



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA
CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”**

Proyecto de Investigación presentado previa a la obtención del Título de
Ingeniero en Electromecánica.

Autores:

Chicaiza Toapanta Alex Leonardo
Osorio Cela Fredy

Tutor:

Ing. Espinel Cepeda Carlos Alfredo

Latacunga-Ecuador

2017



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 Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Chicaiza Toapanta Alex Leonardo con número de C.I. 050392049-8 y Osorio Cela Fredy con número de C.I. 050227394-9 de la carrera de Ingeniería Electromecánica, con el Título de Proyecto de Investigación:

“EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 13 de Febrero del 2017

Para constancia firman:

Ing. Mg. Edwin Homero Moreano Martínez
CC. 050260750-0
LECTOR 1 (Presidente)

Ing. McS. Cristian Fabián Gallardo Molina
CC.050284769-2
LECTOR 2

Ing. Jorge Antonio Paredes Ojeda
CC. 110042541-0
LECTOR 3



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Chicaiza Toapanta Alex Leonardo con C.I. 050392049-8 y Osorio Cela Fredy con C.I. 050227394-9 postulantes a la obtención de título de Ingeniero Electromecánico, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”** siendo el, Ing. Espinel Cepeda Carlos Alfredo director del presente trabajo, a la vez eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones legales.

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



.....

Chicaiza Toapanta Alex Leonardo
C.I. 0503920498



.....

Osorio Cela Fredy
C.I. 0502273949



AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”**, de Chicaiza Toapanta Alex Leonardo y Osorio Cela Fredy, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de proyecto que el Honorable Consejo Universitario de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 1 de febrero del 2017

El Director



Firma

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de coordinador del área de conversión de energía de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de investigación **“EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”**. Los señores Chicaiza Toapanta Alex Leonardo y Osorio Cela Fredy, realizan el mantenimiento correctivo en los paneles solares térmicos y automatización del sistema híbrido en el balneario “Señor del Árbol” ubicado en el barrio Cuicuno.

Autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.

Latacunga, 2 de febrero del 2017

.....

Dr. ENRIQUE TORRES TAMAYO
ÁREA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



AQUASERVICE

Piscinas, hidromasajes, Saunas, turcos, bombas, cisternas
paneles solares, Plomería, Gas centralizado, sistema contraincendios
e-mail: mantenimiento.com@hotmail.com / celular 0996-813417 / 3118404
www.acuaservice.amawebs.com

Latacunga, 02 de febrero del 2017

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de gerente propietario del balneario "SEÑOR DEL ÁRBOL" certifico que mediante el Proyecto de Investigación "EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO" los señores Chicaiza Toapanta Alex Leonardo y Osorio Cela Fredy, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, quienes han desarrollado el mantenimiento correctivo a los colectores solares térmicos y la automatización del sistema híbrido instalado en el mismo, tomando en consideración los requerimientos del balneario.

Doy fe del presente documento para su correspondiente estudio y calificación.



.....
Téc. Franklin Chicaiza
Gerente Propietario
C.C. 0502382377


.....
Chicaiza Alex
Postulante
C.C. 050392049-8


.....
Osorio Fredy
Postulante
C.C.050227394-9

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme dado la vida, la oportunidad de estudiar y guiarme en todo momento a lo largo de mi carrera, de adquirir conocimientos, experiencias, logros, y mucha felicidad con personas extraordinarias.

Le doy gracias a mi madre por apoyarme, aconsejarme y confiar en mí en todo momento, por ser un ejemplo a seguir, por ser una mujer luchadora y sobre todo por ser la razón por la cual me he esforzado para demostrar lo mucho que la admiro.

A mis hermanos y hermanas por el apoyo incondicional que me han brindado, por preocuparse, por los consejos que me han dado y por los momentos de felicidad que juntos vivimos.

A mi familia quienes con sus consejos me impulsaron a seguir luchando por hacer mi sueño realidad.

Alex

DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza que me ha brindado a seguir luchando en los momentos difíciles de mi vida, y por la oportunidad de vivir este sueño tan anhelado.

A mi madre, por ser el pilar fundamental, por los valores que me han inculcado, y sobre todo por darme la oportunidad de tener una educación de calidad en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos y hermanas que me han impulsado a seguir luchando y que con sus palabras de aliento y ánimos ayudaron a cumplir este gran objetivo.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo y quienes han estado pendientes de mí

Alex

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, la oportunidad de estudiar y acompañarme en todo momento a lo largo de mi carrera.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme, aconsejarme y confiar en mí en todo momento, a mis hermanos y hermanas por el apoyo incondicional que me han brindado, por preocuparse, por sus consejos que me han brindado y por los momentos de felicidad que juntos vivimos.

Agradezco a esta noble institución en especial a la CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA por darme la oportunidad de culminar una meta más de la vida. A todos los docentes, quienes supieron transmitir sus conocimientos, experiencias y guiarme en todo momento a lo largo de mi carrera.

Fredy

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a las jóvenes mentes que buscan desarrollar la productividad utilizando energías alternativas renovables para el mejoramiento de la calidad de vida.

A mis padres y hermanos que me han impulsado a seguir luchando, que con sus palabras de aliento y ánimos ayudaron a cumplir este gran objetivo, por ser el pilar fundamental en mi vida, y sobre todo por darme la oportunidad de tener una educación de calidad en el transcurso de mi vida.

Fredy

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
6. OBJETIVOS.....	7
General.....	7
Específicos	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	8
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
Conceptos generales	9
Eficiencia energética	9
Energías renovables.	9
Energía solar.....	9

Energía solar térmica.....	10
Radiación solar.....	10
Movimientos de la tierra	11
Energía térmica	14
Principio de funcionamiento	15
Conducción de calor.....	17
Polietileno	18
Rendimiento de los colectores solares térmicos.....	19
Diseño de la batería de colectores	20
Calentamiento de agua en la piscina	22
Calor Específico	23
Volumen de agua en la piscina.....	25
Carga térmica para calentamiento de piscinas	25
Pérdidas por evaporación	26
Pérdidas por convección	28
Pérdidas por transmisión	28
Pérdidas por renovación del agua del vaso	29
Poder calorífico del gas licuado de petróleo (GLP).....	29
Equipos	30
Piranómetro.....	30
PLC	31
Electroválvula	31
Sensor PT100	33
Mantenimiento	35
Mantenimiento correctivo	35
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	36
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
Ejecución de las secuencias de etapas.	37
Método	38
Técnica.....	38
Instrumentos.....	38
Cálculo de espesor aislante	39
Cálculo de volumen de agua en la piscina.	39

Cálculos de pérdidas de calor en la piscina	40
Diseño del sistema eléctrico	44
Descripción de la recirculación del agua, conexión de los paneles y control automático del sistema híbrido.....	49
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
Estudio de la radiación solar	49
Situación antes del mantenimiento y la automatización.....	51
Cálculo de la cantidad de energía que se necesita antes del mantenimiento correctivo y la automatización para elevar a una temperatura de 30°C.....	51
Estudio de la radiación solar	52
Cálculo de la eficiencia de los colectores solares térmicos.....	57
Situación después del mantenimiento y la automatización	58
Cálculo de la cantidad de energía que se necesita para elevar a una temperatura de 30°C después del mantenimiento y la automatización.....	58
Estudio de la radiación solar después del mantenimiento y la automatización	61
Cálculo de la eficiencia de los colectores solares térmicos.....	65
Operacionalización de variables	67
12. ASPECTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS	67
Técnico.....	67
Social.....	68
Ambiental.....	68
Económico.....	68
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	69
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
Conclusiones.....	71
Recomendaciones	71
15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujos de energía en W/m ² entre el espacio	11
Figura 2: Principales movimientos de la tierra.....	12
Figura 3: Movimiento de traslación y estaciones del año	13
Figura 4: Coordenadas Geográficas	14
Figura 5: Esquema de un Colector Solar de Placa Plana.....	16
Figura 6: Despiece de un Típico Colector de Placa Plana.....	17
Figura 7: Paredes paralelas al plano	18
Figura 8: Conexión de colectores en una batería en paralelo interno.....	21
Figura 9: Conexión de colectores en una batería en serie interno	21
Figura 10: Pérdidas de calor en la piscina	26
Figura 11: Dimensiones de la piscina.....	40
Figura 12: Radiación solar Agosto.	54
Figura 13: Eficiencia y Temperatura Agosto.	54
Figura 14: Radiación solar Septiembre.	56
Figura 15: Eficiencia y Temperatura septiembre.	56
Figura 16: Radiación solar Noviembre.....	62
Figura 17: Eficiencia y Temperatura Noviembre.	62
Figura 18: Radiación solar Diciembre.....	64
Figura 19: Eficiencia y Temperatura Diciembre.	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto.....	5
Tabla 2: Actividades de los objetivos planteados.....	8
Tabla 3: Propiedades térmicas.....	19
Tabla 4: Calor específico del agua	24
Tabla 5: Humedad absoluta de aire saturado.....	28
Tabla 6: Ejecución de las etapas de mantenimiento	37
Tabla 7: Pérdidas de calor en la piscina	44
Tabla 8: Marcas del PLC	45
Tabla 9: Requerimientos del PLC	46
Tabla 10: Datos meteorológicos de la radiación solar.....	50
Tabla 11: Comparación de datos	50
Tabla 12: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia.....	53
Tabla 13: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia.....	55
Tabla 14: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia.....	61
Tabla 15: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia.....	63
Tabla 16: Elementos eléctricos y de automatización.....	69
Tabla 17: Elementos Mecánicos.....	70
Tabla 18: Inversión del proyecto	70
Tabla 19: VAN y TIR.....	70

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Conducción térmica.....	17
Ecuación 2: Rendimiento de los Colectores Solares Térmicos	19
Ecuación 3: Calor específico	23
Ecuación 4: Cantidad de calor	23
Ecuación 5: Volumen ortoedro.....	25
Ecuación 6: Volumen triángulo rectángulo	25
Ecuación 7: Volumen total piscina.....	25
Ecuación 8: Pérdidas por evaporación	27
Ecuación 9: Flujo másico de agua evaporada.....	27
Ecuación 10: Pérdida por convección	28
Ecuación 11: Pérdidas por transmisión	28
Ecuación 12: Pérdida por renovación	29
Ecuación 13: Consumo de GLP.....	30

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO”

Autores: Chicaiza Toapanta Alex Leonardo

Osorio Cela Fredy

RESUMEN

El barrio Eclesiástica de Cuicuno es un lugar turístico principalmente por el Santuario “Señor del Árbol”, en vista de la inexistencia de centros de distracción se vió la posibilidad de crear un balneario dirigido a las distintas personas que visitan esta localidad y también a los habitantes de la misma, al inicio de su funcionamiento contaba con un sistema de calentamiento de agua en la piscina por medio de gas licuado de petróleo y colectores solares planos en mal estado, este sistema no ayudaba que la temperatura del agua se incrementará. El problema surge debido a la ineficiencia de los colectores solares térmicos para el calentamiento de agua del balneario “Señor del Árbol”. Desde el momento en que fueron instalados no se realizó ningún tipo de mantenimiento, provocando que los elementos que conforman el colector solar se deteriorarán perdiendo sus propiedades térmicas de captación solar, también se pudo constatar el mal funcionamiento del sistema híbrido de calentamiento de agua del balneario, ya que al ser controlado manualmente por un operario, en su mayor tiempo solo se usaba el sistemas de gas licuado de petróleo (GLP) incrementando el consumo del mismo y la contaminación ambiental. . Para realizar este proyecto se utiliza metodología científica, analítica y de campo, mediante el mantenimiento correctivo que se efectuó en los colectores se logró incrementar su eficiencia esto debido a la realización de un desmontaje, verificación, cambio de partes deterioradas, ensamblaje, ubicación, conexión, pruebas en los colectores solares térmicos y la automatización del sistema híbrido mediante controlador lógico programable (PLC), sensores de temperatura y electroválvulas para disminuir el consumo de GLP. El sistema híbrido cuenta con 10 colectores solares térmicos, 3 calefones a gas licuado de petróleo funcionando continuamente, el consumo semanal para el calentamiento de agua de la piscina es 9 cilindros industriales de 15Kg cada uno, con un costo semanal de \$153 USD. De esta manera al tomar los datos al inicio del proyecto se pudo verificar que se necesitaba 128 Kg de GLP para llegar a una temperatura de confort de 30°C, y al finalizar con el proyecto se compararon los datos obtenidos antes y después de realizar el mantenimiento, con un aumento de la eficiencia del sistema de colectores solares térmicos en un 22% y una disminución en el consumo de Gas licuado de petróleo a 51 Kg.

Palabras Claves: Eficiencia energética, Energía solar térmica, sistema híbrido, Calentamiento del agua.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TOPIC: "ENERGY EFFICIENCY OF THE HYBRID SYSTEM FOR WATER HEATING IN A POOL"

Authors: Chicaiza Toapanta Alex Leonardo
Osorio Cela Fredy

ABSTRACT

The ecclesiastical district of Cuicuno is a tourist place mainly for the "Señor del Árbol " Sanctuary, because of the absence of leisure centers, it was possible to create a pool for the different people who visit this place and with people, at the beginning of its operation had a system of water heating in the pool by means of liquefied petroleum gas and flat solar collectors in poor condition, this system did not help that the water temperature will increase. The problem arises due to the inefficiency of the thermal solar collectors for the heating of " Señor del Árbol" pool. Since they were installed no maintenance was carried out, causing that the elements that make up the solar collector will deteriorate losing their thermal properties of solar collection, also could be verified the malfunction of the hybrid system of pool water heating, when it was manually controlled by an operator, most of time only the liquefied petroleum gas (GLP) systems were used, increasing the consumption of it and the environmental pollution. In order to carry out this project the scientific, analytical and field methodology were applied, through the corrective maintenance that was carried out in the collectors it was possible to increase its efficiency due to the accomplishment of a disassembly, verification, change of damaged parts, assembly, location, connection , testing of thermal solar collectors and automation of the hybrid system by means of a programmable logic controller (PLC), temperature sensors and solenoid valves to reduce the GLP consumption. The hybrid system has 10 solar thermal collectors, 3 gas liquefied petroleum gas heaters running continuously, the weekly consumption for the pool water heating is 9 Industrial cylinders of 15Kg each, with a weekly cost of \$ 153 USD. thus, when taking the data at the beginning of the project, it was verified that 128 Kg of GLP was needed to reach a comfort temperature of 30°C, and at the end of the project, the data obtained before and after maintenance were compared, With an increase in the efficiency of the solar thermal collector system by 22% and a decrease in the consumption of liquefied petroleum gas to 51 kg.

Keywords: Energy efficiency, Solar thermal energy, hybrid system, Water heating.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por los señores Egresados de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **CHICAIZA TOAPANTA ALEX LEONARDO Y OSORIO CELA FREDY**, cuyo título versa “**EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO**”, 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, Marzo del 2017

Atentamente,

Lic. Nelson Wilfrido Guagchinga Chicaiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0503246415

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA HÍBRIDO PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN UN BALNEARIO

Fecha de inicio:

Abril, 2016

Fecha de finalización:

Diciembre, 2016

Lugar de ejecución:

Barrió Cuicuno- Parroquia Guaytacama- Cantón Latacunga- Provincia Cotopaxi- Zona 3- Balneario “Señor Del Árbol”

Facultad que auspicia

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS (CIYA)

Carrera que auspicia:

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

Postulante 1: Alex Leonardo Chicaiza Toapanta

Postulante 2: Fredy Osorio Cela

TUTOR DE TITULACIÓN

Nombres: Carlos Alfredo

Apellidos: Espinel Cepeda

Cedula de Identidad: 0502685183

Fecha de Nacimiento: 16 de abril de 1983

Edad: 33 Años

Estado Civil: Casado

Dirección: Urbanización Miño Molina

Residencia: Latacunga

Teléfonos: (03) 2812162

Número Celular: 0984744165

Email: carlos.espinel@utc.edu.ec

Tipo Sanguíneo:O+

ESTUDIOS REALIZADOS

Educación Superior:Universidad Técnica de Cotopaxi

Ingeniero en Electromecánica

Suficiencia en el Idioma Ingles

Educación Secundaria:Colegio Técnico “Ramón Barba Naranjo”

Bachiller Técnico Industrial

Educación Primaria:Escuela Simón Bolívar

COORDINADORES DEL PROYECTO

Nombres y Apellidos:Alex Leonardo Chicaiza Toapanta

Fecha de Nacimiento:29 de abril de 1992

Lugar de Nacimiento:Cotopaxi-Latacunga-Guaytacama

Nacionalidad:Ecuatoriano

Ciudad Domicilio:Guaytacama-Cuicuno Centro

Número Celular:0992016468

Email:alex.chicaiza8@utc.edu.ec

Cedula de Identidad: 0503920498

Estado Civil:Soltero

Tipo Sanguíneo:O+

Educación Primaria:Escuela “Hermanos Pazmiño”

Educación Secundaria:Técnico Gral. “Marco Aurelio Subía Martínez.”

Nombres y Apellidos:Fredy Osorio Cela

Fecha de Nacimiento:08 de septiembre de 1982

Lugar de Nacimiento:Cotopaxi-Latacunga-La Matriz

Nacionalidad:Ecuatoriano

Ciudad Domicilio:Latacunga-La Calera

Número Celular:0984817195

Email:fredy.osorio9@utc.edu.ec

Cedula de Identidad: 0502273949

Licencia de Conducir:Tipo D

Estado Civil:Soltero

Tipo Sanguíneo:O+

Educación Primaria:Escuela “Ana Páez”

Educación Secundaria:Unidad Educativa a Distancia de Cotopaxi “Monseñor Leónidas Proaño”

Área de Conocimiento

Energías alternativas

Línea de investigación

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Diseño y explotación de sistemas de energías alternativas

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El problema surge debido a la ineficiencia en el funcionamiento de los colectores solares térmicos planos para el calentamiento de agua del balneario “Señor del Árbol” porque desde el momento en que fueron instalados no se realizó ningún tipo de mantenimiento, esto provocó que los elementos que conforman el colector térmico se deteriorarán perdiendo sus propiedades térmicas de captación solar, incitando a que en su mayor tiempo solo se use GLP.

El proyecto de investigación tiene como propósito solucionar el problema, la cual consiste en incrementar la eficiencia energética en el sistema de calentamiento de agua en la piscina del balneario, mediante un mantenimiento correctivo a los colectores solares térmicos instalados, lo cual genera el consumo masivo de GLP, gastos económicos al propietario, y contaminación ambiental.

El objetivo del proyecto es incrementar la eficiencia energética en el calentamiento de agua en la piscina del balneario para disminuir el consumo de GLP, para lo cual se realizó las respectivas mediciones de radiación solar incidente en el lugar del proyecto y las temperaturas que suministra en los meses de estudio, antes y después del mantenimiento del sistema de calentamiento de agua por medio de colectores solares térmicos.

Para realizar la investigación se obtuvo información sobre del estado actual del Balneario “Señor del Árbol”, aplicando la investigación de campo, dichos datos sirvió para verificar donde surge el problema de investigación.

Una de las propuestas más importantes es el mantenimiento correctivo, para obtener la eficiencia energética adecuada de los colectores solares que constituye el sistema, también se vio la posibilidad de automatizar el sistema híbrido, consistiendo en tomar datos de temperatura para activar y desactivar las electroválvulas que dan paso al flujo de agua para el que trabaje los colectores térmicos con o sin ayuda de los calefones teniendo un ahorro del consumo de gas licuado de petróleo (GLP), con esto aprovechar la radiación solar incidente el lugar.

La metodología a realizarse en nuestro proyecto de investigación es el método científico ya que partimos de un problema, del análisis del lugar de los hechos, información sobre el estado actual, la hipótesis debido al problema, la experimentación y datos que se obtendrá.

El aporte de este proyecto técnico es aprovechar una de las energías renovables como es la solar, mediante la utilización de colectores solares térmicos para el calentamiento de agua en la piscina del balneario, de esta manera reduciremos el consumo, la contaminación y los gastos que se presenta por la adquisición de este combustible.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se lo realiza debido a que los colectores solares térmicos se encontraban en mal estado, esto ocasionaba un alto consumo de GLP, lo cual no aportaba con la eficiencia óptima para el calentamiento de agua del balneario, produciendo un gasto elevado al propietario.

