristal en los paneles



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

<p>Anexo III. Acumulador</p>	<p>3/1</p>
<p>Figura III.1. Ubicación del acumulador</p>	
 <p>Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.</p>	 <p>Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.</p>
<p>Anexo IV. Bombas de Circulación y tuberías</p>	<p>4/1</p>
<p>Figura IV.1. Bomba de circulación Paneles (izquierda)</p>	<p>Figura IV.1. Bomba de circulación sistema auxiliar (derecha)</p>
 <p>Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.</p>	
<p>Figura IV.2. Suelda de tubería y conexiones entre paneles bombas y acumulador</p>	<p>4/2</p>



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Figura IV.3. tubería para envío a duchas (azul)



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Anexo V. Sistema de control	5/1
-----------------------------	-----

Figura V.1. Módulos Rex c900 control de temperatura PID



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Anexo VI. Toma de datos	6/1
-------------------------	-----

Figura VI.1. Toma de datos de radiación usando Piranómetro



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Figura VI.2. Toma de temperatura provisional del agua a la salida de los paneles >60°C

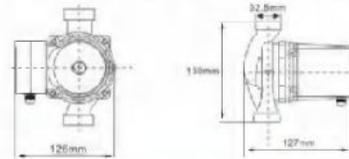
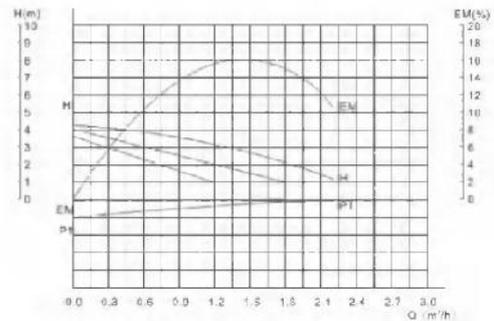


Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Figura VII.1. Bomba Paneles Marca HIDROTERM Type RS15/4G



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.



型号	功率	最大流量	最大扬程	进出口径	净重
PUMP MODEL	POWER W	MAX FLOW L/Min	MAX HEAD M	INLET/OUTLET IN	NW KG
RS15/4	72/53/38	36/29/20	4.5/4/3	1"	2.2

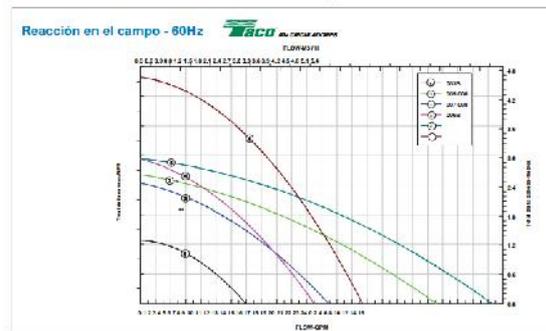
Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Figura VII.2. Bomba Sistema Auxiliar Marca Taco modelo 008-BC6



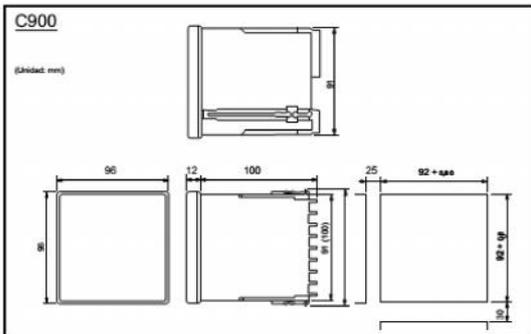
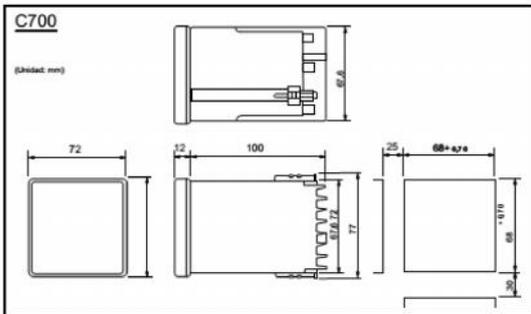
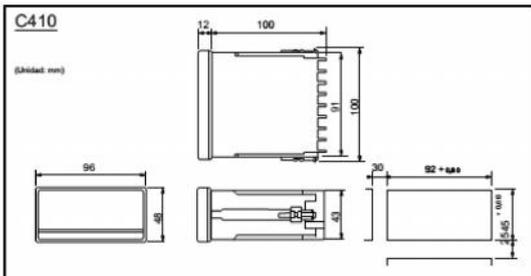
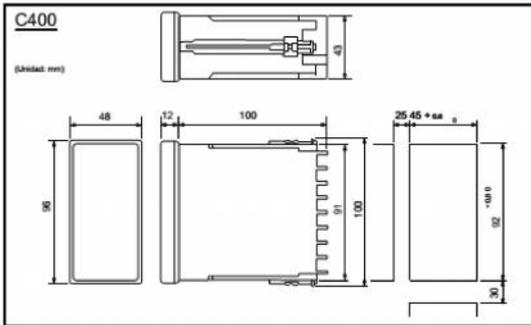
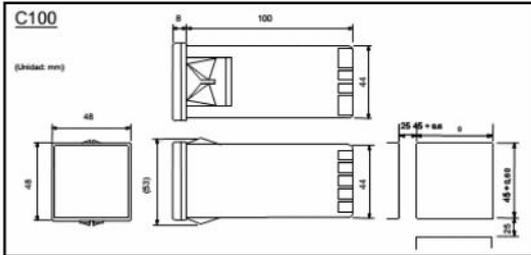
Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

Datos eléctricos					* Tipo de brida Orientación	
Modelo	Voltaje	Frecuencia	Ph	Ampios	HP	
Hidro Taco	115	60	1	...70	3/20	1/25
Hidro Taco / modelo 115	60	1	...04	3/20	1/25	



Elaborado por: Pacheco C. & Quinatoa D.

2.2 Dimensiones



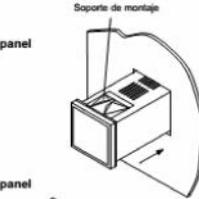
Espejor del panel: 1 a 5 mm o de 5 a 9 mm (C100)
1 a 8 mm (C400 / 410/700/900)

2.3 Procedimientos de montaje

• C100

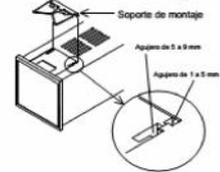
- Cuando los controladores están montados en panel con 1 a 5 mm de espesor

Dado que los soportes de montaje ya están instalados en el controlador, insertar el controlador en el panel frontal sin la eliminación de los soportes.



- Cuando los controladores están montados en panel con 5 a 9 mm de espesor

Retire los soportes de montaje desde el controlador con un destornillador de punta plana. Engage cada soporte de montaje con los agujeros marcados con 5-9 en la carcasa y luego insertar el controlador en el panel desde la parte frontal del panel.

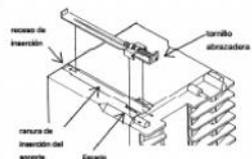


• C400 / 410/700/900

1. Preparar el panel separar como especificado en 2.2 dimensiones.

2. Insertar el instrumento a través del corte del panel.

3. Insertar un soporte de montaje superior a lo largo de la ranura de inserción del soporte de la parte posterior, y luego acoplarse a una proyección en el extremo del soporte con un rebaje en la parte delantera ranura y también insertar pastas de metal de montaje en las ranuras.



4. Apretar un tornillo de ajuste del soporte de la parte posterior del soporte con Philips destornillador. No apriete demasiado el tornillo de fijación del soporte.

5. El otro soporte de montaje debe instalarse de la misma manera descrita en 3 y 4.



C300 se utiliza en las figuras anteriores para explicación, pero los mismos procedimientos de montaje también se aplican a C400 / 410/700.

3. El cableado

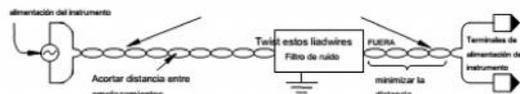


ADVERTENCIA

Para evitar descargas eléctricas o el fracaso del instrumento, no conecte la alimentación hasta que se complete todo el cableado. Asegúrese de que el cableado es correcto antes de encender el instrumento.

3.1 Precauciones de cableado

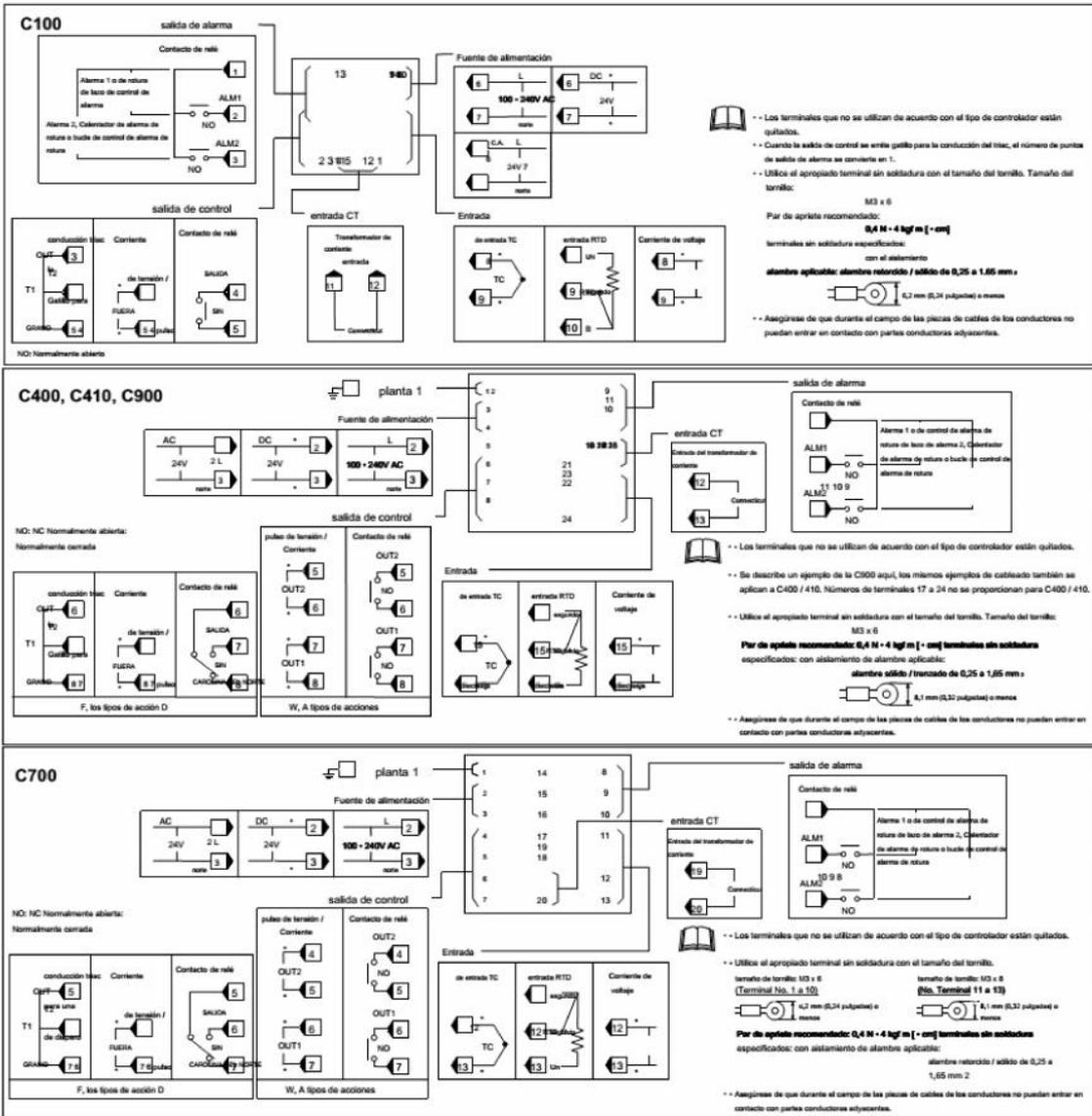
- Para la entrada de temporar, utilice el alambre de compensación apropiada.
- Para la entrada de RTD, utilizar cable de baja resistencia de los cables sin diferencia en la resistencia entre los tres cables de plomo.
- Para evitar la inducción de ruido, mantenga cable de la señal de entrada lejos de la línea de alimentación del instrumento, líneas de carga y las líneas de energía de otro equipo eléctrico.
- Señal conectada al voltaje de entrada y la entrada de corriente será un bajo voltaje definido como circuito "SELV" per IEC 60950-1.
- Si hay ruido eléctrico en las proximidades del instrumento que podría afectar el funcionamiento, utilice un filtro de ruido.
 - Acortar la distancia entre los emplazamientos de alambre de alimentación retorcidos para lograr la reducción de ruido más eficaz.
 - Siempre instale el filtro de ruido en un panel de conexión a tierra. Minimizar la distancia de cableado entre la salida del filtro de ruido y los terminales de alimentación de instrumentos para lograr la reducción de ruido más eficaz.
 - No conecte los fusibles o interruptores para el cableado de salida del filtro de ruido ya que esto reducirá la eficacia del filtro de ruido.



- Permitir aproximadamente 5 a 6 segundos para la salida de contacto cuando el instrumento se enciende. Utilice un relé de retardo cuando se utiliza la línea de salida para un circuito de seguridad externo.

- Cableado de alimentación debe ser retorcida y tienen una baja caída de tensión.
- Este instrumento con fuente de alimentación de 24 V no está provisto de un dispositivo de protección contra sobrecorriente. Para la seguridad de instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente (como un fusible) con poder de corte adecuada cerca del instrumento.
 - Tipo de fusible: fusible Time-lag (fusible homologado según IEC60127-2 y / o UL248-14)
 - Potencia del fusible: Corriente nominal 0,5 A
- Para un instrumento con la entrada de suministro de potencia de 24 V, fuente de alimentación del circuito "SELV" definido como IEC 60950-1.
- Una fuente de alimentación adecuada debe ser considerado en equipos de uso final. La fuente de alimentación debe estar en conformidad con los circuitos de energía limitada (corriente máxima disponible de 8 A).