El aporte al proyecto como investigadores es realizar el mantenimiento correctivo para garantizar el incremento de la eficiencia en los colectores y que la energía solar produzca un determinado ahorro económico, también la automatización del sistema híbrido de calentamiento de la piscina reduciendo el consumo de gas licuado de petróleo (GLP).

Los beneficiarios de esta investigación es, el gerente propietario del balneario, los postulantes previo al título de Ingeniero en Electromecánica y los usuarios que visitan y hacen uso de las instalaciones.

La importancia de este proyecto es la conversión de la energía solar a energía térmica, mediante la aplicación de colectores solares térmicos, dichos colectores tienen una vida útil de aproximadamente 25 años y depende directamente de la energía de sol.

La utilidad práctica de este proyecto es para los futuros inversionistas que puedan implementar este tipo de sistema en cualquier zona, pero la eficiencia del colector solar térmico dependerá de la radiación solar incidente del lugar.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios del proyecto

DIRECTOS	INDIRECTOS
Propietario Gerente General	
Franklin Chicaiza,	Usuarios que asisten al Balneario.
Sub Gerente	50 hombres (aprox.)
Mónica Lechón,	40 mujeres (aprox.)
Postulantes:	50 niños (aprox.)
Alex Chicaiza	
Fredy Osorio	

Elaborado: Grupo investigación

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Balneario “Señor del Árbol”, cuenta con un sistema híbrido para el calentamiento de agua de piscina, está compuesto por medio de colectores solares y calefones a gas licuado de petróleo, los colectores se encontraban en mal estado evitando el incremento de temperatura, aumentando el consumo de GLP.

La piscina del balneario es usada todo el año para uso recreativo. Actualmente la piscina se encuentra con una temperatura aproximadamente de 20°C que es calentada con el uso de calefones a gas licuado de petróleo y paneles solares.

Como se sabe, los combustibles fósiles producen energía pero también son las responsables de provocar agentes contaminantes para el ambiente. Por esta razón es imprescindible que el calentamiento del agua de las piscinas, del balneario se realice utilizando otras alternativas eco amigables.

En base a las distintas investigaciones realizadas sobre este tema, se puede afirmar que la energía solar es una de las mejores opciones para este fin, ya que además de ser inagotable es sobre todo limpia porque no genera ningún tipo de residuos o contaminantes.

El calentamiento de agua en la piscinas con energía solar es una alternativa altamente aplicada, debido a que es una de las más rentables, si bien la implementación de este sistema es algo costosa, es una inversión que vale la pena realizar, porque en el tiempo significaría un ahorro para los propietarios del lugar y sobre todo significaría un gran aporte al cuidado de la biodiversidad de Cuicuno. Si la calidad del medio ambiente es óptima, esto puede ayudar a que exista mayor afluencia de turistas y mayor rentabilidad económica.

Es importante tomar en cuenta que en la actualidad los colectores solares térmicos de este balneario, no se encuentran en condiciones óptimas y es necesario tomar las medidas necesarias para mejorar el proceso de calentamiento de agua. La eficiencia energética del sistema híbrido mejorará el proceso de calentamiento de agua reduciendo el consumo del gas licuado de petróleo del balneario.

La ventaja de usar colectores solares para la producción de energía térmica, es que no requieren de mayor mantenimiento, su colocación no genera gran impacto en el medio ambiente y pese a que no se puede generar energía por la noche esto no representaría una mayor dificultad, porque el horario de atención del balneario es en horas del día.

El mantenimiento de los colectores solares térmicos ayudará a garantizar la eficiencia energética del sistema híbrido de calentamiento de agua del balneario “Señor del Árbol”, el cual representa un aporte para los distintos actores que forman parte del barrio.

6. OBJETIVOS

General

- Incrementar la eficiencia energética del sistema híbrido de calentamiento de agua en la piscina del balneario mediante mantenimiento correctivo y la automatización para minimizar el consumo de GLP.

Específicos

- Compilar información sobre la eficiencia energética mediante datos bibliográficos para la realización del proyecto
- Realizar mantenimiento correctivo a los colectores solares térmicos, mediante el cambio de materiales deteriorados para mejorar la eficiencia energética térmica.
- Medir datos de la radiación solar incidente y la temperatura del agua, mediante instrumentos para verificar a que eficiencia están trabajado los colectores solares térmicos
- Automatizar el sistema híbrido mediante un PLC, electroválvulas y sensores de temperatura para la verificación del consumo de GLP y comparación de datos obtenidos antes y después del mantenimiento.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades de los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Compilar información sobre la eficiencia energética mediante datos bibliográficos para la realización del proyecto	Consultas	Información científica y técnica sobre la eficiencia energética	Datos bibliográficos
Realizar mantenimiento correctivo a los colectores solares térmicos, mediante el cambio de materiales deteriorados para mejorar la eficiencia energética térmica.	Desmontaje de los colectores solares Sustitución de elementos deteriorados. Montaje de los colectores con la ubicación correcta.	Incremento de la eficiencia en el sistema híbrido.	Toma de datos y cálculo
Medir datos de la radiación solar incidente y la temperatura del agua, mediante instrumentos para verificar a que eficiencia están trabajado los colectores solares térmicos	Medir la radiación solar y la temperatura en los colectores solares térmicos antes y después del mantenimiento	Se determinó aumento de temperatura	Mediciones de radiación solar mediante un piranómetro. Medición de temperatura del agua con la ayuda termómetro digital.
Automatizar el sistema híbrido mediante un PLC, electroválvulas y sensores de temperatura para la verificación del consumo de GLP y comparación de datos obtenidos antes y después del mantenimiento.	Seleccionar un PLC acorde a los parámetros requeridos para el sistema Comparar de datos	Control del sistema híbrido Disminución del consumo de GLP	Investigación experimental Técnicas computacionales

Elaborado: Grupo investigación

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Conceptos generales

Eficiencia energética

La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. MEER, (2016) deduce que:

“La Eficiencia Energética se define como el aprovechamiento óptimo de la energía y ello no implica renunciar a la calidad de vida sino obtener los mismos bienes, servicios y realizar las mismas actividades sin desperdiciarla.”

Energías renovables.

Se consideran Energías Renovables aquellas energías cuyo uso es de forma ilimitada sin dañar el medio ambiente como es la energía solar, hidráulica, eólica geotermia entre otras. Según Castells (2012):

“La Energía Renovable se puede definir como aquella que no se consume recursos y además no contamina, es decir que se trata de una fuente de suministro que puede hacer de la energía un elemento sostenible”.

Energía solar.

La energía solar es una de las fuentes de energías limpias e inagotables que debe ser aprovechada de la mejor manera ya sea en forma de calor o fotovoltaica para el desarrollo del país Tous (2009) afirma que:

“La energía solar es la energía radiante producida en el sol como resultados de reacciones nucleares de fusión que llegan a la tierra a través del espacio. La energía solar es una energía renovable, gratuita e inagotable.”

Energía solar térmica

La radiación solar en la actualidad es aprovechada de diferentes maneras, se la utiliza tanto para generar electricidad (energía eléctrica), como para generar calor (energía térmica). Por esta razón este tipo de energía es considerada una de las más limpias e inagotables y todo el mundo está en capacidad de consumirla. Tous (2009) argumenta:

La energía solar térmica designa todas las tecnologías que, utilizando como fuente la radiación del sol, transforma su energía en calor para satisfacer directamente cualquier necesidad calorífica (calentamiento agua) o para producir electricidad o combustibles. Además, podrían incluirse las tecnologías que concentran la energía solar y otros conceptos como las centrales de torres y la energía térmica de los océanos.

Radiación solar.

La radiación solar es un flujo de energía emitida del sol que transfiere a la tierra en forma de luz y calor. De acuerdo con Castells (2012):

La radiación solar es el flujo de energía que llega del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta. Aproximadamente lamita de las frecuencias que se recibe están comprendidas entre $0,4 \mu\text{m}$ y $0,7 \mu\text{m}$ y pueden ser detectado por el ojo humano lo que se denomina como luz visible, de la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja (IR) del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta (UV).

Tipos de radiación solar

En función cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir los siguientes tipos de radiación.

➤ Radiación Directa

Es aquella que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección.

➤ Radiación Difusa

Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbidas por ellas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no solo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc.

➤ Radiación Reflejada

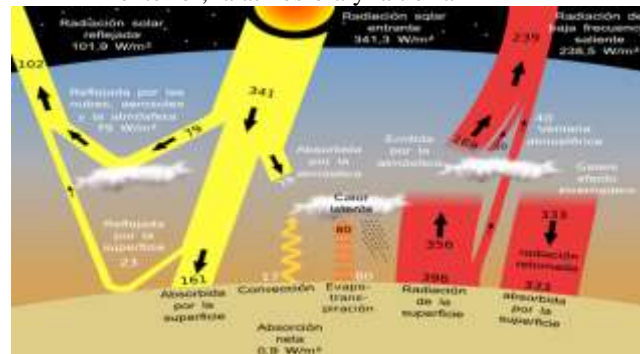
Es aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie también llamado albedo.

➤ Radiación Global

La radiación global es la suma de las tres radiaciones.

En la Figura 1 se puede apreciar “Flujos de energía en W/m² entre el espacio exterior, la atmósfera y la tierra.

Figura 1: Flujos de energía en W/m² entre el espacio exterior, la atmósfera y la tierra



Fuente: (Castells, 2012)

Movimientos de la tierra

Los principales movimientos de la tierra son en base a los ejes de rotación y traslación, por lo que varía en si los parámetros de radiación en base a la distancia que existe entre el sol y la Tierra. Loza (2013) deduce que:

La rotación y la traslación son los principales movimientos de la tierra. Ocasionalmente ocasionan procesos como la sucesión del día y la noche, así como las estaciones del año.

➤ **Movimiento de traslación**

Nuestro planeta gira en dirección de oeste a este, sobre el eje imaginario, llamado eje terrestre que está inclinado y lo atraviesa de polo a polo, este movimiento se desarrolla en 23 horas, 56 minutos y 41 segundos y provoca la alternancia de día y noche.

➤ **Movimiento de traslación**

Además de girar sobre sí mismo, nuestro planeta orbita alrededor del sol describiendo una trayectoria en forma de elipse. La tierra da una vuelta alrededor de nuestra estrella en aproximadamente 365 días y 6 horas. En cuatro años las 6 horas sobrantes suman 24 horas, lo que equivale a un día completo, el cual se agrega al mes de febrero. Por esta razón cada cuatro años hay un bisiesto, con 366 días.

En la Figura 2 se puede apreciar “Principales movimientos de la tierra”

Figura 2: Principales movimientos de la tierra



Fuente: (Loza, 2013)

➤ **Movimiento de traslación y estaciones del año**

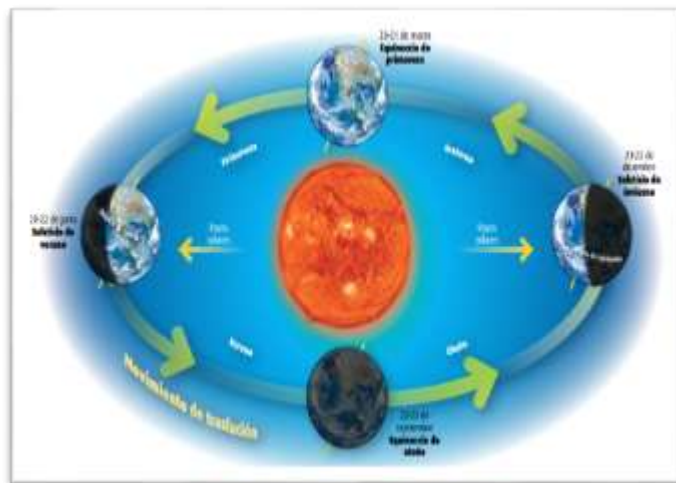
Debido a la inclinación del eje terrestre, al movimiento de traslación y a la forma de la Tierra, las diversas regiones de la superficie del planeta reciben la luz del Sol de manera desigual a lo largo del año, lo que da lugar a cuatro periodos que corresponden a las estaciones del año, en cada uno de ellos se presentan condiciones meteorológicas distintas que las caracterizan. El inicio y término de las estaciones se debe a la posición de la Tierra en su órbita alrededor del Sol: cuando los rayos solares caen en forma vertical sobre el ecuador, se produce un equinoccio (primavera y otoño); y cuando caen verticalmente sobre los trópicos de Cáncer y Capricornio, tiene lugar un solsticio (verano e invierno).

A causa de la forma elíptica de la órbita de nuestro planeta, la duración de las estaciones, así como su inicio, es variable y ocurre de manera inversa en cada hemisferio: en tanto en el hemisferio norte es primavera, en el sur es otoño; mientras que en el hemisferio norte es verano, en el sur es invierno, y así sucesivamente.

La luz del sol que recibe la tierra es de forma desigual, esto se debe a la posición de la tierra en su órbita, presentando condiciones meteorológicas distintas a lo largo del año.

En la Figura 3 se puede apreciar “Movimientos de traslación y estaciones del año”

Figura 3: Movimiento de traslación y estaciones del año



Fuente: (Loza, 2013)

➤ **Coordenadas geográficas**

Las coordenadas geográficas se establecen mediante el cruce de los paralelos y meridianos, con lo cual se permite establecer con exactitud la localización de un lugar. A cada punto sobre la superficie terrestre le corresponde una latitud, longitud y una altitud.

➤ **Latitud**

La latitud es la distancia (medida en grados, minutos y segundos) respecto al ecuador. Su valor va de 0° hasta 90°, norte y sur.

➤ **Longitud**

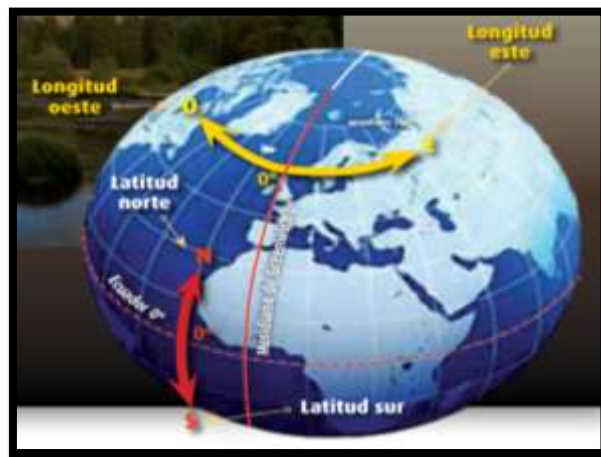
La longitud se mide respecto al meridiano de Greenwich, hacia el este y el oeste. Su valor va de 0° a 180° .

➤ **Altitud**

La altitud es la distancia vertical de cualquier punto de la superficie terrestre con respecto al nivel del mar, el cual es considerado el punto de referencia para medirla.

En la Figura 4 se puede apreciar “Coordenadas geográficas”

Figura 4: Coordenadas Geográficas



Fuente: (Loza, 2013)

Energía térmica

La energía térmica es aprovechada mediante paneles solares térmicos, elevando la temperatura de un líquido, y usarla de diferentes maneras ya sea para uso doméstico, calentar el agua de piscinas o uso industrial, la eficiencia del colector depende de los materiales que fueron construidos. Barrera (2013) añade que:

La energía termo-solar, consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos. Esta energía solar se encarga de calentar el agua u otro tipo de fluido a temperaturas que podrán oscilar entre 40° y 50° Celsius, con un rendimiento aceptable, y no debiendo superar los 80° Celsius, con un rendimiento menor.

Esta agua caliente se podrá usar posteriormente para cocinar o para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico (ACS), ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y a partir de ella, de energía eléctrica.

➤ **Colectores solares.**

Los colectores solares son uno de los sistemas más usados para el calentamiento de agua ya que este dispositivo capta casi toda la energía del sol convirtiéndola en energía térmica con poca pérdida de calor, gracias a sus materiales con las que están diseñadas.

Principio de funcionamiento

Gracias al efecto invernadero que se produce dentro del colector solar se puede generar energía en forma de calor para elevar la temperatura de un fluido. Folari (s/f) afirma que:

El principio de funcionamiento es sencillo, se basa en el aprovechamiento de la Energía Calórica que emiten los rayos solares. Durante un día despejado, es decir, sin nubosidad, los rayos solares penetran la atmósfera casi sin dificultad.

El colector posee en su interior una cubierta de color negro, con el fin de absorber la mayor cantidad de la energía emitida por el sol. Un ejemplo de esto es el hecho de que en verano utilizemos colores claros en nuestra vestimenta y en invierno el color es oscuros, ya que los colores oscuros retienen el calor.

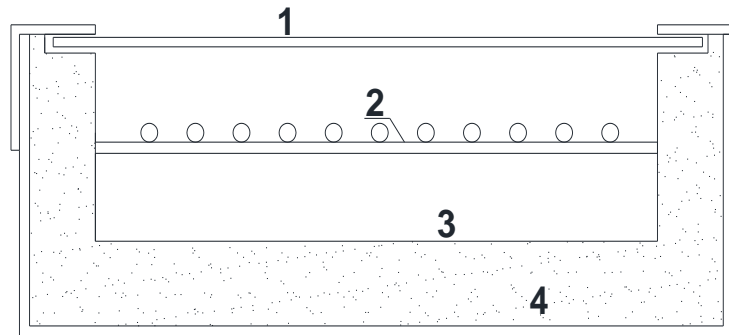
El cuerpo negro se calienta y cede el calor al agua y además debido al vidrio las radiaciones quedan atrapadas dentro del colector produciendo un calentamiento por efecto invernadero.

➤ **Estructura Física del Colector Solar Térmico**

Como se ve en la Figura 5, el colector de placa plana está constituido por cuatro elementos principales: Una cubierta transparente (1), el absorbedor (2), Aislamiento (3) y la carcasa (4).

En la Figura 5 se puede apreciar “Esquema de un colector solar de placa plana”

Figura 5: Esquema de un Colector Solar de Placa Plana



Fuente: (Vásquez, 2010)

1.- Cubierta

A fin de disminuir las pérdidas por convección, el absorbedor se cubre con una cubierta traslúcida. De esta manera el aire contenido entre la cubierta y el absorbedor, se calienta como consecuencia de la radiación electromagnética atrapada entre las superficies, lo que se denomina efecto invernadero.

2.- Absorbedor

El absorbedor es una placa metálica sobre la cual están soldados los tubos por los que circula el fluido calo portador. La relación entre la energía absorbida y la energía incidente sobre un material determinado define el coeficiente de absorción del material y se denomina absorptancia (α). También se puede definir la emisividad (ϵ) como la relación entre la energía emitida por una superficie y la radiación emitida si fuera un cuerpo negro. Ambos coeficientes adimensionales tienen valores entre 0 y 1.

3.- Aislamiento

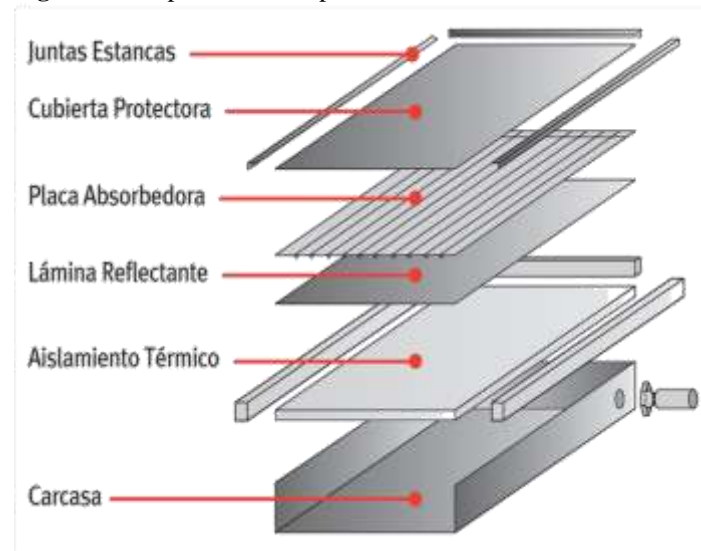
Las pérdidas posteriores son todas las que no tienen lugar a través de la cara delantera, es decir, aquellas que se producen por los lados y las ocasionadas por puentes térmicos.

4.- Carcasa

La carcasa protege y soporta los diversos elementos que constituyen el colector y actúa de enlace con el conjunto del sitio sobre el cual se sitúa el colector, a través de los bastidores y elementos de anclaje. La figura 6 muestra un modelo en conjunto del colector

En la Figura 6 se puede apreciar “Despiece de un típico colector de placa plana”

Figura 6: Despiece de un Típico Colector de Placa Plana



Fuente: (Vásquez, 2010)

Conducción de calor

Siempre que existe un gradiente de temperaturas en un sistema o siempre que dos cuerpos con diferentes temperaturas se ponen en contacto, se transfiere energía. (Kahan, 2002) asegura que:

Siempre que existe un gradiente de temperaturas en un medio sólido, el calor fluirá desde la región con mayor temperatura a la región con menor temperatura. La Ley de Fourier indica que potencia calorífica que se transfiere por conducción (q_k) es proporcional al gradiente de temperatura y el área a través de la cual se transfiere el calor.

$$q_k = -k A \frac{T_2 - T_1}{L} \quad \text{Ec. [1]}$$

Donde:

q_k = Conducción térmica (W)

k = conductividad térmica (W/mK)

A = Área del colector (m^2)

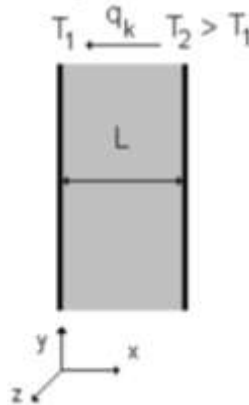
$T_2 - T_1$ = Diferencia de temperatura (K)

L = Espesor (mm)

Siempre que la conductividad térmica k sea constante a lo ancho del material, el signo negativo indica que cuando la temperatura aumenta con la posición, el calor fluye hacia regiones de menor temperatura.

Como se muestra en la Figura 7 paredes paralelas al plano.

Figura 7: Paredes paralelas al plano



Fuente: (Kahan, 2002)

La Figura 7 muestra esta situación en un sistema donde las paredes paralelas al plano (y, z), separadas una distancia L , se encuentran a temperaturas T_1 y $T_2 > T_1$ conocidas. El calor fluirá en la dirección x (porque no existe gradiente de en las otras direcciones)

Polietileno

El Polietileno es un termoplástico barato, fácil de obtener, procesar y con muy buenas propiedades físicas, químicas y mecánicas eléctricas, térmicas. (Girón, 2005) menciona que:

El Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Es un material parcialmente cristalino y parcialmente amorfo, de color blanquecino y translucido. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización.

Propiedades térmicas

Las propiedades térmicas de los polímeros dependen en mayor grado de su estructura de lo que dependen las propiedades mecánicas. El comportamiento es distinto si se trata de un polímero amorfo, cristalino o semicristalino.

Tabla 3: Propiedades térmicas

Propiedades	Unidades	Valor
Calor específico	KJ.Kg ⁻¹ .K ⁻¹	1.9
Conductividad térmica	a 23°C (Wm ⁻¹ K ⁻¹)	0.45-0.52
Dilatación térmica	x10 ⁻⁶ K ⁻¹	100-200
Temperatura máxima de utilización	°C	55-120
Temperatura de deflexión en caliente – 0,45Mpa	°C	75

Fuente: (Girón, 2005)

Rendimiento de los colectores solares térmicos

El parámetro que define a un captador es el rendimiento (η) a éste se define como el cociente entre la energía absorbida (Q) y la energía que incide sobre él ($G \cdot A$). (INEN, 2009)

$$n = \frac{Q}{G \cdot A} \leq 1 (\text{ó } 100\%) \quad \text{Ec. [2]}$$

Donde:

G: Irradiancia solar global en el plano del captador. (W/m^2)

A: Área del captador. (m^2)

Q: calculado como $Q = \dot{m} * C_p * (T_{salida} - T_{entrada})$

\dot{m} - Caudal de fluido a través del captador. (Kg/s)

Cp - Calor específico del fluido. ($J/K * Kg$)

T. entrada - Temperatura de entrada al captador. (K)

T. salida - Temperatura de salida del captador. (K)

La energía disponible para el calentamiento del agua será mayor cuanto mejor sea la calidad del captador.

Diseño de la batería de colectores

El incremento de la temperatura y la eficiencia también dependerá del tipo de conexión al que está trabajando. Escribano (2013) deduce que:

En un sistema de captación grande, los colectores solares no se utilizan, normalmente, de manera individual sino integrados en baterías o bancos de 2 ó más colectores, que pasa a ser la unidad básica para definir el sistema de captación de una gran instalación.

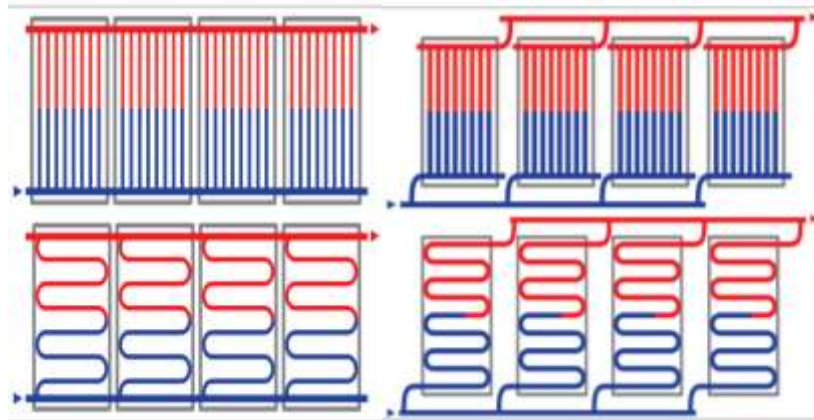
La batería es un conjunto de colectores que, montados sobre una misma estructura, se comportan como un único colector cuya área de captación es la suma de la de todos los colectores que la componen y con un rendimiento equivalente calculado por la composición de los rendimientos de cada colector en función del tipo de conexionado y del caudal de diseño. Esta transformación a rendimiento equivalente normalmente viene implantada internamente en los métodos de cálculo. Las conexiones de las baterías con el exterior deben garantizar el equilibrado hidráulico. Los colectores de una misma batería podrán estar conectados entre sí en paralelo, en serie o en forma mixta combinando ambos tipos de conexiones.

Conexión de colectores en paralelo

La característica principal de la conexión en paralelo de los colectores es que el caudal total de la batería se reparte entre los distintos colectores y lo más importante es que el reparto de flujo sea idéntico para que todos los colectores trabajen con el mismo caudal y la temperatura de salida será la misma. Aunque la conexión de colectores en paralelo se puede realizar con un trazado de cañerías exterior, normalmente éstos disponen de distribuidores con 4 conexiones exteriores que se utilizan como cañerías de reparto del flujo por todos los absorbedores.

En la Figura 8 se puede apreciar “conexión de colectores en una batería en paralelo interno”

Figura 8: Conexión de colectores en una batería en paralelo interno



Fuente: (Escribano, 2013)

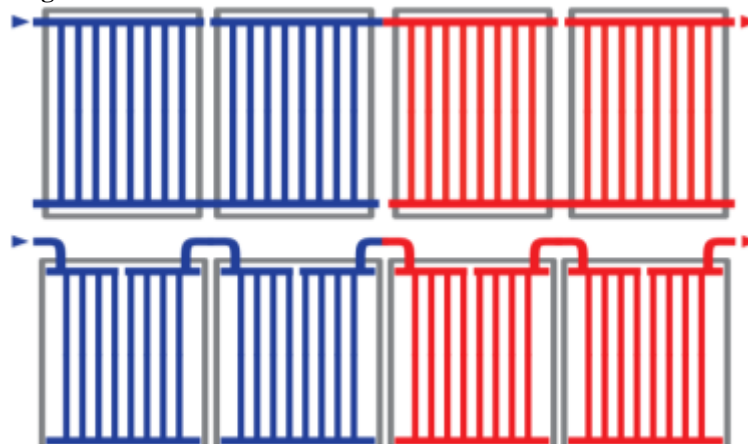
Conexión de colectores en serie

La característica principal de la conexión en serie de los colectores en una batería, es que el fluido recorre todos los colectores conectados de la serie, de forma que el flujo total es el que recorre cada colector. Sin embargo entre más colectores en serie, el fluido recorre más distancia y por ende cada vez son mayores las pérdidas de carga.

Un factor importante a considerar es que el rendimiento de los colectores de la serie va disminuyendo ya que cada vez el fluido de trabajo entra a mayor temperatura.

En la Figura 9 se puede apreciar “Conexión de colectores en una batería en serie interno”

Figura 9: Conexión de colectores en una batería en serie interno



Fuente: (Escribano, 2013)

Calentamiento de agua en la piscina

El calentamiento de agua de piscina mediante colectores solares térmicos es muy ventajoso, especialmente si asociada con la instalación combinada, porque permite el incremento a una temperatura de confort para los bañistas. Cózar (2006) describe que:

El calentamiento de agua para piscinas constituye otra aplicación interesante de la energía solar, tanto si se trata de instalaciones cubiertas como a la intemperie. Éstas últimas merecen especial atención al existir en gran número y al conseguir resultados más que satisfactorios con sistemas sencillos y baratos.

De hecho, resulta bastante económico lograr una temperatura estable y placentera en piscinas al aire libre. En primer lugar porque, al circular el agua de la piscina directamente por los captadores solares, no es necesario utilizar ningún tipo de intercambiador de calor ni de sistema de acumulación. Y en segundo lugar, porque la temperatura de trabajo suele ser tan baja (en torno a los 30 °C) que permite prescindir de cubiertas, carcassas o cualquier otro tipo de material aislante. De esta manera, se consigue reducir el precio del captador sin excesivo perjuicio en su rendimiento.

La utilización de la energía solar para climatizar piscinas cubiertas también es otra opción interesante. Estos sistemas son algo más complejos que los empleados en piscinas al aire libre, pero al mismo tiempo perfectamente compatible con otras aplicaciones de aprovechamiento solar. Lo habitual en estos casos es que se empleen captadores de placa plana con un sistema formado por un doble circuito e intercambiadores combinables con la producción de agua caliente sanitaria y la calefacción.

Las piscinas cubiertas deben contar con una fuente energética de apoyo, a la vez que será recomendable planificar su operación, debido a los largos periodos que se requieren para calentar la totalidad del agua con el sistema solar.

Calor Específico

La cantidad de energía en forma de calor que se requiere para cambiar la temperatura de una determinada masa de materia, no es la misma para todos los materiales. (Yunes & Michael, 2012) menciona que:

El calor específico se define como la energía requerida para elevar en un grado la temperatura en una masa unitaria en cierta sustancia.

La unidad métrica para los calores específicos es KJ/Kg°C o KJ/KgK y J/g°C. Observe que ambas unidades son idénticas dado que ΔT (°C)= ΔT (K), y un cambio de 1°C en la temperatura es equivalente a un cambio de 1K.

El calor específico, “*c*,” de una sustancia se define como:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad \text{Ec. [3]}$$

Donde:

c: el calor específico. (J/Kg*K)

Q: la cantidad de calor. (J)

m: la masa. (Kg)

ΔT : la variación de temperatura. (K)

A partir de esta definición se puede expresar el calor transferido entre un sistema de masa, *m*, y su entorno, para un cambio de temperatura ΔT , como:

$$Q = m * c * \Delta T \quad \text{Ec. [4]}$$

Esta ecuación permite calcular la cantidad de calor *Q* requerida para producir la modificación de la temperatura de una masa *m* de sustancia de calor específico *c* en una cantidad ΔT , siempre que no haya cambio de fase.

Tabla 4: Calor específico del agua

CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA					
TEMP.	CALOR	TEMP.	CALOR	TEMP.	CALOR
°C	ESPECÍFICO	°C	ESPECÍFICO	°C	ESPECÍFICO
	$(\frac{J}{KgK})$		$(\frac{J}{KgK})$		$(\frac{J}{KgK})$
0	4217	34	4178	68	4189
1	4213	35	4178	69	4189
2	4210	36	4178	70	4190
3	4207	37	4178	71	4190
4	4205	38	4178	72	4191
5	4202	39	4179	73	4192
6	4200	40	4179	74	4192
7	4198	41	4179	75	4193
8	4196	42	4179	76	4194
9	4194	43	4179	77	4194
10	4192	44	4179	78	4195
11	4191	45	4180	79	4196
12	4189	46	4180	80	4196
13	4188	47	4180	81	4197
14	4187	48	4180	82	4198
15	4186	49	4181	83	4199
16	4185	50	4181	84	4200
17	4184	51	4181	85	4200
18	4183	52	4182	86	4201
19	4182	53	4182	87	4202
20	4182	54	4182	88	4203
21	4181	55	4183	89	4204
22	4181	56	4183	90	4205
23	4180	57	4183	91	4206
24	4180	58	4184	92	4207
25	4180	59	4184	93	4208
26	4179	60	4185	94	4209
27	4179	61	4185	95	4210
28	4179	62	4186	96	4211
29	4179	63	4186	97	4212
30	4178	64	4187	98	4213
31	4178	65	4187	99	4214
32	4178	66	4188	100	4216
33	4178	67	4188		

Fuente: http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/qui/caloresph2o.pdf

Volumen de agua en la piscina.

Para poder calcular el volumen total de la piscina se procede a descomponer en dos partes para tener un ortoedro y un triángulo rectángulo. Según (Arce, Blásquez, Ortega, & Pecharromán, 2017) menciona que.

“Un ortoedro es un paralelepípedo en el que todas sus caras son rectángulos y un triángulo rectángulo tiene un ángulo recto.”

Mediante las ecuaciones se calcula los volúmenes de un paralelepípedo y la del triángulo rectángulo para obtener el Volumen total de la piscina.

$$V1_{Ortoedro} = a * b * c \quad \text{Ec. [5]}$$

$$V2_{Triángulo} = \frac{a*c*b}{2} \quad \text{Ec. [6]}$$

$$V_{TOTAL} = V1_{Ortoedro} + V2_{Triángulo} \quad \text{Ec. [7]}$$

Carga térmica para calentamiento de piscinas

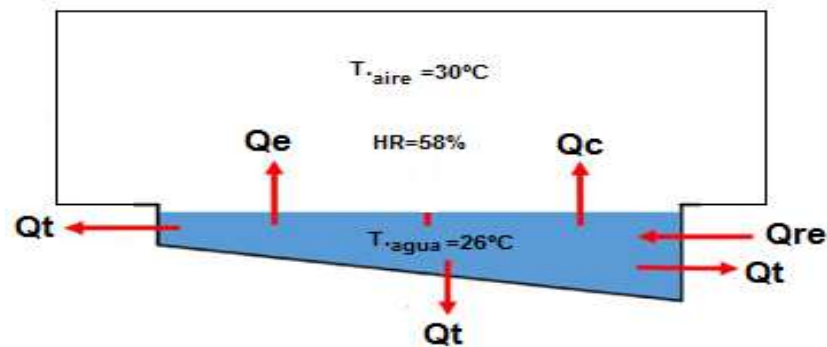
Para conocer las necesidades de calentamiento de la piscina y mantener una temperatura confort debemos conocer las pérdidas de calor en el agua del vaso de la piscina. (Gracia & Sancho, 2016) afirman que:

Al igual que ocurre en el caso de la determinación de las cargas de calefacción de la demanda para el calentamiento de piscina de forma precisa requiere de una metodología laboriosa que puede encontrarse detallada en muchos libros de climatización y acondicionamiento del aire. De forma simplificada se indican aquí los cálculos básicos para determinar la energía demandada para el mantenimiento de la temperatura del vaso de la piscina.

Según la Instrucción Técnica Complementaria (ITE) el cálculo de la potencia térmica necesaria a régimen para calentar el agua de la piscina se efectuará teniendo en cuenta las siguientes pérdidas.

- Pérdida por evaporación de agua del vaso (Q_e)
- Pérdida por convección entre agua y aire (Q_c)
- Pérdida por renovación del agua del vaso (Q_{re})
- Pérdida por transmisión de calor del agua del vaso (Q_t)

Figura 10: Pérdidas de calor en la piscina



Elaborado: Grupo investigación

Las mencionadas pérdidas dependen de varios factores, cuyo conocimiento es fundamental para proceder: temperatura del agua de la piscina, temperatura y humedad del aire ambiente, ocupación de la piscina y características contractivas del vaso, en lo que sigue se analizan cada uno de estos tipos de pérdidas

Pérdidas por evaporación

En todas las superficies de contacto aire-agua ocurre este fenómeno independiente de la temperatura existente. Existirá una mayor o menor evaporación dependiendo de la sequedad y temperatura de la atmósfera, siendo muy importante la exposición al viento de la piscina ya que suele ser el factor que más afecta a la evaporación. En el proceso de evaporación del agua del vaso de la piscina, se absorbe calor por que se produce un enfriamiento del resto del agua que no se evapora, es decir, disminuye la temperatura del agua del vaso. Por lo tanto, cuanto mayor sea la evaporación mayor será el enfriamiento del agua del vaso y mayor será la necesidad energética para mantener la temperatura de la misma.

Uno de los factores más importantes es la evaporación en la lámina de agua es la ocupación de la piscina, especialmente del número de bañistas, ya que la mayor interacción entre agua y aire en flujo turbulento que se crea como consecuencia del pachoteo favorece la evaporación.

Existen dos factores más que suponen un aporte de humedad extra al ambiente y como tales hay que tener en cuenta a la hora de calcular el incremento de humedad absoluta. Estos factores son la carga latente (considerada en cualquier cálculo de climatización) de los propios bañistas y la del público en general. Y por último, el aire exterior de ventilación, que en algunos casos puede tener más humedad absoluta que el aire ambiente interior.

Existen numerosas fórmulas para calcular la cantidad de agua evaporada en estas instalaciones y los resultados pueden ser dispares, pero es muy importante tener en cuenta que la hipótesis de cálculo, como puede ser en número y el tipo de bañistas, son aún más significativas en cuanto a los resultados obtenidos que la fórmula escogida para realizar dichos cálculos.