3.2 Configuración del terminal



• Presupuesto

Entrada: Tipo de entrada: Termopar: K, J, R, S, B, E, T, N, PLII, W5Re / W26Re, U, L. Impedancia de entrada: Aprox. 1 M • RTD: Pt100, JPt100. Voltaje: 0 a 5 V DC, 1 a 5 V Impedancia de entrada DC: 250 k • o más. Corriente: 0 a 20 mA CC, de 4 a 20 mA CC. Impedancia de entrada: Aprox. 250 •

Ciclo de muestreo: 0.5 segundos

Rango de entrada: Referirse a tabla de rango de entrada

Método de control: control PID. ON / OFF, P, PI, PD o acciones está disponible

Salida de control: salida de contacto de relé: 250 V AC, 3A (carga resistiva). Vida eléctrica: 300.000 veces o más (carga nominal). salida de impulsos de voltaje: 0/12 V DC (Resistencia de carga 600 • o más). salida de corriente: 4 a 20 mA DC (Resistencia de carga 600 • o menos). La salida de voltaje para la conducción del triac: Zero método cruzado para la conducción triac capacidad media (100 A o menos) Tensión de carga utilizado: 100 línea V AC, 200 de carga de la línea V AC utilizado: carga resistiva

Salida de alarma: Salida de relé de contacto: 250 V AC, 1A (carga resistiva) Vida eléctrica: 50.000 veces o más (carga nominal). Calentador función de alarma de rotura: corriente medida: 0 a 30 A (CTL-6-PN) 0 a 100 A (CTL-12-S56-10L-N). Potencia de entrada: Valoración máxima: 120 mA. Impedancia de entrada: Aprox. 2.5 •

Rendimiento: Display precisión (a la temperatura ambiente 23 • de • 2 • DO):

Termopar (TC): • (0.5% de valor de visualización • 1 dígito) o • 3 • C [6 • F] el valor superior de entrada R y S: de 0 a 399 • C [de 0 a 799 • F].

entrada B: • 6 • C [12 • F] 0-399 • C [de 0 a 799 • F]: La precisión no está garantizada.

RTD: • (0.5% de valor de visualización • 1 dígito) o • 0.8 • C [1.6 • F] que sea mayor

Corriente de voltaje: • (0.5% de la amplitud de entrada • 1 dígito)

Respaldo de memoria: Respaldo por la memoria no volátil Número de tiempos de escritura: Aprox. 100.000 veces. Datos periodo de almacenamiento: Aprox. 10 años.

Tensión de alimentación: Energía: 85 a 264 V de CA (rango de tensión de fuente de alimentación), 50/60 Hz. Valoración: 100 a 240 V AC. 21,6 a 26,4 V de CA (rango de tensión de fuente de alimentación), 50/60 Hz. Valoración: 24 V AC. 21,6 a 28,4 V DC (rango de tensión de la fuente de alimentación) Valoración: 24 V DC.

El consumo de energía: 6 VA max. (A 100 V AC) 9 VA max. (A 240 V AC) 6 VA max. (A 24 V AC) 145 mA max. (A 24 V DC)

Peso: C100: Aprox. 170 g. C700: Aprox. 250 g. C400 / 410: Aprox. 260 g. C900: Aprox. 340 g.

Símbolo	Nombre	Rango de ajuste	Descripción	ajustes de fábrica
HbA	alarma de rotura del calentador (HbA) valor establecido *	0.0 a 100.0 A	Valor de alarma se establece por referencia a valor de entrada del transformador de corriente (CT). Se utiliza solamente para una sola fase.	0.0
LbA	de rotura de lazo de control alarma de tiempo (LbA) : 0, a 200,0 minutos		Conjunto de control de alarma de rotura de lazo (LbA) valor establecido.	8.0
Lbd	banda muerta LbA :	entradas TC / RTD: 0 a 999.9 • C [• F] voltaje / entradas actuales: 0 a 100% de la amplitud de entrada	Ajuste el área de no dar salida a LbA. No hay funciones LbA banda muerta con 0 conjunto. espacio diferencial: entradas RTD TC / : 0.8 • C [• F] Tensión / Entradas de corriente: 0,8% del intervalo de entrada	0
ARU	Autotuning (AT)	0: en el fin o cancelar 1: en el amanque o la ejecución	Enciende el autoajuste ON / OFF.	0
P	banda entradas TC / RTD p	proporcionales: 1 (0,1) para abarcar 0.1 • C [• F] Resolución: Dentro de 999,9 • C [• F] Tensión / Entradas de corriente: 0,1 a 100,0% del rango de entrada 0 (0,0): ON / OFF acción	Se establece cuando se lleva a cabo PI, PD o PID. El calor / frío acción PID: el establecimiento en el lado de calor de banda proporcional. Acción ON / OFF espacio diferencial: entradas TC / RTD: 2 (0,2) • C [• F] Voltaje / Entradas de corriente: 0,2% de la amplitud de entrada	entradas TC / IDT: 30 (30.0) Tensión / Entradas de corriente: 3.0
I	Tiempo integral	1 a 3600 segundos (0 segundos: acción PD)	Ajuste el tiempo de acción integral para eliminar desviaciones que ocurren en un control proporcional.	240
d	Tiempo derivado	1 a 3600 segundos (0 segundos: PI acción)	Ajuste el tiempo de la acción derivada para mejorar la estabilidad de control mediante la preparación para los cambios de salida.	60
Ar	Anti-reset windup (ARW)	1 a 100% de la banda proporcional del lado de calor (0%: acción OFF Integral)	Rebasamiento y undershooting están restringidos por el efecto integral.	100
f	del ciclo proporcional del lado de calor	1 a 100 segundos (No se muestra si la salida de control es la salida de corriente.)	Conjunto ciclo salida de control. Color acción PID / refresca: ciclo de dosificación del lado de calor	salida de contacto de relé: salida de impulsos: 20 de tensión / salida de disparo para una combustión Visc: 2
Pc	-Lado frío banda proporcional	1 a 1000% de la banda proporcional del lado del calor	banda proporcional configuración lado frío cuando la acción PID calor / frío.	100
db	La banda muerta	entradas TC / RTD: • 10-10 • C [• F] Por • 10,0-10,0 • C [• F] Tensión / Entradas de corriente: • 10,0 a 10,0% de la amplitud de entrada	Conjunto banda muerta acción de control entre el lado del calor y bandas proporcionales del lado frío. menos (-) el establecimiento de los resultados en superposición.	0 o 0.0
t	del ciclo proporcional-lado frío	1 a 100 segundos (No se muestra si la salida de control es la salida de corriente.)	ciclo de salida del lado frío de control conjunto para la acción PID calor / frío.	Contacto de relé de salida: salida de impulsos 20 Voltaje: 2
LCK	Definir bloqueo de los datos (LCK)	0100: No hay datos de conjuntos cerrados (Todos los parámetros modificables) 0101: El conjunto de datos bloqueadas (Todos los parámetros bloqueados) 0110: Sólo el valor de ajuste (SV) es cambiable con los datos del conjunto de flave	Realiza establecer el cambio de datos activar / desactivar.	0100

• función de interrupción de calentador de alarma (HbA)

La función HbA monitoriza la corriente que fluye a través de la carga por un transformador de corriente dedicada (CT), compara el valor medido con el valor de ajuste HbA, y detecta un fallo en el circuito de calefacción.