Para calcular las pérdidas por evaporación Q_e (W/m²) basta multiplicar la cantidad de agua evaporada M_e (Kg/s/m²) por el calor latente de vaporización del agua C_v (2440 J/Kg a 26°C).

$$Q_e = M_e * C_v \quad \text{Ec. [8]}$$

Para determinar la cantidad de agua evaporada es posible utilizar la ecuación de Beiner donde tiene en cuenta la suma de dos factores: evaporación asociada a la piscina sin agitación (coeficiente 16) y la evaporación asociada a la agitación de los ocupantes (coeficiente 133). El término relativo a los espectadores (0,1*N) puede no aparecer en algunos cálculos, pues no es determinante en el resultado final.

$$M_e = S * [(16 + 133 * n) * (W_e - G_a * W_{as})] + 0,1 * N \quad \text{Ec. [9]}$$

Donde:

M_e = Flujo másico de agua evaporada (Kg/h)

S = superficie de la lámina de agua de la piscina (m²)

W_e = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua de la piscina (Kg_{as}/Kg_a)

W_{as} =humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire ambiente interior (Kg_{as}/Kg_a)

G_a = grado de saturación o humedad relativa

n = número de nadadores por m² de superficie de lámina de agua

N = número de ocupantes (espectadores)

Tabla 5: Humedad absoluta de aire saturado

T °C	Humedad Absoluta: W(Kg _{ag} /Kg _a)
20	0,0147
21	0,0155
22	0,0165
23	0,0177
24	0,0187
25	0,0200
26	0,0213
27	0,0225
28	0,0240
29	0,0255
30	0,0270

Fuente: Gracia & Sancho

Pérdidas por convección

Las pérdidas por convección en el caso de piscinas cubiertas son prácticamente despreciables, y la explicación es porque al aplicar la fórmula que nos permite calcular estas pérdidas su valor resultante es muy pequeña, debido a que la diferencia de temperatura con la cual se trabaja en las piscinas climatizadas es muy pequeña con una constante de 0,6246. Para calcular las pérdidas por convección utilizamos la fórmula que se detalla a continuación.

$$Q_{conv} = S_{vas} * 0,6246 * (T_{ag} - T_a)^{4/3} \quad \text{Ec. [10]}$$

Donde:

T_{ag} : Temperatura del vaso de agua (°C)

T_a : Temperatura del aire (°C)

S_{vas} : Superficie del vaso de la piscina (m²)

Pérdidas por transmisión

Estas pérdidas dependerán de las características constructivas de la piscina y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado. En nuestro caso la piscina está construida a base de hormigón armado, las pérdidas por transmisión Q_t , en W se calcula mediante la fórmula.

$$Q_t = K_t * S * (T_{ag} - T_{ex}) \quad \text{Ec. [11]}$$

Donde

Kt = Coeficiente de transmisión de hormigón armado ($1.63\text{W}/\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C}$)

S_c = Superficie de cerramiento del vaso (m^2)

T_{ag} =Temperatura del agua de la piscina ($^\circ\text{C}$)

T_{ex} =Temperatura exterior al cerramiento ($^\circ\text{C}$)

Pérdidas por renovación del agua del vaso

En una piscina cubierta existen pérdidas continua de agua, desde la evaporada, hasta los propios bañistas sacan del vaso agua, o la gastada en limpiezas de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 5% del volumen total (V) del vaso que obligatoriamente, por normativa, debido a razones higiénicas sanitarias, debe reponerse diariamente. Esta renovación conlleva que las pérdidas de calor por este concepto sean importantes; dependen de la temperatura del agua de la red (T_{red}) y la temperatura del agua de la piscina (T_{ag}) que se pretenda alcanzar. Estas pérdidas se pueden calcular utilizando la siguiente formula.

$$Q_{ren} = V_{ren} * \rho_{ag} * C_e * (T_{ag} - T_{red}) \quad \text{Ec. [12]}$$

Donde:

V_{ren} : Volumen de renovación, 5% del volumen total V m^3

ρ : Densidad del agua: $1000\text{ kg}/\text{m}^3$

C_e : calor específico del agua: $1,16\text{ Wh}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$

T_{ag} : temperatura agua piscina: $^\circ\text{C}$

T_{red} : temperatura mínima del agua de red: $^\circ\text{C}$

Poder calorífico del gas licuado de petróleo (GLP)

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible fósil altamente contaminante, costoso y peligroso para quien lo utilice, el calentamiento de agua de la piscina del balneario se consume en su totalidad 10 cilindros de 15 kg al 100%. (Mosconi, 2016) afirma que:

El Gas Licuado de Petróleo es un producto compuesto por Propano (C_3H_8), Butano (C_4H_{10}), o una mezcla de ambos. Se obtiene del proceso de refinación del petróleo y de Plantas Recuperadoras de Gas Natural.

El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.

- Butano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 10.938Kcal/Kg (45765KJ/Kg) y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 11.867Kcal/Kg (49652KJ/Kg)
- Propano comercial, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es: 11.082 Kcal/Kg (46367 KJ/Kg) y el poder calorífico superior (P.C.S.) es: 12.052 Kcal/Kg (50426 KJ/Kg).
- GLP, el poder calorífico inferior (P.C.I.) es 10.990 Kcal/Kg (45894 KJ/Kg)

$$\text{Consumo de GLP} = \frac{Q}{P.C.glp} \quad \text{Ec. [13]}$$

Donde:

Q = Cantidad de calor

P.Cglp = poder calorífico gas licuado de petróleo (GLP)

Equipos

Piranómetro.

El piranómetro es un instrumento que ayudará medir la radiación solar en el lugar donde se realizara el proyecto de investigación para obtener un valor promedio por día ya sea en W/m² o a su vez en BTU y así efectuar los respectivos cálculos. Rufes (2010) afirma que:

Se emplea para medir la Irradiancia total, directa y difusa. Los más habituales se basan en tecnologías termoeléctricas. El piranómetro de Kipp y Konen está constituido por una pila termoeléctrica contenida en un alojamiento con dos semiesferas de cristal. La pila termoeléctrica está constituida por una serie de termopares colocados horizontalmente, cuyos extremos están soldados con unas barras de cobre verticales soldadas a una placa de latón maciza. El conjunto está pintado con un barniz negro para absorber la radiación.

El flujo de calor originado por la radiación se transmite a la termopila, generándose una tensión eléctrica proporcional a la diferencia de temperatura entre los metales de los termopares. Para medir la radiación difusa es necesario tapar el sensor de radiación directa mediante una pantalla parasol, midiendo entonces la Irradiancia solar difusa (piranómetro de difusa).

PLC

Un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. Según el concepto de Moreno (2016),

Un controlador Lógico Programable resuelve tareas de instalación doméstico así como la construcción de tableros eléctricos, máquinas y aparatos, asimismo, se puede utilizar para controles especiales en invernaderos, para el pre procesamiento de señales en controles y para la automatización de procesos.

Electroválvula

La electroválvula es un dispositivo destinado a abrir o cerrar el paso de un fluido siempre y cuando sea activado por una señal eléctrica, es necesario tener en cuenta una serie de parámetros en el momento de elegir la electroválvula a instalar, como son la presión, la pérdida de carga, la temperatura, los diámetros de paso y de conexión y el tipo de fluido que en nuestro caso es agua. CEME (2016) afirma que:

Una electroválvula es la combinación de dos partes fundamentales, un solenoide (bobina) y un cuerpo de válvula con 2 o 3 vías que sirve para abrir o cerrar el paso de un fluido a través de una señal eléctrica.

➤ **Clasificación**

Las características de cada electroválvula se detallan en el apartado correspondiente y se clasifican según el número de vías, situación de reposo y de funcionamiento. Las vías son los puntos de conexión entre la electroválvula y la instalación.

1) 2 vías una entrada y una salida.

2) 3 vías quiere decir una entrada, una salida y una vía de descarga que también puede ser utilizada, con otras combinaciones, para tener una derivación o una mezcla de más fluidos. La posición es la característica que se refiere al tipo de caudal, si es fijo o regulable. Toda la producción de CEME se basa en la versión de 2 posiciones ON/OFF, abierto/cerrado.

Situación de reposo. Se ha de verificar si la electroválvula permanecerá mucho tiempo abierta (con circulación de fluido); en este caso se denomina N.A. normalmente abierta en posición de reposo. Al aplicarle tensión a la bobina de esta electroválvula esta se cierra. Si la electroválvula permanece mucho tiempo cerrada (sin circulación de fluido) se denomina N.C. normalmente cerrada en posición de reposo. Al aplicarle tensión a la bobina de una electroválvula en reposo N.C. se abre.

Principio de Funcionamiento

Según el valor de la presión que debe ser interceptada, igual o mayor a 0 bar, existen dos grandes familias de electroválvulas, de acción directa y servo-comandada o de funcionamiento por diferencial de presión.

Acción directa significa que la interceptación del fluido en las operaciones de apertura o cierre se realiza a través de una junta montada directamente sobre el núcleo magnético que acciona la bobina. La presión de funcionamiento está directamente unida al diámetro de paso de la electroválvula y a la potencia de la bobina. La presión mínima de funcionamiento es igual a 0 bar.

Acción servo-comandada o de funcionamiento por diferencia de presión significa que la electroválvula dispone de un orificio piloto y un conducto principal para la circulación del fluido. En este tipo de electroválvulas, la fuerza necesaria para el accionamiento la genera la presión del fluido que circula por la misma y no depende, por tanto, de la potencia de la

bobina. Por este motivo las electroválvulas de acción servo-comandada pueden funcionar a presiones relativamente altas con diámetros de paso interiores superiores a las electroválvulas de acción directa.

Sensor PT100

Es un sensor de temperatura resistivo utiliza el efecto que produce la temperatura al conducir electrones para el medio y se produce un aumento en la resistencia eléctrica. Según (SRC, 2014) expresa que:

La PT100 es un sensor de temperatura que a 0 °C tiene 100 ohms y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Este sensor PT100 es el corazón sensible a la temperatura de cualquier termómetro de resistencia. Aparte de la forma de montaje, son sus características las que básicamente determinan las propiedades técnicas de medida del sensor.

El incremento de la resistencia de la PT100 no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

Normalmente las sondas PT100 industriales se fabrican encapsuladas en la misma forma que los termopares, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina). En un extremo está el elemento sensible (Sensor RTD) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal)

1.- Construcción y funcionamiento

Dependiendo de la forma de construcción, la parte bobinada de las PT100 en forma de hilo o cinta de platino, sensible a la temperatura, va encapsulada en un cuerpo cerámico o de vidrio, o bien se encuentra como fina capa sobre una plaquita cerámica. Los terminales del elemento de medida están unidos a la parte resistiva activa de forma que resistan a las vibraciones. En el caso de las PT100 múltiples, las bobinas respectivas se identifican por el diferente largo de los pares de terminales. El principio activo de las PT100 es la modificación de su resistencia eléctrica, que varía según la temperatura a la que son sometidas. Como

elemento extendido, la PT100 recoge el valor medio de la temperatura existente a toda su longitud.

2.- Normas

Todas las PT100 de platino suministradas y montadas por SRC cumplen con los valores básicos y las desviaciones admitidas de la norma DIN IEC 751. Los valores DIN rigen para un valor nominal de 100 Ohms.

La estabilidad de temperatura de la PT100 con respecto a sus valores medidos asimismo cumple o excede las exigencias DIN IEC

3.- Tipos y montajes

Para obtener una medida de temperatura segura con PT100 de platino, es necesario que sus características mecánicas y técnicas de medida (Tamaño, forma, resistencia a vibraciones, rango de temperatura, tiempo de respuesta, resistencia al aislamiento, etc.) sean las adecuadas para la clase de medida y las condiciones del lugar de aplicación.

Los modelos más estándar están formados por un tubo de protección metálico en inoxidable, en el cual se coloca el sensor PT100 y tiene una salida mediante cable, conector o cabezal. Aparte del rango de temperatura del PT100, el montaje determinara el rango de temperatura de la sonda PT100.

Aparte de la necesidad de seleccionar el modelo de PT100 adecuado, es de especial importancia el montaje en el lugar donde se quiera medir. Ello requiere un alto grado de conocimiento, por lo que les aconsejamos el asesoramiento de nuestro técnico en aplicaciones.

4.- Ventajas

Los PT100 siendo levemente más costosos y mecánicamente no tan rígidos como los termopares, los superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas. (-100 a 200 °). Los sensores PT100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la PT100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso.

Este comportamiento es una gran ventaja en todo tipo de dispositivos donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave. Además la PT100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión. Dependerá del tipo de conexión para minimizar las pérdidas de señal, a continuación se los mostramos.

Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de actividades, hay mantenimiento correctivo y preventivo que deben realizarse a instalaciones o equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. Masip (s/f) señala que:

El mantenimiento es el conjunto de acciones y/o intervenciones que se llevan a cabo en un equipo de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad. La seguridad de un puesto de trabajo y el mantenimiento que se lleve a cabo en los equipos de trabajo que lo componen están directamente relacionados. En función del alcance de los puntos comprobados, de la frecuencia con que se realiza el mantenimiento o de si se efectúa por avería o por revisión preventiva habrá más o menos posibilidades de que se produzca un accidente.

El mantenimiento, además, no se tiene que limitar sólo a hacer intervenciones de conservación, sino que también tiene que participar en la mejora continua de los procesos productivos, teniendo en cuenta siempre la evolución de la tecnología. Esta publicación se dirige a todas las empresas que lleven a cabo actividades productivas, independientemente del tipo de sociedad, dimensión y sector.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en localizar averías o defectos para luego corregirlos o repararlos.(Garrido, 2009) agrega que:

“Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.”

El mantenimiento correctivo como base del mantenimiento tiene algunas ventajas indudables:

- No genera gastos fijos
- No es necesario programar ni prever ninguna actividad
- Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo
- A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico
- Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos

➤ **Descripción del procedimiento.**

Para el mantenimiento correctivo que se ejecutó a los colectores solares térmicos se procedió a seguir la siguiente secuencia de etapas.

- a) -Toma de datos.
- b) -Desmontaje de los colectores solares térmicos.
- c) -Verificación de piezas.
- d) -Cambio de piezas deterioradas.
- e) -Limpieza de los ducto de cobre.
- f) -Recubrimiento de los ductos.
- g) -Ensamblaje de los colectores solares térmicos.
- h) -Montaje de los colectores solares térmicos.
- i) -Colocación de los vidrios.
- j) -Verificación del sistema.
- k) -Toma de datos y comparación.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Con la realización de actividades de mantenimiento correctivo y la implementación de un equipo de automatización del sistema híbrido se incrementará la eficiencia del proceso de calentamiento de agua en la piscina del balneario “Señor del Árbol”

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Ejecución de las secuencias de etapas.

EPP: Equipo de protección personal

Tabla 6: Ejecución de las etapas de mantenimiento

SECUENCIAS DE ETAPAS	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS MATERIALES	RESPONSABLES
Toma de datos.	Se procede a tomar datos de radiación solar en la zona, temperatura del agua a la salida de los colectores, cálculo de rendimiento colectores instalados.	- Piranómetro - Termómetro digital - Materiales para recopilación de dato	Grupo de investigación
Desmontaje de los colectores solares térmicos.	Posterior, con los datos obtenidos se verifica que no trabajan con un rendimiento adecuado, pasando a cerrar las válvulas de agua y desmontaje total de los colectores	- Llave de tubo - Llave de pico - Andamios - Cabos - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Verificación de piezas.	Se procede a revisar las piezas deterioradas y la causa de su ineficiencia.	- EPP	Grupo de investigación
Cambio de piezas deterioradas.	Pasando al retiro y cambio de las piezas deterioradas	- Taladro - Destornilladores - Alicates - Estilete - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Limpieza de los ducto de cobre.	Se procede a retirar las impurezas producido por el agua con el limpiador de metales especial cobre-latón 250ml	- Limpiador cobre-latón 250ml - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Recubrimiento de los ductos.	Se recubre los ductos con pintura esmalte color negro para captar más la radiación solar.	- Compresor - Lijas - Pintura esmalte - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Ensamblaje de los colectores solares térmicos.	Luego de recubrir los ductos de cobre procedemos a ensamblar los colectores	- Taladro - Amoladora - Alicates - Estilete - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Montaje de los colectores solares térmicos.	Ensamblados los colectores se procede a instalar en su lugar de trabajo.	- Llave de tubo - Llave de pico - Módulos - Cabos	Grupo de investigación Personal técnico

			- Pasta selladora y teflón - EPP	
Colocación de los vidrios.	los	Instalados los colectores se procede a ubicar los vidrios sobre los colectores.	- Silicona - Andamios - EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Verificación del sistema.	del	Posterior se verifica que no exista fugas de agua	- EPP	Grupo de investigación Personal técnico
Toma de datos y comparación.	y	Finalmente se toma datos, se verifica la temperatura y su eficiencia para después comparar con los datos obtenidos antes del mantenimiento y la automatización	- Piranómetro -Termómetro digital -Materiales para recopilación de dato	Grupo de investigación

Elaborado: Grupo de Investigación

Método

En el presente proyecto de investigación se ha utilizado el método científico experimental, el cual permite tomar datos de radiación solar incidente en el lugar, medición de temperatura del agua en la piscina, eficiencia de trabajo de los colectores, consumo de gas licuado de petróleo (GLP), para relacionarlas entre ellas, en base a datos estadísticos, también se utiliza la modalidad de investigación bibliográfica – documental, ya que se utiliza consultas de revistas, libros y temas relacionados con el proyecto de documentación existente: especificaciones técnicas, datos de radiación solar, antecedentes del sistema de colectores solares y compararlo con otros sistemas existentes ya usados actualmente para obtener un sistema eficiente.

Técnica

La técnica que se utilizo es la observación científica, con la se puede obtener información de radiación solar incidente del lugar, temperatura del agua en la piscina, consumo de (GLP) para su posterior aplicación en cálculos de eficiencia energética y consumo de (GLP) antes y después de realizar el mantenimiento correctivo y la automatización del sistema hibrido.

Instrumentos

Los instrumentos de medición utilizados son: Piranómetro, termómetro digital, multímetro, cuaderno para recolectar datos, computadora para archivar datos.

Cálculo de espesor aislante

Mediante la Ecuación 1 descrita en el pág. 17 se puede calcular el espesor del aislante térmico adecuado para los colectores solares.

Datos:

$$q_k = 2020,86 \text{ (W)}$$

$$k = 0.45 \text{ (W/mK)}$$

$$A = 2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$T_2 - T_1 = (70 - 20) \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Conversión grados °C a grados K

$$K = ^\circ\text{C} + 273,15$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} + 273,15 = 293,15\text{K}$$

$$T_2 = 70^\circ\text{C} + 273,15 = 343,15\text{K}$$

$$q_k = k A \frac{T_2 - T_1}{L}$$

Despejando L

$$L = k A \frac{T_2 - T_1}{q_k}$$

$$L = 0.45 \text{ (W/mK)} \cdot 2 \text{ (m}^2\text{)} \frac{(343,15 - 293,15)\text{K}}{2020,86 \text{ (W)}}$$

$$L = 0.022\text{m} = 22\text{mm}$$

Cálculo de volumen de agua en la piscina.

Mediante la, Ecuación 5, 6, 7 descrita en la pág. 25 se calcula el volumen de un paralelepípedo y la del triángulo rectángulo para obtener el Volumen total de la piscina.

$$V_{1\text{Ortoedro}} = a * b * c$$

$$V_{1\text{Ortoedro}} = 15\text{m} * 7.5\text{m} * 0.85\text{m}$$

$$V_{1\text{Ortoedro}} = 95.62\text{m}^3$$

$$V_{2\text{Triángulo}} = \frac{a * c}{2} * b$$

$$V_{2\text{Triángulo}} = \frac{15\text{m} * 0.8\text{m}}{2} * 7.5\text{m}$$

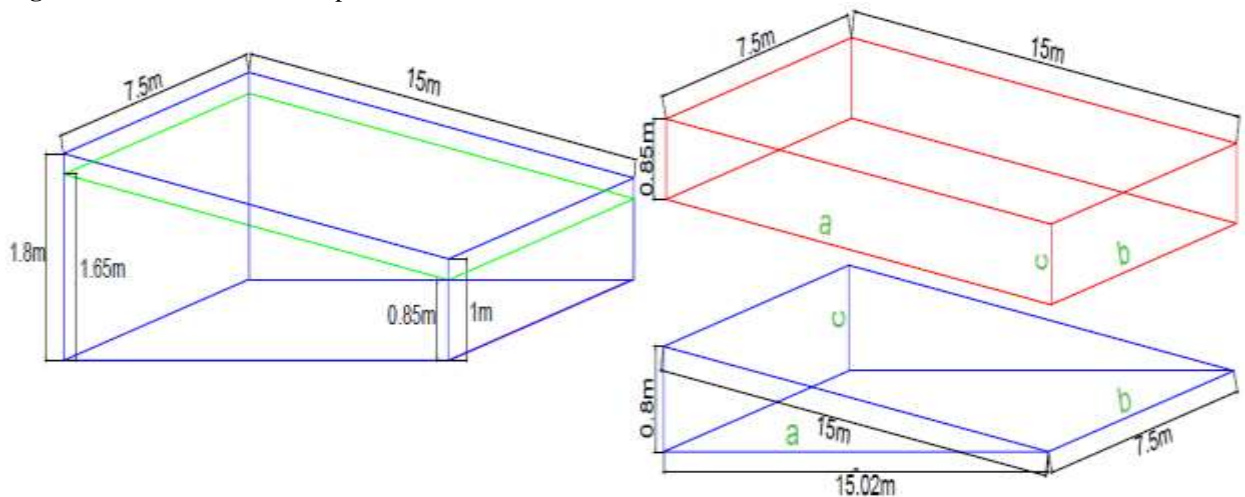
$$V_{2\text{Triángulo}} = 45\text{m}^3$$

$$V_{TOTAL} = V_{1\text{Ortoedro}} + V_{2\text{Triángulo}}$$

$$V_{TOTAL} = 95.62\text{m}^3 + 45\text{m}^3$$

$$V_{TOTAL} = 140.62\text{m}^3$$

Figura 11: Dimensiones de la piscina



Elaborado: Grupo investigación

Cálculos de pérdidas de calor en la piscina

La piscina cubierta cuyas condiciones de confort son: temperatura del agua, 26°C temperatura del aire 30°C y humedad relativa 58%. Tiene capacidad para 40 bañistas y 25 espectadores con 112,5 m² de superficie de la piscina.

La superficie de cerramiento del vaso (S_c) es 168,74 m², su temperatura (T_c) es 19°C y su conductividad (K_t) es 1.50 W/m²/K. el volumen total del agua (V) es 140.62m³ y el agua de la red (T_{red}) se encuentra a 17°C (condiciones de operación en meses cálidos)

➤ **Pérdida por evaporación.**

Para calcular la cantidad de agua evaporada es posible utilizar la Ecuación 9 de Beiner descrita en la pág. 26

$$M_e = S * [(16 + 133 * n) * (W_e - G_a * W_{as})] + 0,1 * N$$

Donde:

M_e = Flujo másico de agua evaporada (Kg/h)

S = superficie de la lámina de agua de la piscina (m²)

W_e = humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua de la piscina (Kg_{as}/Kg_a)
(Tabla 5)

W_{as} =humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire ambiente interior (Kg_{as}/Kg_a)

G_a = grado de saturacion o humedad relativa

n = número de nadadores por m² de superficie de lámina de agua

N = número de ocupantes (espectadores)

Flujo másico de agua evaporada con la superficie de agua en reposo

$$M_e = 112.5 * [(16) * (0.0213 - 0.58 * 0.0270)]$$

$$M_e = 10.152 \text{ Kg/h}$$

Flujo másico de agua evaporada asociado a la agitación del agua por los bañistas

$$M_e = 112.5 * [(133 * 0.35) * (0.0213 - 0.58 * 0.0270)]$$

$$M_e = 29.53 \text{ Kg/h}$$

Flujo másico de agua evaporada a los espectadores de la piscina

$$M_e = 0,1 * 15$$

$$M_e = 1.5 \text{ Kg/h}$$

Flujo másico total de agua evaporada en la piscina

$$M_e = 10.152 + 29.53 + 1.5$$

$$M_e = 41.18 \text{ Kg/h}$$

Mediante la Ecuación 8 de la pág. 26 se puede calcular las pérdidas por evaporación en el vaso de la piscina.

$$Q_e = M_e * C_v$$

Donde:

M_e (kg/h) es la masa de agua evaporada

C_v = calor latente de evaporación (para 26°C=677.8Wh/Kg)

$$Q_e = 41.18 \text{ Kg/h} * 677.8 \text{ Wh/Kg}$$

$$Q_e = 27,911.80 \text{ W}$$

$$Q_e = 27,911.80 \text{ W} / 112.5 \text{ m}^2$$

$$Q_e = 248.10 \text{ W} / \text{m}^2$$

➤ Pérdida por convección

Mediante la Ecuación 10 de la pág. 28, se puede calcular las pérdidas por convección entre el agua y el aire.

$$Q_{conv} = S_{vas} * 0,6246 * (T_{ag} - T_a)^{4/3}$$

Donde:

T_{ag} : Temperatura del vaso de agua (°C)

T_a : Temperatura del aire (°C)

S_{vas} : Superficie del vaso de la piscina (m²)

$$Q_{conv} = 112.5 \text{ m}^2 * 0,6246 * (26^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})^{4/3}$$

$$Q_{conv} = 70.3 * (-4^\circ\text{C})^{4/3}$$

$$Q_{conv} = -444.3 \text{ W}$$

$$Q_{conv} = -3.95 \text{ W} / \text{m}^2$$

➤ **Pérdidas por transmisión**

El vaso de la piscina está construido en hormigón armado y con la Ecuación 11 detallado en la pág. 28 se puede calcular las pérdidas por transmisión de calor del agua del vaso.

$$Q_t = C_T * S * (T_{ag} - T_{ex})$$

Donde:

C_T = Coeficiente de transmisión de hormigón armado y azulejos (1.50W/m² °C)

S = Superficie de cerramiento del vaso

T_{ag} =Temperatura del agua de la piscina (26°C)

T_{ex} =Temperatura exterior al cerramiento (19°C)

$$Q_t = \frac{1.50W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 168.74m^2 * (26^\circ C - 19^\circ C)$$

$$Q_t = \frac{1771.77W}{112.5m^2}$$

$$Q_t = 15.7W/m^2$$

➤ **Pérdidas por renovación del agua de la piscina**

Con la Ecuación 12 de la pág. 29 se puede calcular las pérdidas por renovación del agua en el vaso de la piscina

$$Q_{ren} = V_{ren} * \rho_{ag} * C_e * (T_{ag} - T_{red})$$

Donde:

V_{ren} : Volumen de renovación, 5% del volumen total V m³ (7.034 m³)

ρ : Densidad del agua: 1000 kg/m³

C_e : calor específico del agua: (para 12°C=4.189 KJ/kg·K) tabla

T_{ag} : temperatura agua piscina: °C

T_{red} : temperatura mínima del agua de red: °C

$$Q_{ren} = 7.034m^3 * 1000 \frac{Kg}{m^3} * \frac{1.16Wh}{Kg \cdot ^\circ C} * (26^\circ C - 14^\circ C)$$

$$Q_{ren} = 7.034m^3 * 1000 \frac{Kg}{m^3} * \frac{1.16Wh}{Kg^{\circ}C} * (12^{\circ}C)$$

$$Q_{ren} = 97,913.28 \frac{Wh}{dia}$$

$$Q_{ren} = \frac{97,913.28 \frac{Wh}{dia}}{112.5m^2 * 24 \frac{h}{dia}}$$

$$Q_{ren} = 36W/m^2$$

➤ Resumen de pérdidas en el vaso de la piscina

En la siguiente tabla se indica un resumen con los valores de las distintas pérdidas obtenidas con los datos del balneario:

Tabla 7: Pérdidas de calor en la piscina

Pérdidas vaso piscina	Q (W)	Q(W/m ²)	% Total
Pérdidas por evaporación	277,911.80	248.10	84
Pérdidas por convección	-444.3	-3.95	-1
Pérdidas por transmisión	1,771.77	15.7	5
Pérdidas por renovación	97,913.28	36.26	12
TOTAL	377,140.62.55	296.11	100

Fuente: Grupo investigación

Diseño del sistema eléctrico

Diseño de sistema eléctrico manual

El sistema eléctrico comprende el accionamiento de la bomba y dos solenoides mediante un control ON- OFF manual.

Para la selección de protecciones eléctricas es necesario tomar en cuenta las características de la bomba (datos de placa) como:

Datos

-Tipo de Corriente: Corriente Alterna

-Fases: bifásico

-Frecuencia: 60 Hz

- Potencia nominal de la carga: 2 Hp
- Voltaje de alimentación de la bobina: 220 V
- Corriente nominal: 16 A

Para la selección de los relés auxiliares es necesario tomar en cuenta las características de las electroválvulas como:

- Tipo de Corriente: Corriente Alterna
- Fases: bifásico
- Frecuencia: 60 Hz
- Potencia nominal de la carga: 2 Hp
- Voltaje de alimentación de la bobina: 220 V
- Corriente nominal: 1 A

Diseño del sistema eléctrico automático

El sistema eléctrico automático comprende el accionamiento de la bomba y dos solenoides con un control programado en el PLC. Con la ayuda de los sensores PT100 logramos censar la temperatura a la entrada y salida de los colectores solares térmicos, permitiendo enviar una señal a las válvulas solenoides para la apertura o cierre de los mismos. Con los elementos de automatización controlamos este proceso de calentamiento de agua.

Selección del plc

La Tabla 9 muestra los requerimientos necesarios para la selección del PLC.

En la Tabla 8 se presenta diferentes marcas de PLC's con las características necesarias, comparando los precios de estos, teniendo en cuenta la mejor opción el PLC Xinje XC3-24R-E. Cabe recalcar que la selección del mismo se consideró futuras proyecciones tales como la automatización del hidromasaje, la sauna, el turco y las duchas mediante colectores solares térmicos.

Tabla 8: Marcas del PLC

Marca de PLC	Módulos de Expansión	Entradas Digitales	Salidas Digitales	Entradas Analógicas	Señal PT100
SIMATIC S7-1200	CPU 1214C/ SM 1231 RTD	14	10	2	2
Xinje XC3-24RT-E	XC-6PT-P	14	10	2	6
Telemecanique	Micro 820/E/S850	10	14	2	1

Elaborado: Grupo investigación

Tabla 9: Requerimientos del PLC

Nombre	Tipo de Variable	Salida
Entradas		
PT100 Entrada	Analógica	0-5VDC
PT100 Salida	Analógica	0-5VDC
Selector	Digital	0 o 1
Salidas		
Bomba	Digital	0 o 1
Electroválvula 1	Digital	0 o 1
Electroválvula 2	Digital	➤ 0 o 1

Elaborado: Grupo investigación

PLC XINJE XC3-24RT-E

El cual puede ser empleado en instalaciones tan diversas como: control de luces, calefacción, ventilación, monitoreo, control de puertas, plantas embotelladoras, condiciones ambientales especiales, uso en la industria, entre otras.

El automatizar con un PLC Xinje, proporciona bajos costos de equipos, ahorro de espacio y con los módulos de expansión de entradas y salidas, y el módulo que incorpora el PT100, permiten una adaptación muy flexible y precisa a cada aplicación especial.

➤ **Especificaciones Generales**

Las características de funcionamiento del PLC Xinje XC3-24RT-E se describen en la Tabla 9, además de las especificaciones de funcionamiento se las puede observar en el anexo 2.

Selección del módulo

Para la selección del módulo se tomó en cuenta el número y tipo de sensores a utilizar para el proyecto, se seleccionó el módulo XC-6PT-P especial para los PT100.

Selección del panel operativo

Se seleccionó un panel operático TouchWin básico porque solo visualizaremos las temperaturas a la entrada y salida de los colectores solares Térmicos

Selección de la electroválvula

Para la selección de la electroválvula se consideró varios parámetros como: el material de fabricación, el tipo de fluido, el diámetro de la tubería, si es N/C N/A, número de vías, presión, caudal, temperatura y el voltaje de alimentación. Todos estos parámetros se pueden apreciar en el anexo 12

Selección del sensor PT100

La selección de instrumentos para la medición se basa en el conocimiento del rango de temperatura de uso, la exactitud de medición requerida, el precio y las características del área de medición. Todos estos parámetros se pueden apreciar en los anexos 13-14

Selección del contactor

La selección del contactor se realiza tomando en cuenta las características del motor y tipo de trabajo (para determinar la clase del contactor), alimentación de la bobina. Según el anexo 11 para un motor bifásico de 2Hp, 220V es recomendable utilizar un contactor de 25 A.

La categoría AC1 se aplica a todos los aparatos que funcionan con corriente alterna (receptores), cuyo factor de potencia es mayor o igual a 0,95 ($\cos \phi \geq 0,95$).

Selección del relé térmico

Para determinar el valor del relé de sobrecarga se debe tener en cuenta el valor del factor servicio de la máquina. Si es menor de 1.5A se multiplica por 1.15% y si fuese mayor a 1.5 A se deberá multiplicar por 1.25%

$$I_{\text{relé}} = I_n * 1.25\%$$

$$I_{\text{relé}} = 16A * 1.25 = 20A$$

Selección del interruptor termo-magnético

Para la selección del interruptor termo-magnético, el mismo que funciona como dispositivo de protección contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos debe cumplir las siguientes condiciones

I Corriente nominal del interruptor termo-magnético

I_n Corriente nominal del motor

I_{max} Máxima corriente admisible

$$I = 1.8 * I_n$$

$$I = 1.8 * 16A = 29A$$

Selección de los selectores

Seleccionamos 3 selectores N/A de 2 posiciones con retención para la bomba y las dos electroválvulas y un selector N/A de 3 posiciones con retención para manual, Off y automático.

Selección del pulsador paro de emergencia

Para suspender la energía eléctrica en caso de una emergencia se seleccionó un pulsador hongo $\phi 40\text{mm}$ rojo pulsar-girar 1N/C

Selección de las lámparas de señalización

Se seleccionó 3 lámparas de señalización plástica, 220 VAC color verde y 1 lámpara de señalización plástica, 220VAC color rojo

Selección de los conductores

Para el circuito de fuerza se seleccionó el conductor calibre número 10 de cobre flexible aislado con PVC 90 °C y chaqueta de nylon, 600V, para instalaciones circuitos principales o ramales de baja tensión y para uso industrial, elaborado bajo norma NTE INEN 2345,2175, ASTM B3, B8, porque la corriente al que trabaja es inferior a 30A

Para alimentar a las electroválvulas se seleccionó el conductor calibre número 14 de cobre flexible con aislamiento y chaqueta de PVC 60°C, 600V, para instalaciones domésticas, alimentación de equipos eléctricos en baja tensión, elaborados bajo norma NTC 5521, la corriente a cual trabaja es menor a 15A.

Para las el circuito de control se seleccionó el cable calibre número 16 de cobre flexible aislado con PVC 60°C, 600V, tipo TFF,TW, para instalaciones de interiores y comercial elaborado bajo norma NTE INEN 2305, 2345, este circuito trabajara con corriente inferior a 10A

Descripción de la recirculación del agua, conexión de los paneles y control automático del sistema híbrido.

El sistema está compuesta por una bomba marca (PENTAIR) de 2HP a 220VAC con un caudal de 110 l/min modelo WF-28 que recircula agua a un filtro de arena que se encuentra instalado en el cuarto de máquinas con una presión de 50 PSI y después a los 10 colectores solares que están conectados en serie, la temperatura de entrada es de 26°C, este valor se toma con un sensor PT100 (1) que se encuentra instalado a la entrada de la bomba. El control automático del sistema híbrido se realiza dentro del cuarto de máquinas, con la ayuda del sensor PT100 (2) censará la temperatura a la salida de los colectores térmicos, permitiendo enviar una señal al PLC para la apertura o cierre de las electroválvulas (1) y (2), si el PT100 (1) censan una temperatura menor a 40°C mandará abrir la electroválvula (2) para que entre a funcionar el sistema auxiliar que consta de tres calefones de combustión a GLP, mientras que la electroválvula (1) permanecerá cerrada, si censa una temperatura igual o mayor a 40°C pasará a abrir la electroválvula (1), mientras que a la electroválvula (2) se cerrará pasando a funcionar el sistema de colectores solares permitiendo el ahorro en el consumo de GLP. Las válvulas anti-retorno permiten que el agua fluya en una sola dirección ANEXO 24.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Estudio de la radiación solar

Mediante las mediciones de la radiación solar realizadas en el sector, con la ayuda de un piranómetro que se describe en la pág. 30, la toma de datos se realizó durante los meses de la ejecución del proyecto de investigación que se puede apreciar en la pág. 52 y 61 Una vez determinado las tablas de la radiación solar se realizó la comparación de los datos medidos en el sector, con los datos solicitados de la radiación solar de la estación Rumipamba ubicado en cantón Salcedo por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) en los mismos meses del proyecto.

Tabla 10: Datos meteorológicos de la radiación solar.

DATOS DE LA ESTACION RUMIPAMBA SALCEDO INAMHI	
MES	W/m^2
Enero	703
Febrero	535
Marzo	639
Abril	722
Mayo	754
Junio	663
Julio	807
Agosto	912
Septiembre	855
Octubre	825
Noviembre	959
Diciembre	946

Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec>

Utilizando la información de la Tabla 10 , se realiza una comparación de la radiación medida gracias al equipo de medición con los datos obtenidos del portal del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Tabla 11: Comparación de datos

UBICACIÓN		BALNEARIO SEÑOR DEL ÁRBOL
LATITUD		0°48'09.83"S
LONGITUD		78°40'04.05"O
ALTURA		3090 m.s.n.m.
MES	Irradiancia Promedio W/m^2	
	Medido	Según la INAMHI
ENERO		703
FEBRERO		535
MARZO		639
ABRIL		722
MAYO		754
JUNIO		663
JULIO		807
AGOSTO	852	912
SEPTIEMBRE	831	855
OCTUBRE		825
NOVIEMBRE	927	959
DICIEMBRE	902	946
PROMEDIO	878	777

Elaborado: Grupo investigación

Situación antes del mantenimiento y la automatización

Anteriormente los colectores se encontraban defectuosos y sin los elementos que fueron contruidos (vidrio, aislamiento térmico) lo cual no rendían lo suficiente como para elevar la temperatura del balneario, además el sistema de control era manual lo que permitía no aprovechar al máximo la radiación solar en la zona.

Cálculo de la cantidad de energía que se necesita antes del mantenimiento correctivo y la automatización para elevar a una temperatura de 30°C.

La cantidad de calor Q requerida para elevar la temperatura del agua de 20 a 30° C se calcula mediante la Ecuación 4, Que se puede apreciar en la pág. 23

DATOS PARA EL CÁLCULO	
Volumen	140.62m ³
Calor específico (Tabla 4)	4180 KJ/Kg*m ³
Temperatura inicial antes del mantenimiento	20°C
Temperatura deseada	30°C

La temperatura inicial del agua en la piscina es de 20°C, se mide mediante un termómetro digital en la parte más profunda de la piscina, el agua con menor temperatura es más densa y que el agua con mayor temperatura.

Cálculo de la cantidad de Calor

Con la Ecuación 4 detallada en la pág. 23 se procede al cálculo de la cantidad de calor necesaria para el calentamiento de agua en la piscina.

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

Q : Cantidad de calor. (J)

C_p : Calor específico. (J/Kg*K)

m : Masa. (Kg)

ΔT : Variación de temperatura. (K)

$T_1=30^\circ\text{C}$

$T_2=20^\circ\text{C}$

Conversión grados °C a grados K

$$K = °C + 273,15$$

$$T_1 = 30°C + 273,15 = 303,15K$$

$$T_2 = 20°C + 273,15 = 293,15K$$

$$Q = 140620Kg * 4180^J/Kg * K * (303,15K - 293,15K)$$

$$Q = 140620Kg * 4180^J/Kg * K * (10K)$$

$$Q = 5877916KJ$$

Cálculo del consumo de GLP

Con la Ecuación 13 descrita en la pág. 29 se calcula la cantidad de gas licuado de petróleo (GLP) para llegar a la temperatura de 30°C.

$$\text{Consumo de GLP} = \frac{Q}{P.C_{glp}}$$

$$\text{Consumo de GLP} = \frac{5877916KJ}{45894 KJ/Kg}$$

$$\text{Consumo de GLP} = 128Kg$$

Para elevar a temperatura de la piscina de 20 a 30°C es necesario consumir 128 Kg de GLP que aproximadamente son 9 cilindros de 15 Kg cada uno semanales y un total de 36 cilindros de GLP mensuales.

Estudio de la radiación solar

Con la ayuda del piranómetro, donde su definición se menciona en la pág. 30, se pudo medir la radiación solar incidente en la zona, los cuales dichos datos servirán para verificar la eficiencia de los colectores solares térmicos durante los meses de estudio, los valores se detallan en la Tabla 12.