Bajo o nulo flujo de corriente (rotura del calentador, mal funcionamiento del dispositivo de control, etc.):

Cuando la salida de control está en ON y el valor de entrada del transformador de corriente es igual o menor que el punto de determinación de interrupción de calentador para el número predeterminado de ciclo de muestreo consecutivo, se activa una alarma.

Sobre corriente o cortocircuito:

Cuando la salida de control está en OFF y el valor de entrada del transformador de corriente es igual o mayor que el punto de determinación de interrupción de calentador para el número predeterminado de ciclo de muestreo consecutivo, se activa una alarma.



Precaución para el ajuste de HbA:

- Sólo se muestra para cuando HbA se selecciona como alarma 2.
- HbA no está disponible en una salida de corriente.
- Establecer el valor ajustado a aproximadamente el 85% de la lectura máxima de la entrada CT.
- Establecer el valor ajustado a un valor ligeramente más pequeño para evitar una falsa alarma si la fuente de alimentación se puede volver inestable.
- Cuando más de un calentador está conectado en paralelo, puede ser necesario aumentar el valor de ajuste HbA para detectar un único fallo del calentador.
- Cuando el transformador de corriente no está conectado o el valor de ajuste HbA está ajustado a "0,0", el HbA está encendido.

• función de control de rotura de lazo de alarma (LbA)

La función de LbA se utiliza para detectar una ruptura de carga (calentador) o un fallo en el actuador externo (controlador de potencia, relé de imán, etc.), o un fallo en el bucle de control causada por una rotura de entrada (sensor). La función de LbA se activa cuando la salida de control llega a 0% o 100%. LbA vigila la variación del valor medido (PV) para la longitud de tiempo LbA. Cuando ha transcurrido el tiempo de LbA y el PV es todavía dentro del rango determinación de alarma, el LbA estará en ON.



Precaución para el ajuste LbA:

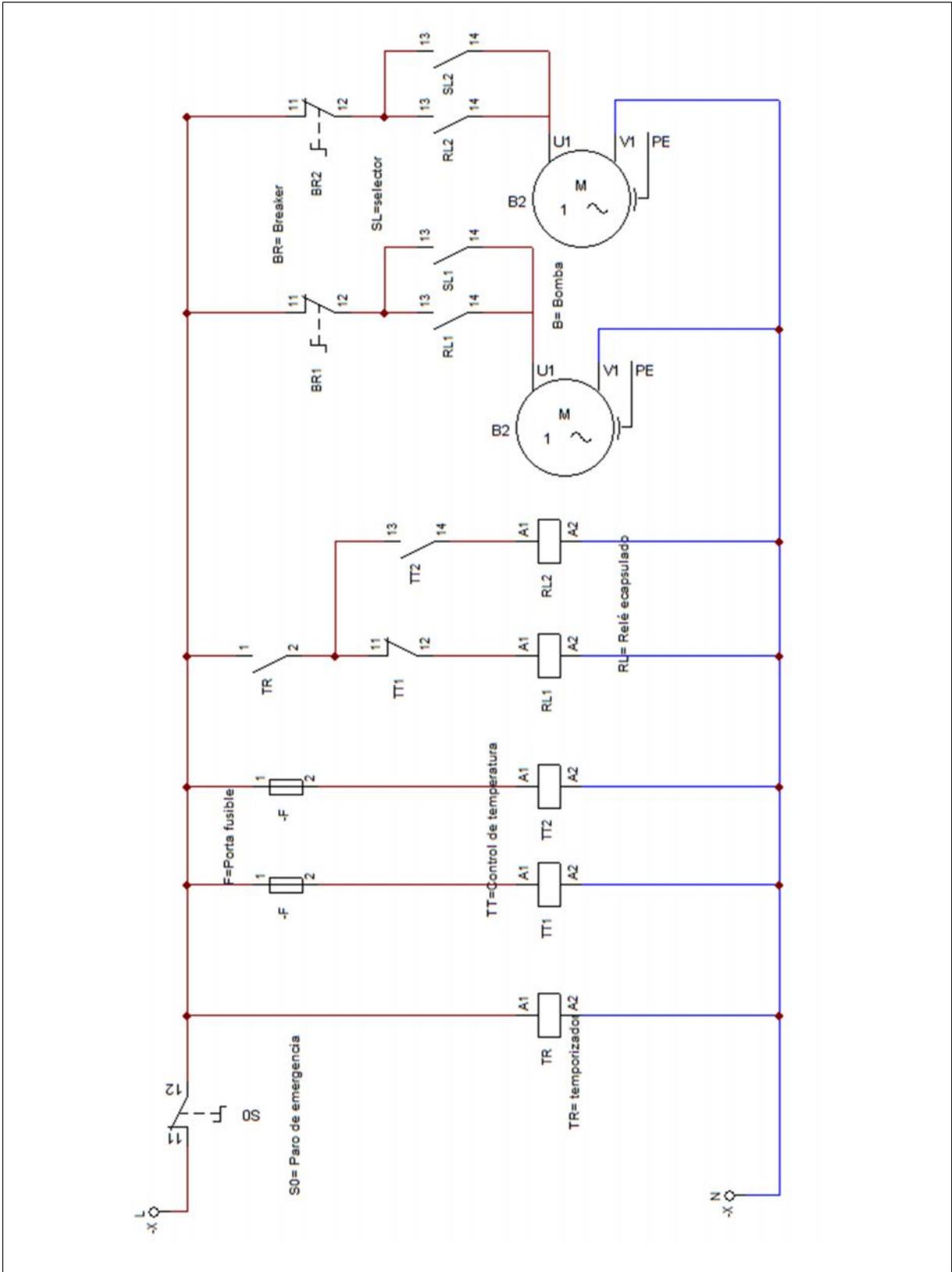
- Sólo se muestra para cuando LbA se selecciona como Alarma 1 o Alarma 2.
- Sin función LbA se puede utilizar en una acción de control de calor / frío PID.
- La función LbA no se puede activar cuando la función AT se enciende.
- La función de LbA se activa cuando la salida de control llega a 0% o 100%. El tiempo requerido para la salida de LbA para encender incluye tanto el tiempo de la aparición inicial de la insuficiencia de bucle y el tiempo de fraguado LbA. El ajuste recomendado para la LbA es para el valor de ajuste de la LbA a ser el doble del valor del tiempo integral (I).
- Si el tiempo de fraguado LbA no coincide con los requisitos de objeto controlado, el tiempo de la venta de LbA se alargará. Si el tiempo de ajuste no es correcto, el LbA mal funcionamiento por encender o apagar en momentos inadecuados o no funcione en absoluto.

• LbA función de banda muerta

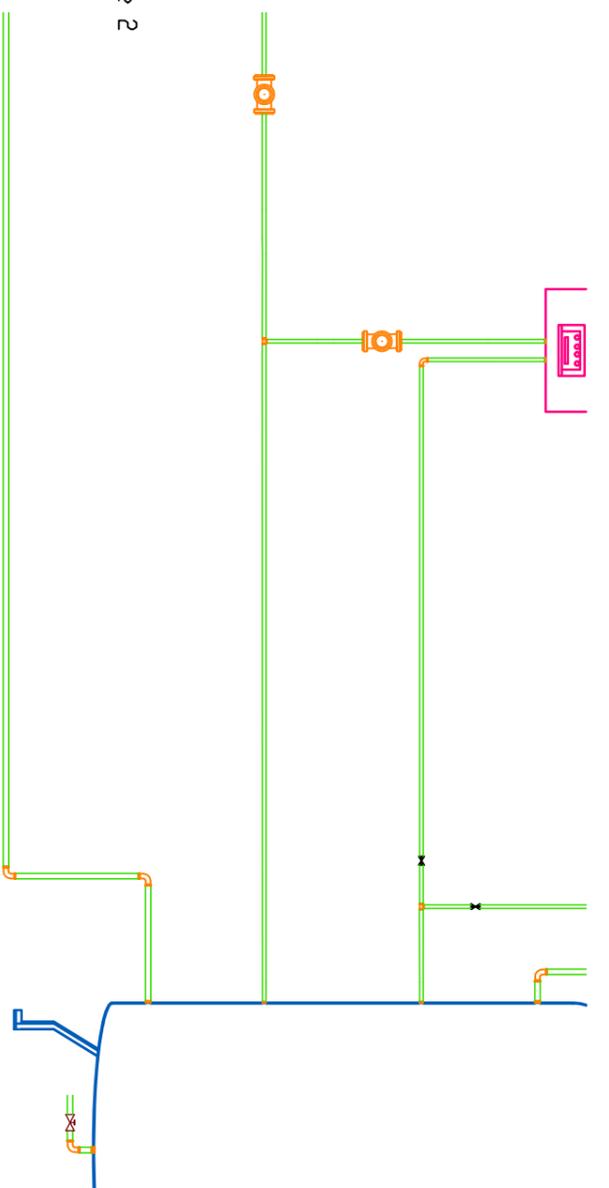
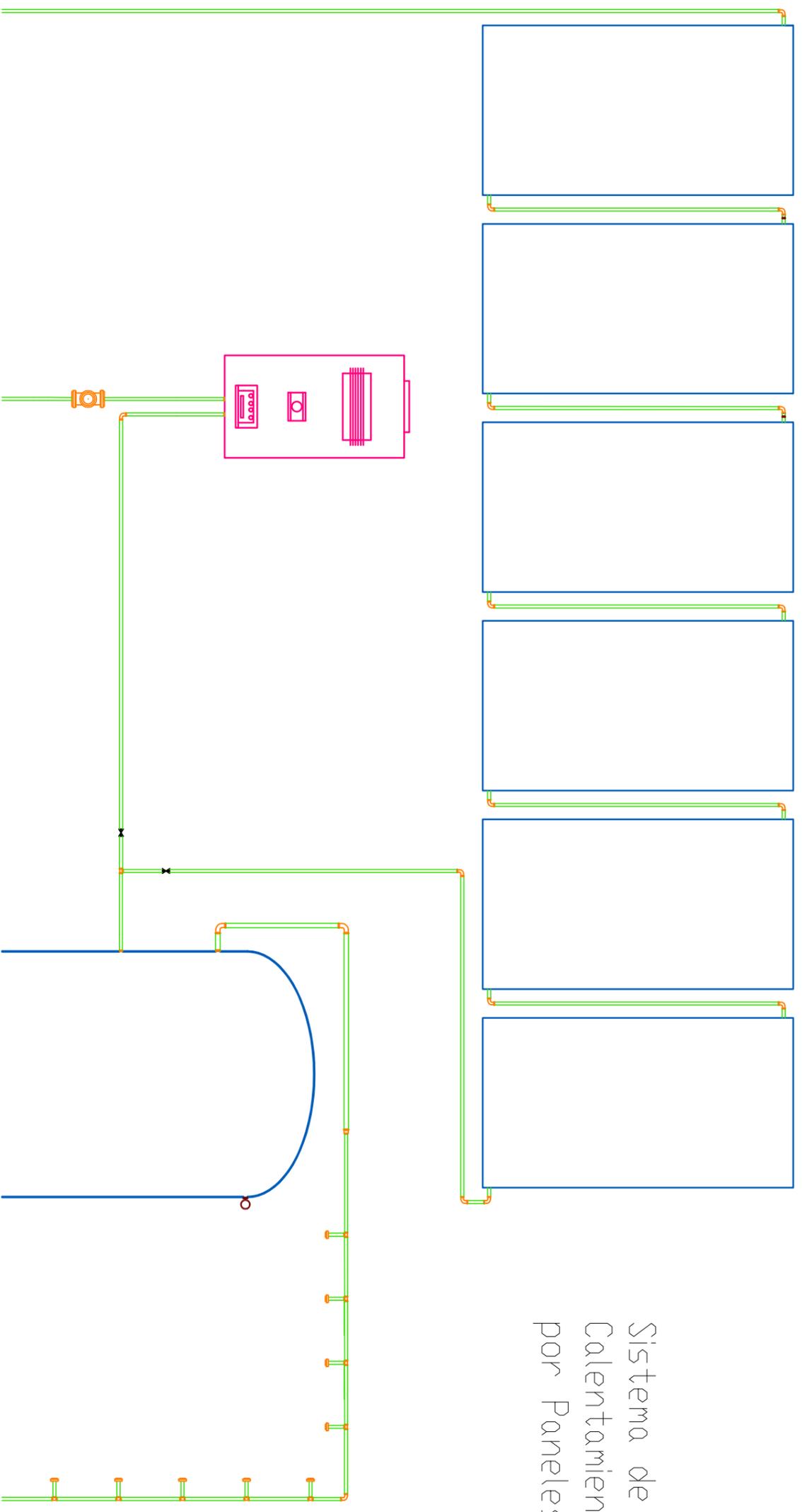
El LbA puede funcionar incorrectamente debido a las perturbaciones externas. Para evitar el mal funcionamiento debido a la perturbación externa, LbA banda muerta (LBD) establece una zona neutral en el que LbA no está activado. Cuando el valor medido (PV) está dentro del área de LBD, no se activará LbA. Si el ajuste de LBD no es correcta, el LbA no funcionará correctamente.