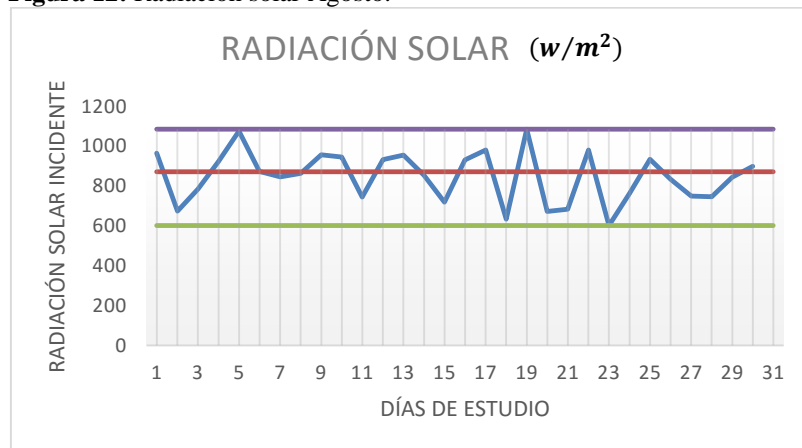
Datos del mes de Agosto

Tabla 12: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia

“BALNEARIO SEÑOR DEL ÁRBOL”			
UBICACIÓN	CUICUNO CENTRO		
LATITUD	0°48'09.83”S		
LONGITUD	78°40'04.05”O		
ALTURA	3090		
MES	AGOSTO		
IRRADIACIÓN ,TEMPERATURA, EFICIENCIA			
DÍAS	PROM. (W/m^2)	ΔT (°C)	n_g(%)
1	965	28	43
2	675	25	39
3	785	26	40
4	924	28	45
5	1076	29	44
6	874	26	36
7	846	26	37
8	864	27	42
9	957	27	38
10	946	27	39
11	746	27	49
12	934	28	45
13	956	28	44
14	854	27	43
15	719	26	44
16	932	28	45
17	982	28	43
18	635	26	49
19	1086	28	38
20	673	24	31
21	685	24	31
22	982	27	37
23	603	24	35
24	763	25	34
25	935	27	39
26	836	26	38
27	750	25	35
28	747	25	35
29	845	26	37
30	899	26	35
31	946	28	44
PROM	852	27	40

Elaborado: Grupo investigador

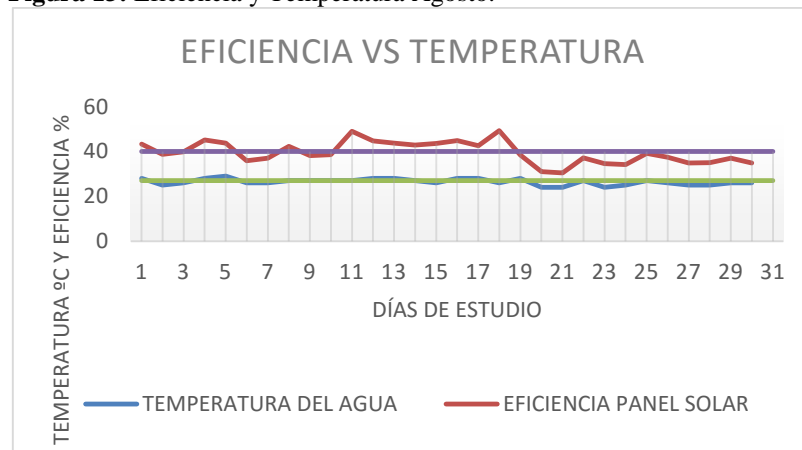
Los valores detallados en la Tabla 12 son cantidades de la radiación solar en la zona, la temperatura a la salida de los colectores y la eficiencia.

Figura 12: Radiación solar Agosto.

Elaborado: Grupo de investigación.

1.1.-Interpretación.

En el análisis de los datos obtenidos en el mes de agosto se puede observar que la radiación máxima es (1086 W/m^2) y la mínima es (603 W/m^2) con un promedio de (852 W/m^2), estos valores no son aprovechados ya que los paneles se encuentran en mal estado perjudicando el proceso de calentamiento de agua.

Figura 13: Eficiencia y Temperatura Agosto.

Elaborado: Grupo de investigación.

1.2.-Interpretación.

En la comparación de los datos obtenidos se puede observar que la temperatura promedio es de 27 °C con una eficiencia promedio del 40% lo cual permite el incremento del consumo de GLP para llegar a la temperatura de confort en el calentamiento de agua en la piscina del balneario.

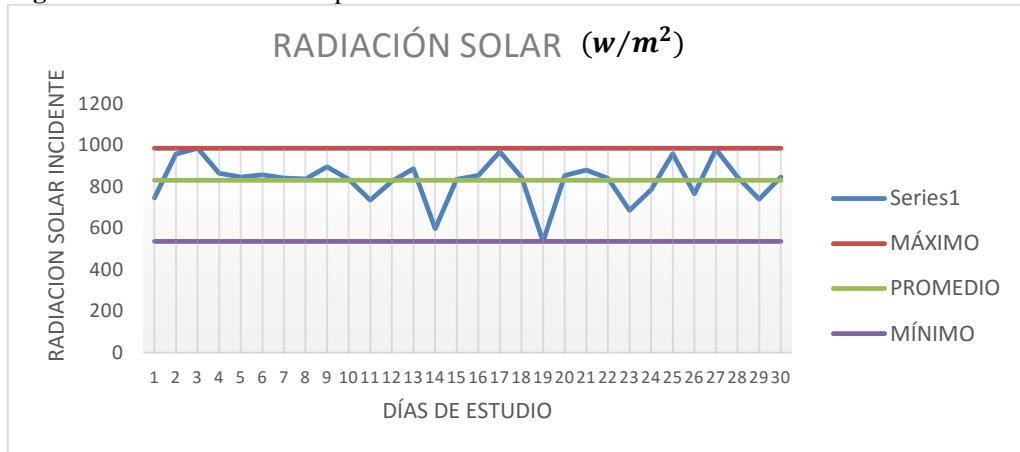
Datos del mes de Septiembre

Tabla 13: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia

“BALNEARIO SEÑOR DEL ÁRBOL”			
UBICACIÓN	CUICUNO CENTRO		
LATITUD	0°48'09.83"S		
LONGITUD	78°40'04.05"O		
ALTURA	3090		
MES	SEPTIEMBRE		
IRRADIACIÓN ,TEMPERATURA, EFICIENCIA			
DÍAS	PROM. (W/m²)	ΔT (°C)	n_g(%)
1	746	25	35
2	957	28	44
3	985	28	42
4	864	27	42
5	846	27	43
6	857	27	43
7	841	27	43
8	836	26	38
9	895	26	35
10	835	27	44
11	735	25	36
12	825	27	44
13	886	26	35
14	598	26	52
15	835	26	38
16	853	27	43
17	967	28	43
18	845	27	43
19	536	25	49
20	853	27	43
21	879	28	48
22	840	26	37
23	686	25	38
24	785	26	40
25	958	28	44
26	765	27	48
27	980	28	43
28	846	25	31
29	739	24	28
30	846	26	37
PROM.	831	27	41

Elaborado: Grupo investigador

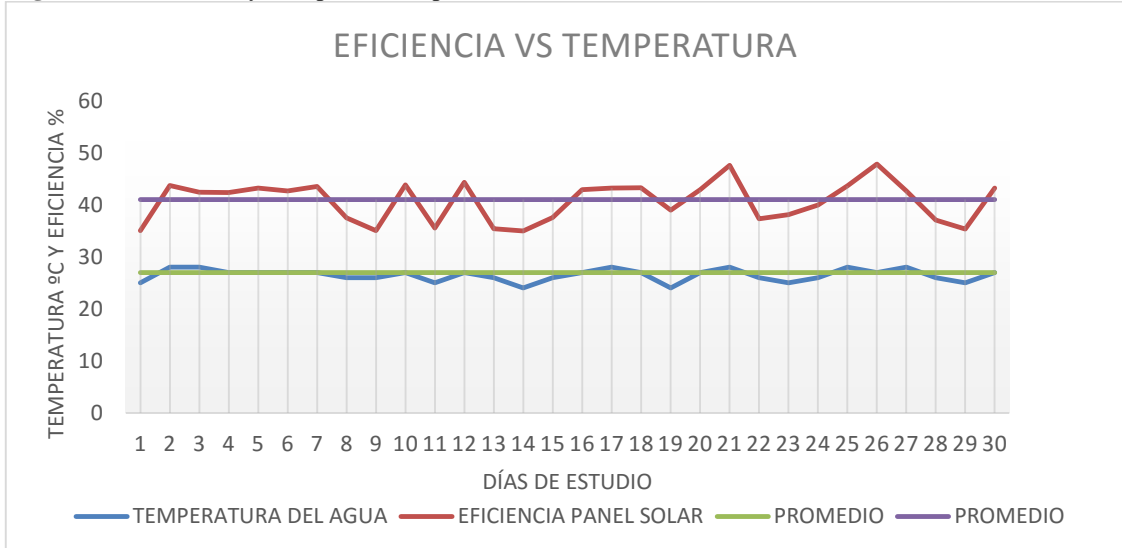
Los valores detallados en la Tabla 13 son cantidades de la radiación solar en la zona, donde el valores promedios es similar al mes agosto, la temperatura a la salida de los colectores se mantiene y por ende la eficiencia no altera.

Figura 14: Radiación solar Septiembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

2.1.- Interpretación.

Con los datos obtenidos en el mes de septiembre se puede observar que la radiación máxima es (985 W/m^2) y la mínima es (536 W/m^2) con un promedio de (831 W/m^2).

Figura 15: Eficiencia y Temperatura septiembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

2.2.- Interpretación.

Mediante el análisis de los datos obtenidos se puede observar que la temperatura promedio es de 27 °C con una eficiencia promedio del 41% lo cual permite el incremento del consumo de GLP para llegar a la temperatura de confort en el calentamiento de agua del balneario.

Cálculo de la eficiencia de los colectores solares térmicos

➤ Cálculo del mes de agosto

La eficiencia del colector solar térmico se determina mediante la Ecuación 2 descrita en la página 19, cuyos datos se toman de la Tabla 12 y el calor específico de la Tabla 4 con una temperatura promedio de 27°C

$$\eta = \frac{\dot{m} * C_p * (T_{salida} - T_{entrada})}{G * A} \quad \text{Ec. [2]}$$

Donde:

G: Irradiancia solar global en el plano del captador. (W/m^2)

A: Área del captador. (m^2)

\dot{m} - Caudal de fluido a través del captador. (Kg/s)

C_p - Calor específico del fluido. ($J/K * Kg$)

T. entrada - Temperatura de entrada al captador. (K)

T. salida - Temperatura de salida del captador. (K)

$T_{entrada} = 20^\circ C$

$T_{salida} = 27^\circ C$

Conversión grados °C a grados K

$K = ^\circ C + 273,15$

$T_{entrada} = 20^\circ C + 273,15 = 293,15K$

$T_{salida} = 27^\circ C + 273,15 = 300,15K$

$$\eta = \frac{\frac{0,25Kg}{s} * 4180J/KgK * (300,15K - 293,15K)}{852 W/m^2 * 20 m^2}$$

$$\eta = \frac{7315W}{17040W}$$

$$\eta = 0,43 * 100\%$$

$$\eta = 43\%$$

➤ Cálculo del mes de Septiembre

Cálculo de eficiencia mediante la Ecuación 2, con los datos tomados de la Tabla 13 y el calor específico de la Tabla 4 con una temperatura promedio de 27°C

$$n = \frac{\dot{m} * C_p * (T_{salida} - T_{entrada})}{G * A}$$

Donde:

G: Irradiancia solar global en el plano del captador. (W/m^2)

A: Área del captador. (m^2)

\dot{m} - Caudal de fluido a través del captador. (Kg/s)

C_p - Calor específico del fluido. ($J/K * Kg$)

T. entrada - Temperatura de entrada al captador. (K)

T. salida - Temperatura de salida del captador. (K)

$T_{entrada}=20^{\circ}C$

$T_{salida}=27^{\circ}C$

Conversión grados °C a grados K

$K = ^{\circ}C + 273,15$

$T_{entrada}=20^{\circ}C + 273,15 = 293,15K$

$T_{salida}=27^{\circ}C + 273,15 = 300,15K$

$$n = \frac{\frac{0,25Kg}{s} * 4180J/KgK * ((300,15K - 293,15K))}{831 W/m^2 * 20m^2}$$

$$n = \frac{7315W}{16620W}$$

$$n = 0,44 * 100\%$$

$$n = 44\%$$

Situación después del mantenimiento y la automatización

En la actualidad los colectores se encuentran en buen estado debido al mantenimiento que se lo realizó como estaba previsto con el tema propuesto para el proyecto de investigación, además se realizó la automatización del sistema híbrido para el proceso de calentamiento de agua del balneario, lo que permite aprovechar al máximo la energía solar térmica en la zona.

Cálculo de la cantidad de energía que se necesita para elevar a una temperatura de 30°C después del mantenimiento y la automatización.

La cantidad de calor Q requerida para elevar la temperatura del agua de 26 a 30° C se calcula mediante la Ecuación 4, que se puede apreciar en la pág. 23.

DATOS PARA EL CÁLCULO	
Volumen	140.62m ³
Calor específico (Tabla 4)	4179 KJ/Kg*m ³
Temperatura inicial después del mantenimiento correctivo	26°C
Temperatura deseada	30°C

Los datos de temperatura inicial son obtenidos mediante el PT100 (1) instalado en el sistema

Cálculo de la cantidad de Calor

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

Q : Cantidad de calor. (J)

C_p : Calor específico. (J/KgK)

m : Masa. (Kg)

ΔT : Variación de temperatura. K

$T_1=30^\circ\text{C}$

$T_2=26^\circ\text{C}$

Conversión grados °C a grados K

$K = ^\circ\text{C} + 273,15$

$T_1 = 30^\circ\text{C} + 273,15 = 303,15\text{K}$

$T_2 = 26^\circ\text{C} + 273,15 = 299,15\text{K}$

$$Q = 140620\text{Kg} * 4179\text{J}/\text{Kg} * \text{K} * (303,15\text{K} - 299,15\text{K})$$

$$Q = 140620\text{Kg} * 4179\text{J}/\text{Kg} * \text{K} * (4\text{K})$$

$$Q = 2350604\text{KJ}$$

➤ **Cálculo del consumo de GLP**

El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.

$$\text{Consumo de GLP} = \frac{Q}{P.Cglp}$$

$$\text{Consumo de GLP} = \frac{2350604KJ}{45894KJ/Kg}$$

$$\text{Consumo de GLP} = 51Kg$$

Para elevar a temperatura de la piscina de 26 a 30°C es necesario consumir 51 Kg de GLP que aproximadamente son 4 cilindros de 15 Kg cada uno semanales y un total de 16 cilindros mensuales.

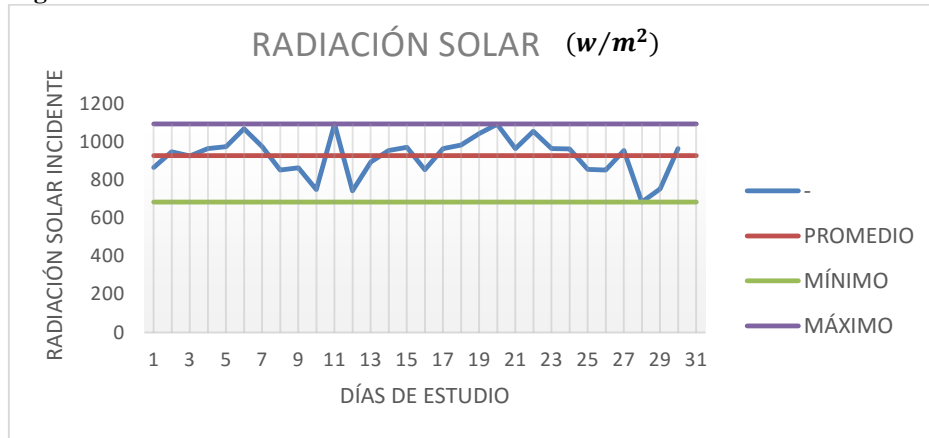
Estudio de la radiación solar después del mantenimiento y la automatización
Datos del mes de noviembre.

Tabla 14: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia

“BALNEARIO SEÑOR DEL ÁRBOL”			
UBICACIÓN	CUICUNO CENTRO		
LATITUD	0°48'09.83"S		
LONGITUD	78°40'04.05"O		
ALTURA	3090		
MES	NOVIEMBRE		
IRRADIACIÓN ,TEMPERATURA, EFICIENCIA			
DÍAS	PROM. (W/m^2)	ΔT (°C)	n_g(%)
1	865	36	60
2	947	36	55
3	925	37	62
4	963	37	60
5	973	37	59
6	1068	39	64
7	963	38	64
8	852	36	61
9	863	36	61
10	749	35	63
11	1093	39	62
12	743	35	63
13	893	36	58
14	953	37	60
15	971	38	65
16	853	37	67
17	964	37	60
18	982	38	64
19	1043	39	65
20	1091	39	62
21	963	37	60
22	1054	39	64
23	963	38	65
24	962	38	65
25	854	36	61
26	852	36	61
27	954	37	60
28	683	33	54
29	753	34	55
30	964	37	60
PROM.	926	37	61

Elaborado: Grupo de investigación.

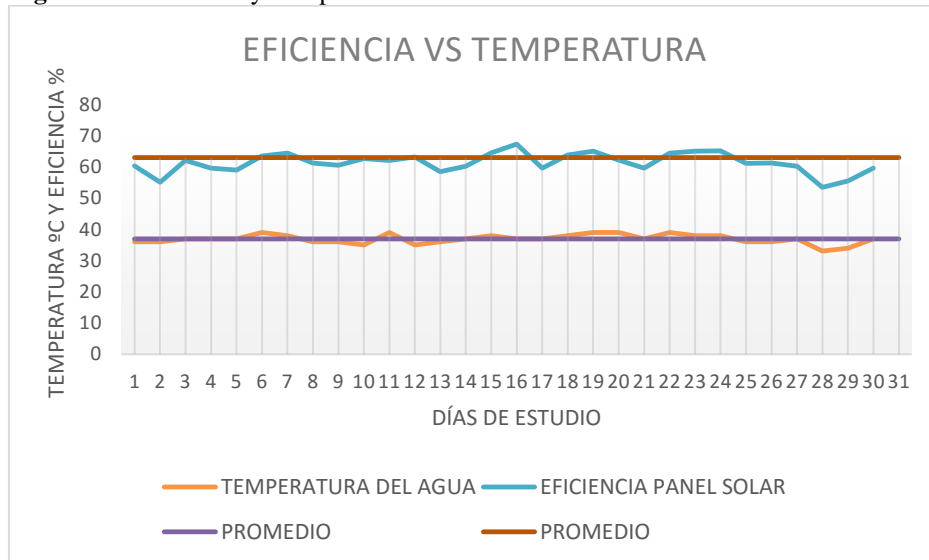
Los valores detallados en la Tabla 14 son cantidades de la radiación solar, la temperatura y la eficiencia en la zona, la temperatura a la salida de los colectores aumenta debido a que se realizó el mantenimiento a los colectores por ende la eficiencia acrecienta.

Figura 16: Radiación solar Noviembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

1.1 Interpretación.

Analizando los datos obtenidos en el mes de noviembre se puede observar que la radiación máxima es (1093 W/m^2) y radiación mínima es (683 W/m^2) con un promedio de (927 W/m^2) estos datos son aprovechados ya que se realizó un mantenimiento correctivo a los colectores solares instalados para el proceso de calentamiento de agua.

Figura 17: Eficiencia y Temperatura Noviembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

1.2 Interpretación.

Con los datos obtenidos se puede observar que la temperatura promedio es de $37 \text{ }^\circ\text{C}$, esto permite que la eficiencia promedio aumente a 61% lo cual minimiza el consumo de GLP para llegar a la temperatura de confort en el calentamiento de agua del balneario.

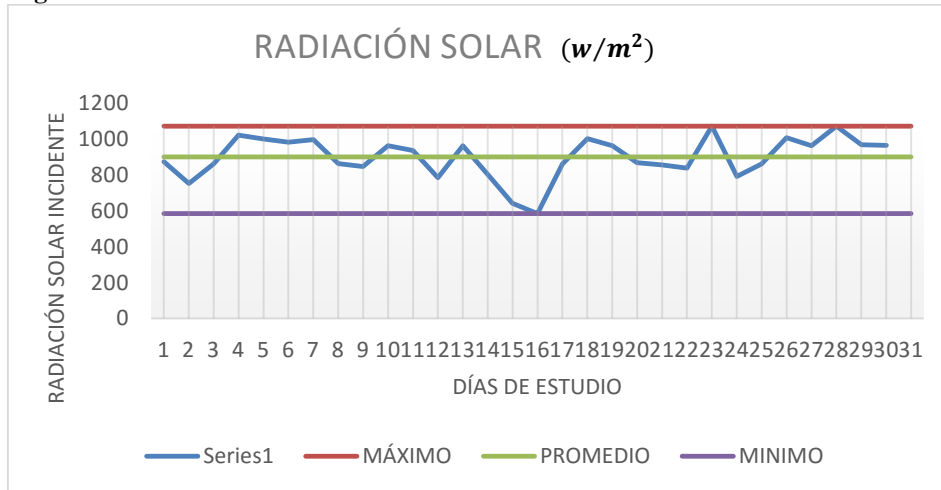
Datos del mes de diciembre.