* El área de no-alarma cuando la caída de temperatura: Zona de no-alarma
* El área de no-alarma cuando el aumento de temperatura: Zona de no-alarma
* El punto de ajuste (SV) al punto de ajuste (PV) Voltaje: 0,5% de la



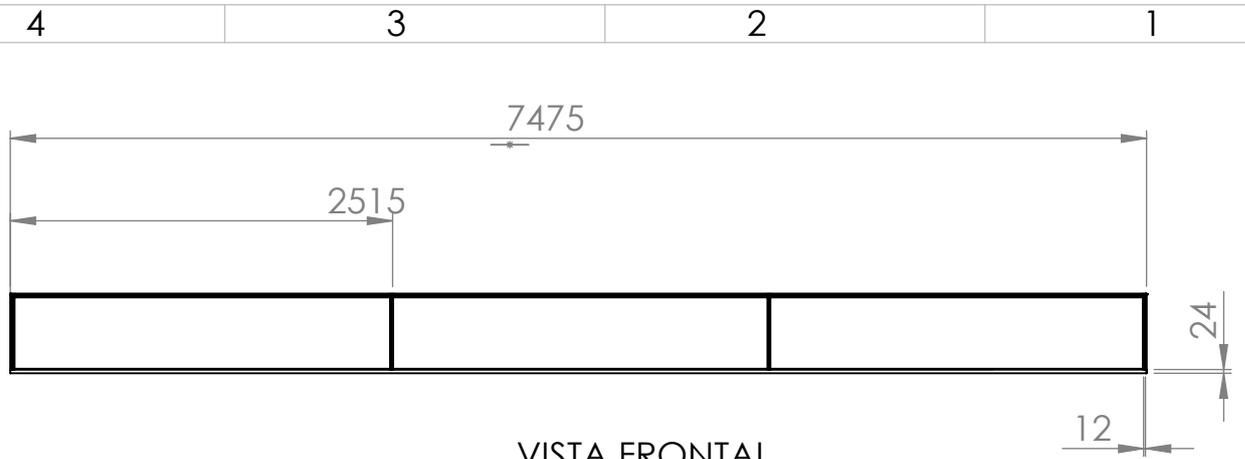
Sistema de Calentamiento de Agua por Paneles Solares



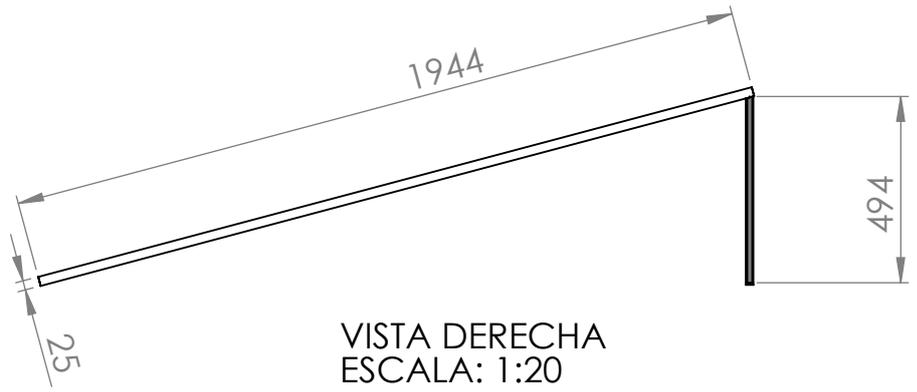
10	F7-F6	Universal para tuberías	2	Cobre
9	A5	Grifo de Purga	1	Acero
8	C6-C7	Bombos De Agua	2	Acero
7	D4	Válvulas Che	2	Acero
6	D3D2-C2C3	Duchas	13	Acero
5	---	Codos	---	Cobre
4	---	Tubería	---	Cobre
3	J6	Calentación para el Sistema Auxiliar	1	---
2	B4B3-C4C3	Ternotunaje	1	---
1	F7F3-E7E3	Paneles Solares	6	---
POS.	ZONA	DEMINIMACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

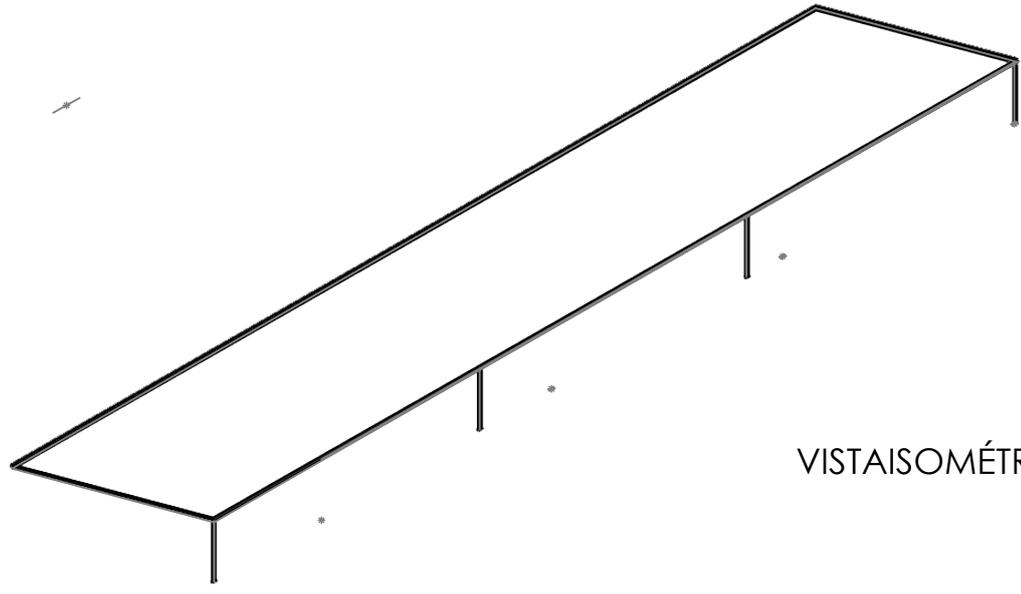
Fecha:	Nombre:	Escala:	Ingeniería Electromecánica	
Dib.		S/E		
Rev.				
Aprob.				
Material:	Unidades:	Número de láminas:	Anexo:	Denominación:
Acero, caucho, cobre, aluminio.	--	01	Planos	
				A3



VISTA FRONTAL
ESCALA: 1:100



VISTA DERECHA
ESCALA: 1:20



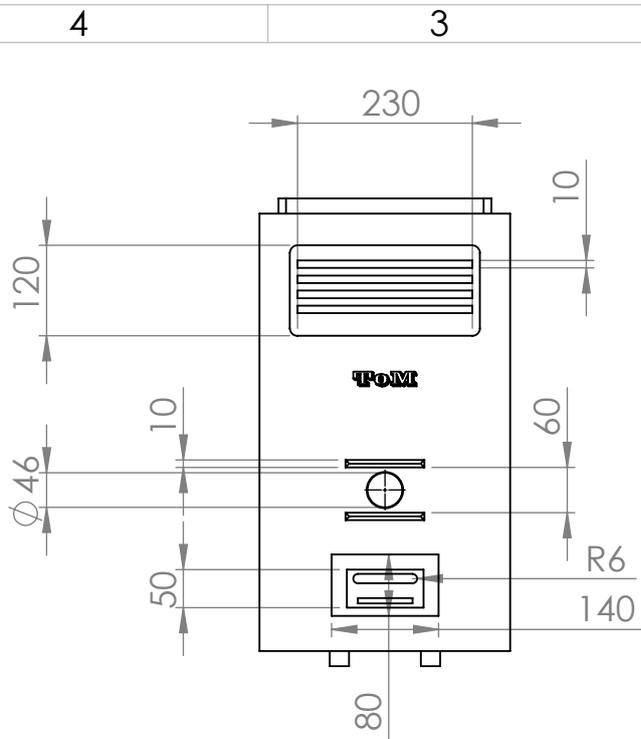
VISTA ISOMÉTRICA



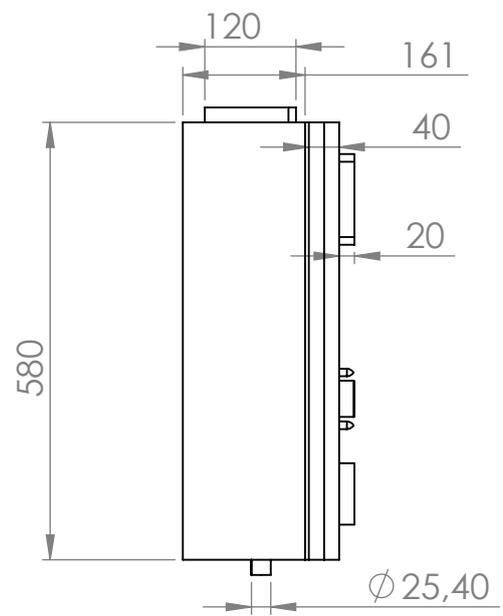
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



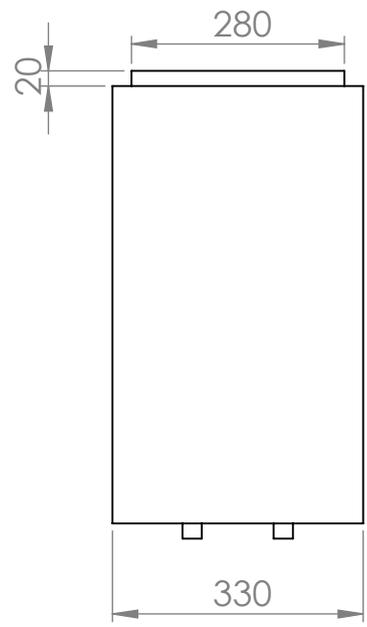
A	Fecha:	Nombre:	Escala: ----	Ingeniería Electromecánica		
	Dib.					
	Rev.					
	Aprob.					
	Material: Acero	Unidades: mm	Número de lámina: 05	Anexo: Planos	Denominación: Soporte - Panel Solar	A4
	4	3		2	1	



VISTA FRONTAL



VISTA DERECHA



VISTA POSTERIOR



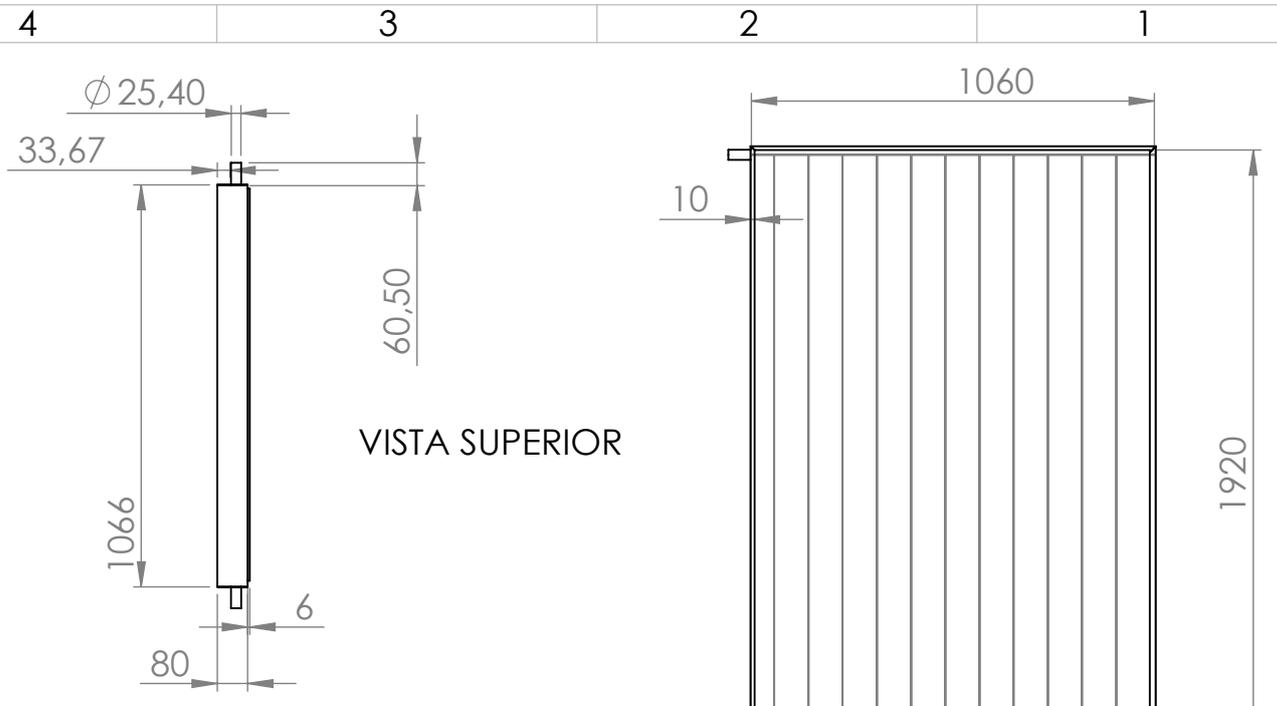
VISTA ISOMÉTRICA



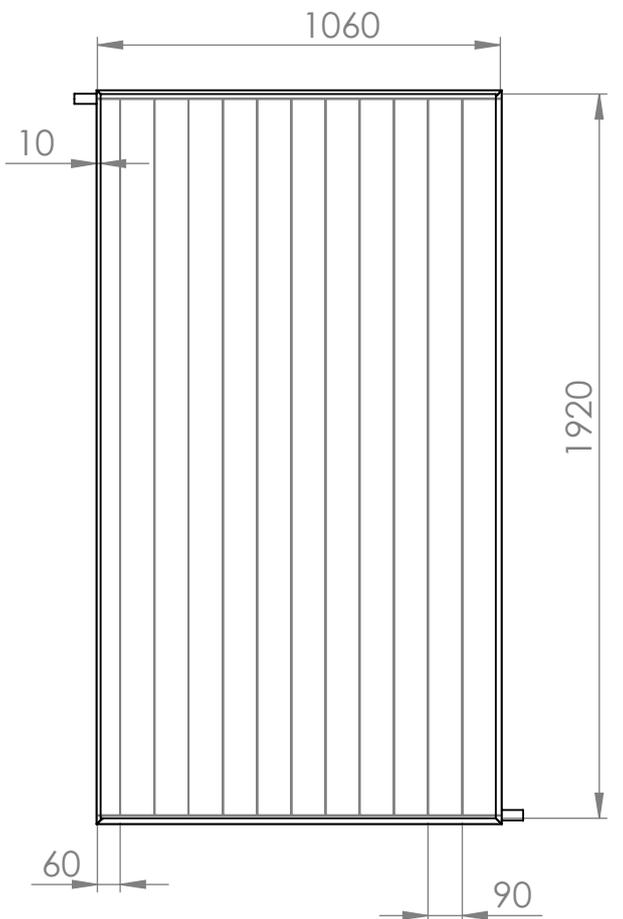
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