Tabla 15: Datos de Irradiancia, temperatura y eficiencia

“BALNEARIO SEÑOR DEL ÁRBOL”			
UBICACIÓN	CUICUNO CENTRO		
LATITUD	0°48'09.83"S		
LONGITUD	78°40'04.05"O		
ALTURA	3090		
MES	DICIEMBRE		
IRRADIACIÓN ,TEMPERATURA, EFICIENCIA			
DÍAS	PROM. (W/m^2)	ΔT (°C)	n_g(%)
1	875	37	66
2	754	35	62
3	863	37	67
4	1024	39	66
5	1002	39	68
6	984	37	58
7	998	37	58
8	864	36	60
9	849	35	55
10	964	37	60
11	937	37	61
12	785	35	60
13	964	37	60
14	805	36	65
15	643	34	65
16	585	32	54
17	862	36	61
18	1004	40	73
19	964	37	60
20	869	36	60
21	857	36	61
22	839	36	62
23	1074	40	68
24	793	36	66
25	862	36	61
26	1009	39	67
27	964	37	60
28	1074	39	63
29	970	38	65
30	967	38	65
31	943	37	61
PROM.	902	37	62

Elaborado: Grupo de investigación.

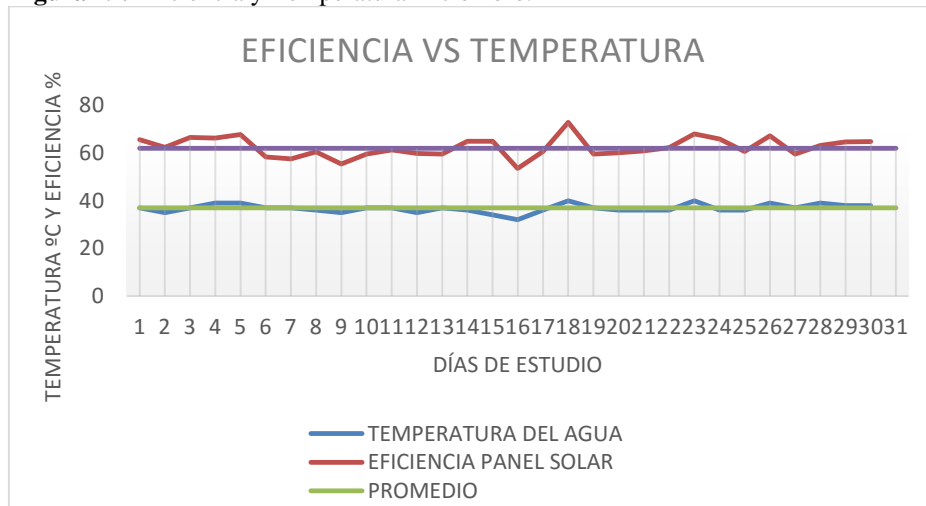
Los valores detallados en la Tabla 15 son cantidades de la radiación solar la temperatura y la eficiencia en la zona, la temperatura a la salida de los colectores se mantiene al mes anterior y por ende la eficiencia también se mantiene.

Figura 18: Radiación solar Diciembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

2.1 Interpretación.

En el análisis de los datos obtenidos en el mes diciembre se puede observar que la radiación máxima es (1074 W/m^2) y radiación mínima es (585 W/m^2) con un promedio de (902 W/m^2) estos datos son aprovechados ya que se realizó un mantenimiento correctivo a los colectores solares instalados para el proceso de calentamiento de agua.

Figura 19: Eficiencia y Temperatura Diciembre.

Elaborado: Grupo de investigación.

2.2 Interpretación.

En los datos obtenidos se puede observar que la temperatura promedio es de $37 \text{ }^\circ\text{C}$, similar a la del mes pasado, esto permite que la eficiencia promedio se mantenga a 62% lo cual minimizar el consumo de GLP para llegar a la temperatura de confort en el calentamiento de agua del balneario.

Cálculo de la eficiencia de los colectores solares térmicos

➤ Cálculo del mes de Noviembre

Con la Ecuación 2, los datos tomados de la Tabla 14 y el calor específico de la Tabla 4 con una temperatura promedio de 37°C.

$$n = \frac{\dot{m} * C_p * (T_{salida} - T_{entrada})}{G * A}$$

Donde:

G: Irradiancia solar global en el plano del captador W/m^2

A: Superficie de apertura del captador m^2

\dot{m} - Caudal de fluido a través del captador Kg/s

Cp - Calor específico del fluido $J/Kg K$

T. entrada - Temperatura de entrada al captador K

T. salida - Temperatura de salida del captador K

$$T_{entrada} = 26^\circ C$$

$$T_{salida} = 37^\circ C$$

Conversión grados °C a grados K

$$K = ^\circ C + 273,15$$

$$T_{entrada} = 26^\circ C + 273,15 = 299,15K$$

$$T_{salida} = 37^\circ C + 273,15 = 310,15K$$

$$n = \frac{\frac{0.25Kg}{s} * 4178J/KgK * (310,15K - 299,15K)}{927W/m^2 * 20m^2}$$

$$n = \frac{11489.5W}{18540W}$$

$$n = 0,62 * 100\%$$

$$n = 62\%$$

➤ **Cálculo del mes de diciembre**

Mediante la Ecuación 2, los dato de la Tabla 15 y el calor específico de la Tabla 4 con una temperatura promedio de 37°C.

$$n = \frac{\dot{m} * C_p * (T_{salida} - T_{entrada})}{G * A}$$

Donde:

G: Irradiancia solar global en el plano del captador W/m^2

A: Superficie de apertura del captador m^2

\dot{m} - Caudal de fluido a través del captador Kg/s

Cp - Calor específico del fluido $J/Kg K$

T. entrada - Temperatura de entrada al captador K

T. salida - Temperatura de salida del captador K

$T_{entrada}=26^{\circ}C$

$T_{salida} =37^{\circ}C$

Conversión grados °C a grados K

$K= ^{\circ}C + 273,15$

$T_{entrada}=26^{\circ}C + 273,15 = 299,15K$

$T_{salida} =37^{\circ}C + 273,15 = 310,15K$

$$n = \frac{\frac{0.25Kg}{s} * 4178J/KgK * (310,15K - 299,15K)}{902W/m^2 * 20m^2}$$

$$n = \frac{11489.5W}{18040W}$$

$$n = 0,63 * 100\%$$

$$n = 63\%$$

Operacionalización de variables

VARIABLES INDEPENDIENTES: La realización de actividades del mantenimiento correctivo y la implementación de un equipo de automatización del sistema híbrido

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
Se realiza estudios y mediciones de la radiación solar del sector, también la cantidad de GLP necesaria para el calentamiento de agua en la piscina.	Radiación Masa GLP.	$W.h/m^2$ Kg	Piranómetro. Cálculo y Mediciones

VARIABLES DEPENDIENTES: Se incrementará la eficiencia del proceso de calentamiento de agua en la piscina del balneario

Definición	Indicador	Ítems	Instrumentos
La Eficiencia energética y la temperatura en la piscina del balneario permite el calentamiento de agua la misma utilizando la energía solar térmica y reduciendo el consumo de combustibles fósiles	Temperatura Rendimiento	$^{\circ}C$ $\eta(\%)$	PT100 CÁLCULO

12. ASPECTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS

Técnico.

Se realizó un estudio sobre las condiciones que se encontraba el sistema híbrido de calentamiento de agua del balneario, temperatura en la piscina, radiación solar, eficiencia de los colectores térmicos planos y consumo de gas licuado de petróleo (GLP), teniendo como resultado que los colectores trabajaban a un rendimiento del 44% con una temperatura promedio $27^{\circ}C$ antes de realizar el mantenimiento correctivo y después del del mantenimiento y la automatización del sistema híbrido se constató que la eficiencia aumento a 63% con una temperatura de $37^{\circ}C$, minimizando el consumo de GLP.

Social.

El proyecto realizado está encaminado a la ayuda en la matriz energética y al ahorro en el consumo de combustibles fósiles como es el GLP, en donde se beneficia de todo esto, el dueño del balneario “Señor del Árbol”, las personas que hacen uso de las instalaciones y todos moradores del sector, la cual utiliza una energía limpia e inagotable para calentamiento de agua en la piscina de uno de los centros de distracción. Además los paneles solares térmicos dan un aspecto turístico al sector, debido a que existen muy pocos balnearios que aprovechan este tipo de energía.

Ambiental.

La utilización de los paneles solares térmicos para el calentamiento de agua en la piscina del balneario es amigable con el ambiente, manipula directamente la energía del sol para la generación de energía térmica por lo que no utiliza la combustión ni emana dióxido de carbono (CO₂). Minimizando el consumo de 480 cilindro de (GLP) de 15 Kg c/u que emana 21.294kg de (CO₂) anuales a 192 cilindro de (GLP) de 15 Kg c/u que emana 8.281Kg de (CO₂) anuales.

Económico.

Nuestro proyecto de la eficiencia energética es viable debido a que la vida útil de los paneles solares térmicos es de 25 años aproximadamente con un buen mantenimiento. En este tiempo el propietario dispondrá de energía solar térmica para el calentamiento del balneario minimizando el consumo de GLP, ya que solo invertirá en el costo del mantenimiento y su automatización del sistema híbrido.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 16: Elementos eléctricos y de automatización

ITEM	DESCRIPCIÓN	CAN.	UNID	V. UNIT. \$	V. TOTAL \$
1	PLC 14IN/10 OUT (8RY-2TRAN) XINJE	1	c/u	300	300
2	PANEL OPERADOR OP320	1	c/u	270	270
3	MÓDULO DE 4 IN A PT-100	1	c/u	390	390
4	PT-100 TIPO BAYONETA	2	c/u	65	130
5	CABLE PROGRAMACIÓN DVP PLC-PC	2	c/u	35	70
6	CABLE PROGRAMACIÓN OP-PLC	1	c/u	35	35
7	SOLENOIDE DE APERTURA 2" 2/2 NC, 220VAC	2	c/u	398	796
8	RELÉS AUXILIARES 220VAC CON BASE	2	c/u	10	20
9	ADAPTADOR SERIA-USB	1	c/u	27	27
10	COMTANTACTOR TRIFÁSICO 25A	1	c/u	29	29
11	RELÉ TÉRMICO P/2HP	1	c/u	46	46
12	SELECTOR DE 3 POSICIONES	1	c/u	18	18
13	SELECTOR DE 2 POSICIONES	3	c/u	17	51
14	LUZ PILOTO LED ROJO TABLERO	1	c/u	4	4
15	LUZ PILOTO LED VERDE TABLERO	3	c/u	4	12
16	BOTÓN PARO DE EMERGENCIA	1	c/u	5	5
17	CABLE FLEXIBLE # 16	15	m	0,2	3
18	CABLE FLEXIBLE # 10	20	m	0,7	14
19	CABLE FLEXIBLE SUCRE # 16	20	m	1,2	24
20	TERMINALES PARA CABLES	50	c/u	0,05	2,5
21	MANGUERA ANILLADA GALVANIZADA DE 1"	5	m	2,25	11,25
22	MANGUERA ANILLADA GALVANIZADA DE 1/2"	20	m	1,5	30
				SUMA	2287,75
				DSCTO%	0
				SUBTOTAL	2287,75
				IVA 14%	320,285
				TOTAL \$	2608,035

Elaborado: Grupo de investigación

Tabla 17: Elementos Mecánicos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	V. UNIT. \$	V. TOTAL \$
1	PLANCHA DE ACERO GALVANIZADA DE 0.90mm + 120 REMACHES POR PANEL	10	c/u	85	850
2	PLANCHA DE VIDRIO DE 0.60mm TRANSPARENTE	5	c/u	37	185
				SUMA	1035
				DSCTO%	0
				SUBTOTAL	1035
				IVA 14%	144,9
				TOTAL \$	1179,9

Elaborado: Grupo de investigación.

Tabla 18: Inversión del proyecto

INVERSIÓN DEL PROYECTO	
ELEMENTOS ELÉCTRICOS	USD \$ 2608,04
ELEMENTOS MECÁNICOS	USD \$ 1179,90
TOTAL	USD \$ 3787,94
GASTOS INDIRECTOS 10%	USD \$ 378,79
TOTAL	USD \$ 4166,73

Elaborado: Grupo de investigación

Tabla 19: VAN y TIR

FLUJO DE INGRESOS		FLUJO DE EGRESO		INGRESO FLUJO NETO		VAN
AÑO	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	VALOR	\$ 11.056,44
1	11580	1	7703,36	1	3877	TIR
2	12500	2	7703,36	2	4797	96%
3	11980	3	7703,36	3	4277	
4	10685	4	7703,36	4	2982	
5	12695	5	7703,36	5	4992	
				TOTAL	20923	

Elaborado: Grupo de investigación

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- Al tomar las mediciones antes de realizar el mantenimiento correctivo en los colectores solares térmicos se calcula que se necesitaba 128 kg de gas licuado de petróleo (GLP), un aproximado 9 cilindros de 15kg cada uno que equivale al 100 % por semana para alcanzar una temperatura de 30°C.
- Con el mantenimiento realizado posteriormente a los colectores solares térmicos y la automatización del sistema híbrido se puede constatar que el consumo de GLP disminuyó a 51 Kg que equivale al 40 % para alcanzar la misma temperatura de 30°C.
- Se constata que en los meses de agosto y septiembre antes de realizar el mantenimiento los paneles estaban trabajando con un rendimiento promedio de 40 % con 27°C. Al finalizar con el mantenimiento correctivo y en los meses de noviembre y diciembre se pudo evidenciar el incremento de su rendimiento en un 22 % llegando hasta el 62 % con una temperatura de 37°C.

Recomendaciones

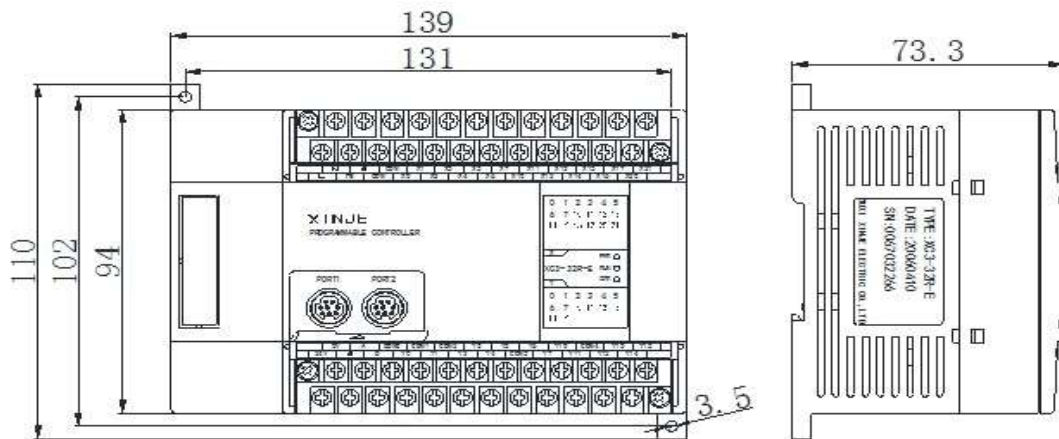
- Dentro del cuarto de máquinas se trabaja con gas licuado de petróleo (GLP) por lo tanto se recomienda implementar sensores que detecten fugas para evitar posibles daños en las instalaciones.
- Implementar un sistema que permita extraer los gases tóxicos que expulsan los calefones dentro del cuarto de máquinas.
- El sistema hídrico está instalado con tubo de cloruro de polivinilo (PVC) que son inflamables para ello se recomienda implementar un sistema contra incendios.

15 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, M., Blásquez, S., Ortega, T., & Pecharromán, C. (23 de 02 de 2017). *Figuras Geométricas Espaciales*. Obtenido de Figuras Geométricas Espaciales: http://roble.pntic.mec.es/sblm0001/archivos/tema9_geometria.pdf
- Barrera, M. F. (2013). Energía Solar. En *Sistemas Térmicos para ACS* (pág. 11). Madrid: Liberfactory.
- Castells, X. E. (2012). Energías Renovables. En *Energía, Agua, Medioambiente, Territorialidad Y Sostenibilidad*. Madrid: Albasanz, 2.
- CEME, E. (30 de Agosto de 2016). *Potermic*. Obtenido de file:///C:/Users/Leonardo/Downloads/DIVISION_5%20electrovalvulas%20ceme%20.pdf
- Cózar, J. M. (2006). Energía Solar Térmica. Madrid: Madera,8.
- Escribano, J. C. (2013). *Sistemas Solares Térmicos de Agua Caliente Sanitaria*. Vitacura: Ica Procobre: Marcos Sepúlveda-ACESOL: Christian Antunovic-Colegio de Arquitectos: Bárbara Aguirre.
- Folari, J. (s/f). *Manual de Construcción de Colectores Solares Térmicos*. Buenos Aires.
- Garrido, S. G. (2009). Mantenimiento Correctivo. *Organización y gestión de la reparación de averías*.
- Girón, I. E. (2005). *estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD)*. Guatemala.
- Gracia, A. M., & Sancho, A. d. (2016). *Instalaciones solares térmicas de baja temperatura*. Zaragoza: Servicios de publicaciones.
- GreenEconomy. (28 de Enero de 2016). Obtenido de <http://greeneconomy.bio/social/file/download/76>
- INEN, I. E. (2009). Rendimiento Termico de Colectores Solares. *Norma Tecnica Ecuatoriana*, p. 3,6.
- Kahan, S. (2002). Transferencia de Calor. *Módulo*, 2.
- Loza, A. G. (2013). Atlas de Geografía del Mundo. *Instituto de Geografía*, 16,21. Obtenido de <https://geoeducar.files.wordpress.com/2015/08/atlas-de-geografia-del-mundo-primera-parte.pdf>
- Masip, R. O. (s/f). *Mantenimiento Preventivo*. Barcelona: Departamento de Empresas y Empleo.

- MEER. (Enero de 2016). Obtenido de http://www.meer.gov.ec/Meer/portal_meer/newsListView.htm?code=607&template=meer.news.
- Moreno, M. (30 de Agosto de 2016). *Automación Micromecánica s.a.i.c.* Obtenido de <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>
- Mosconi, I. A. (05 de Septiembre de 2016). *Informe Sobre la Situación Actual del Gas Licuado de Petróleo.* Obtenido de http://www.iae.org.ar/seminarios/semiglp_informeIAE.pdf
- Rodriguez, J. A. (2013). *Introduccion a la Termodinamica con Algunas Aplicaciones de Ingenieria .* Buenos Aires.
- Rufes, P. (2010). *Energía Solar Térmica, técnicas para su aprovechamiento.* Barcelona: Marcombo.
- SCR. (2 de Mayo de 2014). <http://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/>. Obtenido de <http://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/>
- SRC. (2014). *Sistema de Regulacion y Control.* Obtenido de <http://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/>
- Tous, M. R. (2009). *Energía Solar Termica.* Barcelona: CEAC.
- Vásquez, N. M. (2010). *Obtención de Agua Caliente Para Piscinas Utilizando Colectores.* Pereira.
- Yunes, C., & Michael, B. (2012). *Termodinámica.* México: Marcela Rocha.

ANEXOS



Descripción del producto

18 DI / 14 DO, AC220 o DC24V fuente de alimentación;
 Puede ser ampliado con el módulo de la extensión, tablero del BD.
 Apoyo RTC, apagado retentivo;
 Soporta control lógico básico y operación de datos;
 Cuenta de alta velocidad de la ayuda, salida del pulso, interrupción exterior, bloque de función del lenguaje de C, interruptor libre para los puntos de E / S, comunicación libre del protocolo y comunicación de MODBUS.