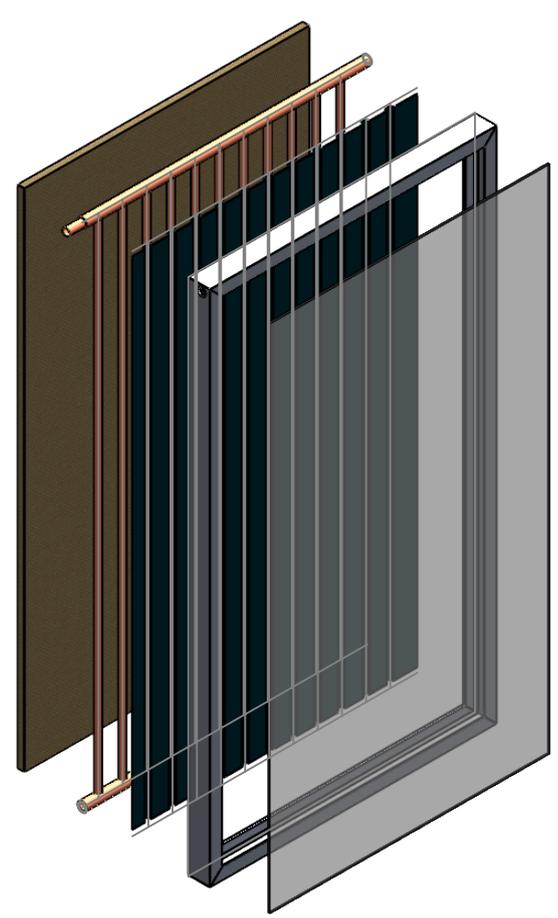
A	Fecha:	Nombre:	Escala: 1:10	Ingeniería Electromecánica		
	Dib.					
	Rev.					
	Aprob.					
	Material: Acero, aluminio, cobre	Unidades: mm	Número de lámina: 06	Anexo: Planos	Denominación: Sistema auxiliar	A4
	4	3		2		1



VISTA SUPERIOR



VISTA DERECHA



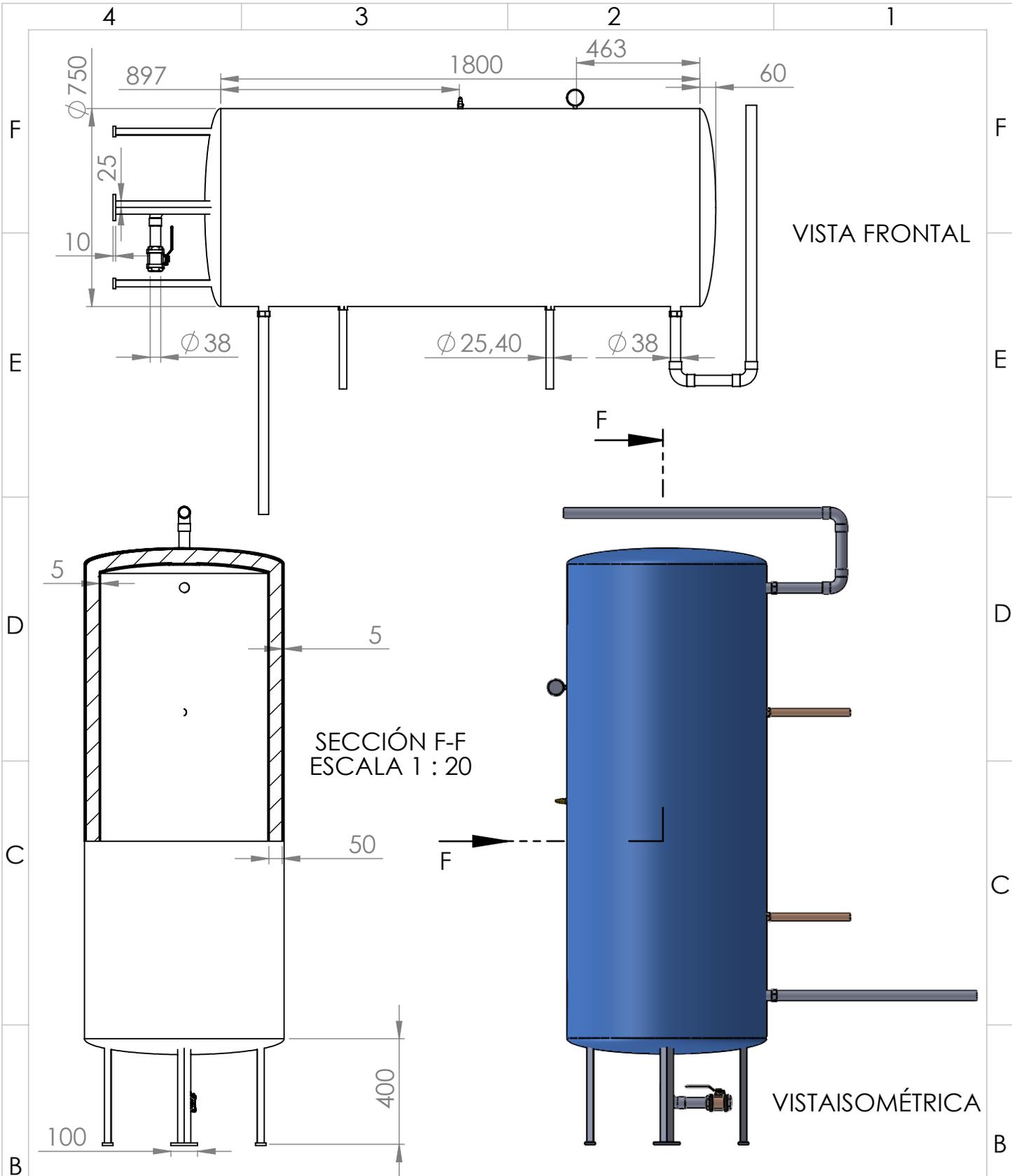
VISTA ISOMÉTRICA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



A	Fecha:	Nombre:	Escala:	Ingeniería Electromecánica		
	Dib.		1:20			
	Rev.					
	Aprob.					
	Material:	Unidades:	Número de lámina:	Anexo:	Denominación:	A4
	Acero, aluminio, cobre, lana de vidrio	mm	03	Planos	Panel Solar	
	4	3		2		1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



A	Fecha:	Nombre:	Escala: 1:20	Ingeniería Electromecánica		
	Dib.					
	Rev.					
	Aprob.					
	Material: Acero, aluminio, cobre, lana de vidrio	Unidades: mm	Número de lámina: 04	Anexo: Planos	Denominación: Acumulador	A4
	4	3		2		1