Especificaciones generales

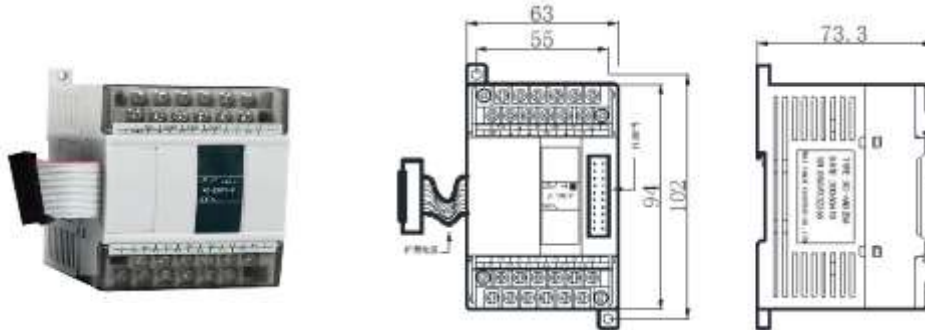
ít.	Especificación
Voltaje de aislamiento	Por encima de DC 500V 2MΩ
Resistencia al ruido	1000V 1uS pulso durante 1 minuto
Temperatura ambiental	0 °C ~ 60 °C
Humedad ambiental	5% ~ 95%
COM 1	RS-232, conectarse a la máquina host o a la HMI para programar o depurar
COM 2	RS-485 / RS-232, la red o conectarse al instrumento inteligente, inversor, etc.
COM 3	Puerto de comunicaciones de extensión de la tarjeta BD RS-485 / RS232
Instalación	Tornillo M3 fijo o DIN46277 (35mm ancho)
Toma de tierra	El tercer tipo de conexión a tierra (Nunca realice una puesta a tierra común con un sistema de potencia fuerte)

Especificaciones funcionales

ít.	Especificación
Modo de operación del programa	Modo de exploración de circulación, modo de exploración de sincronización
Modo Programa	Instrucciones y diagrama de escalera
Velocidad de eliminación	0.5us
Fallo de alimentación	FlashROM
Capacidad del programa de usuario	8000 pasos

Puntos de E / S		18 puntos de entrada, 14 puntos de salida
Formato de salida		Relé
Fuente de alimentación		AC220V
Puntos interiores de la bobina (M)		8512 puntos
Temporizador(T)	Puntos	6.20 puntos
	Especificación	Temporizador de 100 ms: establecer el tiempo de 0.1 segundos ~ 3276.7 Temporizador de 10 ms: establecer el tiempo de 0.01 segundos ~ 327.67 Temporizador de 1 ms: establecer el tiempo de 0.001 ~ 32.767 segundos
Contador (C)	Puntos	635 Puntos
	Especificación	16 bits del contador:: Establecer valor K0 ~ 32767 Contador de 32 bits: Establecer valor K0 ~ 2147483647
Registro de datos (D)		8512 caracteres
FlashROM Registro (FD)		2048 caracteres
Formato de conteo de alta velocidad		Contador de alta velocidad, salida de impulsos, interrupción exterior
Ajuste del intervalo de exploración de tiempo		-
Protección de contraseña		6 caracteres ASCII
Función de autodiagnóstico		Encendido en autodiagnóstico, temporizador de monitor, comprobación gramatical

Dimensión (Unidad: mm)



Descripción del producto

Entrada de resistencia térmica de platino, PT100

6 canales de entrada, 6 canales de salida

2 grupos de parámetros PID (cada 3 canales como un grupo de parámetros PID)

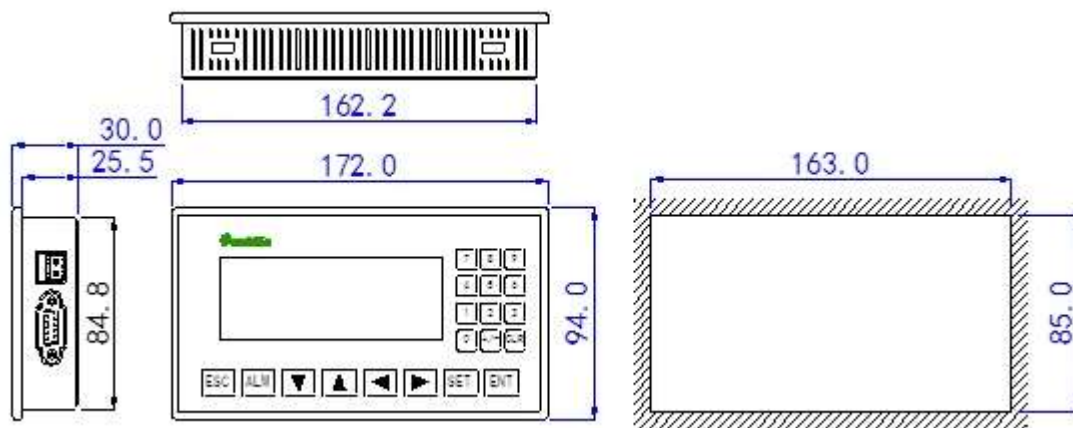
La salida de corriente constante, no será afectada alrededor del ambiente.

Resolución de precisión es de 0,1 °C

Se puede configurar como módulo de funciones especiales para la serie XC, se pueden conectar hasta 7 módulos

Especificaciones generales

ít.	Descripción
Señal de entrada analógica	PT100 Platino termo-resistencia
Rango de temperatura detectada	-100 °C ~ 350 °C
Rango de salida digital	-1000 ~ 3500, 16 bits con símbolos, hexagonal
Precisión de control	± 0,5 °C
Resolución	0,1 °C
Precisión integrada	± 0,8% (en relación con el valor máximo)
Convertir velocidad	20ms / 1 canal
Potencia para analógico	DC24V ± 10%, 50 mA
Instalación	Fija con tornillos M3 o instalada directamente en DIN46277 (35 mm de ancho)
Dimensiones externas	63 mm x 102 mm x 73,3 mm



Descripción del producto

LCD monocromo de 3,7 pulgadas, 20 pulsaciones de tecla

Adecuado para varios PLC

Protección por contraseña y reloj interno (opcional)

Texto fijo, mostrar texto dinámico

Lista de información de alarma, muestra información de alarma actual por elementos en tiempo real

La pulsación de tecla se puede definir como teclas de función

Con luz de fondo STN LCD.

Especificaciones generales

Monitor	Modelo	Kelly LCD
	Usando la vida	Hasta 20000, temperatura ambiente 25, la operación de 24 horas
	Área de visualización	192 * 64
	Brillo	Puede ser ajustado por Potenciómetro
	Idioma	Chino simplificado / inglés
	Personaje	Chino: 16 * 16 32 * 3 Inglés: 8 * 16 16 * 32
	Pulsación de tecla	20
Memoria	Pantalla	64KBFlashROM
	Datos	1KBSRAM
Interfaz	Puerto de descarga	RS232
	Puerto COM	RS485 / RS232

Función Especificaciones

Eléctrico Características	Voltaje de entrada	DC24V
	Rango de voltaje	DC22V ~ DC26V
	Consumo actual	<140 mA
	Permitido Cortocircuito momentáneo	Menos de 10 ms (energía real-cortó menos de 1 segundo)
	Resistencia de voltaje	AC1000V, a menos de 20 mA durante 1 minuto
	Resistencia aislada	10M anteriormente, DC500V
Ambiente	temperatura de operación	0 a 50
	Temperatura de almacenamiento	-20 a 60
	Humedad de funcionamiento	10% de HR a 90% HR (sin condensación, bulbo seco)
	Rechazo de Interferencia	Voltaje de ruido: 1500Vp-p, Ciclo de pulso: 1uS, Druation: 1 minuto
	Atmósfera	Libre de gas corrosivo
Estructura	Método de enfriamiento	Enfriamiento natural del aire
	Dimensión externa	172,0 * 94,0 * 30,0
	Dimensión del recorte	163 * 85

Objetivo: Dar a conocer el funcionamiento adecuado del sistema híbrido, mediante el manual descrito a continuación para evitar posibles averías en el sistema, tomando en cuenta los parámetros de seguridad que se deben tomar antes de cualquier maniobra



EL TABLERO DE CONTROL 220VAC-60HZ CUENTA CON:

- **Interruptor termo-magnético**
- **Fusibles de protección**
- **PLC**
- **Módulo**
- **Contactador**
- **Relé térmico**
- **Relés auxiliares**
- **Selectores de 2 posiciones N/A(S3-S4-S5)**
- **Selector de 3 posiciones N/A(S2)**
- **Lámparas piloto que indican la energización o no del tablero(H3-H4-H5)**
- **Lámpara piloto que indica el corto circuito en el sistema (H2)**
- **Pulsador N/C para cualquier emergencia que se presente.(S1)**

Operación del sistema de Control.

1.- Como primera medida se debe asegurar que el operario que vaya a realizar la puesta en marcha tenga el conocimiento básico de operación.

2.- Verificar que el interruptor termo-magnético este energizado.

Selector de 3 posiciones: (S2)

- 1.- Cuando se encuentra en la posición OFF los sistemas se encuentra apagados.
- 2.- Se gira en sentido anti-horario para indicar la posición del control manual.
- 3.- Se gira en sentido horario para indicar la posición de control automático.

CONTROL MANUAL

➤ Selector de 2 posiciones (Electroválvula 1)

- El selector S4 se gira en sentido ON para la apertura de la electroválvula 1, observando que la lámpara piloto verde H4 quede encendido, esto significa que pasara a trabajar el banco de colectores solares, y en sentido OFF para el cierre de la misma.

➤ Selector de 2 posiciones (Electroválvula 2)

El selector S5 se gira en sentido ON para la apertura de la electroválvula 2 observando que la lámpara piloto verde H5 quede encendido, la cual significa que pasa a trabajar el sistema hibrido, y en sentido OFF para el cierre de la misma.

➤ Selectores de 2 posiciones (Bomba)

El selector S3 SE gira en sentido ON para la activación del contactor y encendido de la bomba, observando que la lámpara piloto verde H3 quede encendido y en sentido OFF para la desactivación de la misma.

➤ Lámpara piloto rojo

Lámpara piloto rojo S2 debe estar apagado, si no es así el sistema sufrió un corto circuito.

➤ Pulsador de emergencia






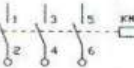














El pulsador de emergencia de color rojo S1 se usara en caso de que el sistema presente un fallo deteniendo el proceso, una vez detectado la avería y corregido se girara en sentido horario para activar el proceso del tablero de control.

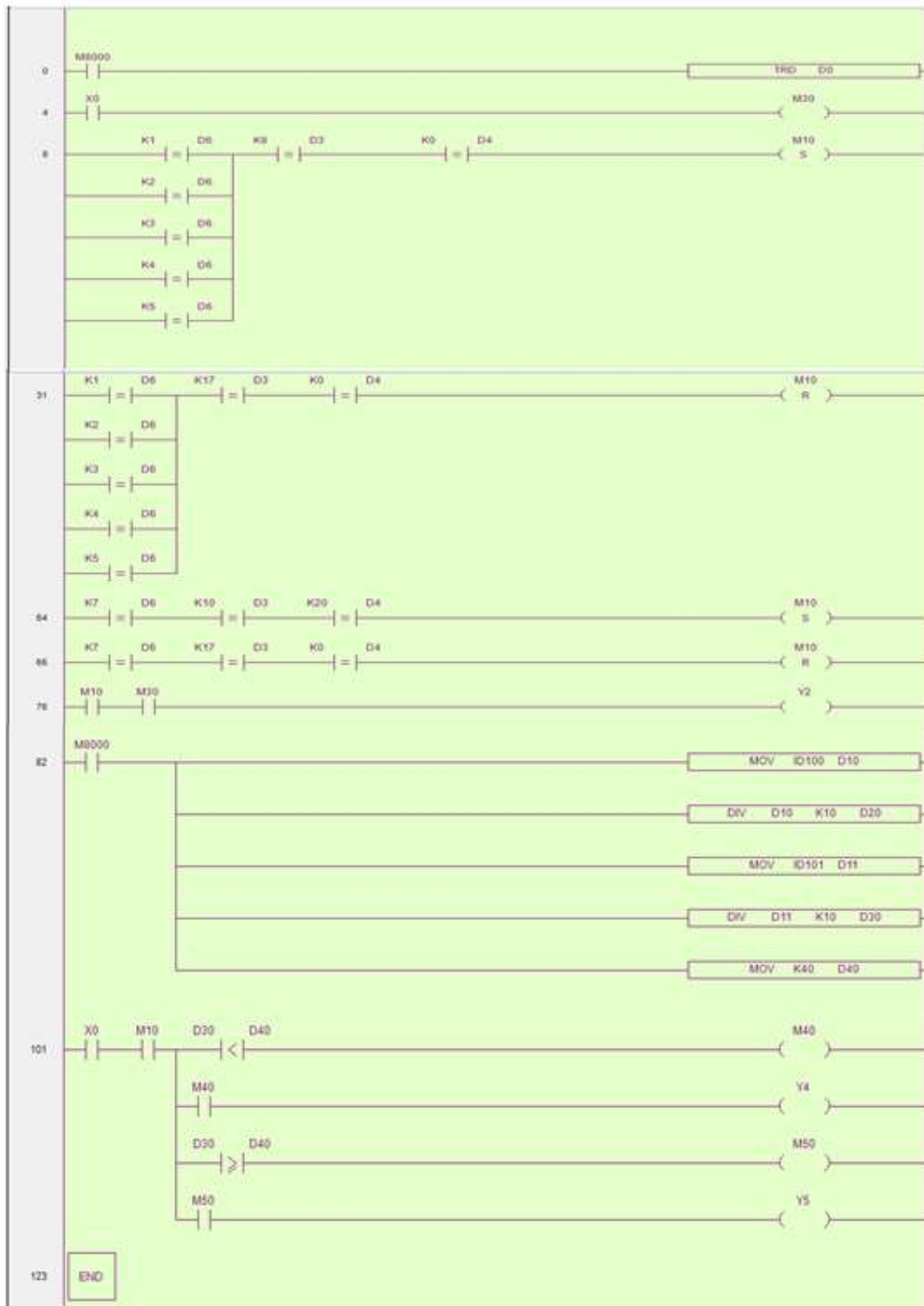
FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO. (PLC)

El sistema de calentamiento de agua de la piscina está basada en el control automático del sistema híbrido, con la ayuda de los sensores PT100 los cuales censaran la temperatura a la entrada y salida de los colectores térmicos, permitiendo enviar una señal a las electroválvulas para la apertura o cierre de los mismos en el proceso, el control se realiza con el sensor instalado a la salida de los colectores, si censan una temperatura menor a 40°C mandara a abrir la electroválvula(2) para que entre a funcionar el sistema auxiliar (calefones a GLP), mientras que la electroválvula(1) permanecerá cerrada, si censa una temperatura igual o mayor a 40°C pasara a abrir la electroválvula(1), mientras que a la electroválvula(2) se cerrara pasando a funcionar el sistema de colectores solares permitiendo el ahorro en el consumo de GLP.

Colores de acuerdo a la regla de seguridad			Aplicación especial en el tablero de control
Color	Significado	Explicación	Comentarios
Rojo	Peligro	El botón rojo debe ser accionado en caso de peligro, las lámparas piloto de señal roja da un aviso de peligro potencial	S1 Paro de emergencia. H2 señalización de sobrecarga
Amarillo	Advertencia	La lámpara rotativa es usada para indicar el momento en que se energiza el contactor primario	
Verde	Seguridad	Los botones verdes sirve para encender el equipo o las partes de este, esto ocurre al ser presionados. Las lámparas de color verde indican el encendido de cualquier equipo	H3 señalización de encendido de la bomba. H4 activación de la electroválvula 2. H5 activación de la electroválvula 1

SIMBOLOGÍA


				
Voltmetro	Amperimetro	Relé Térmico	Variac	Descargador de Gas
				
Contactor	Bornera	Interruptor Termomagnético	Transformador	Puente rectificador
				
Bobina del Contactor	Pulsador de Seta	Fusible	Interruptor de llave	Enclavamiento de Malla
				
Contacto NC	Pulsador	Final de Carrera	Piloto	Muletilla con retorno



Contadores

De 9 a 150 A

Guía de elección

1	Aplicaciones	Automatismos simples																																								
	1.1																																									
Corriente asignada de empleo le máx. AC-3 (Ue " 440 V) le AC-1 (i" " 40 AIC)		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>9 A</td> <td>12 A</td> <td>18 A</td> <td>25 A</td> <td>32 A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">25 A</td> <td>32 A</td> <td>40 A</td> <td>50 A</td> </tr> </table>					9 A	12 A	18 A	25 A	32 A	25 A		32 A	40 A	50 A																										
9 A	12 A	18 A	25 A	32 A																																						
25 A		32 A	40 A	50 A																																						
Tensión asignada de empleo		690 V																																								
Número de polos		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>3</td> <td>3 ó 4</td> <td>3</td> <td>3 ó 4</td> <td>3</td> </tr> </table>					3	3 ó 4	3	3 ó 4	3																															
3	3 ó 4	3	3 ó 4	3																																						
Potencia asignada de empleo en AC-3		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>220/240 V</td> <td>2,2 kW</td> <td>3 kW</td> <td>4 kW</td> <td>5,5 kW</td> <td>7,5 kW</td> </tr> <tr> <td>380/400 V</td> <td>4 kW</td> <td>5,5 kW</td> <td>7,5 kW</td> <td>11 kW</td> <td>15 kW</td> </tr> <tr> <td>415/440 V</td> <td>4 kW</td> <td>5,5 kW</td> <td>9 kW</td> <td>11 kW</td> <td>15 kW</td> </tr> <tr> <td>500 V</td> <td>5,5 kW</td> <td>7,5 kW</td> <td>10 kW</td> <td>15 kW</td> <td>18,5 kW</td> </tr> <tr> <td>660/690 V</td> <td>5,5 kW</td> <td>7,5 kW</td> <td>10 kW</td> <td>15 kW</td> <td>18,5 kW</td> </tr> <tr> <td>1.000 V</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>					220/240 V	2,2 kW	3 kW	4 kW	5,5 kW	7,5 kW	380/400 V	4 kW	5,5 kW	7,5 kW	11 kW	15 kW	415/440 V	4 kW	5,5 kW	9 kW	11 kW	15 kW	500 V	5,5 kW	7,5 kW	10 kW	15 kW	18,5 kW	660/690 V	5,5 kW	7,5 kW	10 kW	15 kW	18,5 kW	1.000 V	-	-	-	-	-
220/240 V	2,2 kW	3 kW	4 kW	5,5 kW	7,5 kW																																					
380/400 V	4 kW	5,5 kW	7,5 kW	11 kW	15 kW																																					
415/440 V	4 kW	5,5 kW	9 kW	11 kW	15 kW																																					
500 V	5,5 kW	7,5 kW	10 kW	15 kW	18,5 kW																																					
660/690 V	5,5 kW	7,5 kW	10 kW	15 kW	18,5 kW																																					
1.000 V	-	-	-	-	-																																					
Bloques aditivos de contactos auxiliares		<p>Frontales Laterales Temporiz. frontales Frontales estancos</p> <p>Hasta 4 "NC" ó "NA" Hasta 2 contactos "NC" ó "NA" a la izquierda y a la derecha 1 "NA" + 1 "NC" Hasta 2 contactos "NA" normales, 2 contactos "NA" estancos y 2 bornas de continuidad de las masas de blindaje</p>																																								
Relés térmicos manual-auto asociables		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>0,10...10 A</td> <td>0,10...13 A</td> <td>0,10...18 A</td> <td>0,10...32 A</td> <td>0,10...40 A</td> </tr> <tr> <td>2,5...10 A</td> <td>2,5...13 A</td> <td>2,5...18 A</td> <td>2,5...32 A</td> <td></td> </tr> </table>					0,10...10 A	0,10...13 A	0,10...18 A	0,10...32 A	0,10...40 A	2,5...10 A	2,5...13 A	2,5...18 A	2,5...32 A																											
0,10...10 A	0,10...13 A	0,10...18 A	0,10...32 A	0,10...40 A																																						
2,5...10 A	2,5...13 A	2,5...18 A	2,5...32 A																																							
Módulos antiparasitarios		Varistancia, diodo, circuito RC o diodo limitador de cresta bidireccional																																								
Interfaces		De relé, relés de activación forzada o estática			De relé, relés																																					
Tipos de contactores		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>LC1-D09</td> <td>LC1-D12</td> <td>LC1-D18</td> <td>LC1-D25</td> <td>LC1-D32</td> </tr> <tr> <td>LP1-D09</td> <td>LP1-D12</td> <td>LP1-D18</td> <td>LP1-D25</td> <td>LP1-D32</td> </tr> </table>					LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25	LC1-D32	LP1-D09	LP1-D12	LP1-D18	LP1-D25	LP1-D32																										
LC1-D09	LC1-D12	LC1-D18	LC1-D25	LC1-D32																																						
LP1-D09	LP1-D12	LP1-D18	LP1-D25	LP1-D32																																						
Tipos de inversores con condensación mecánica		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>LC2-D09</td> <td>LC2-D12</td> <td>LC2-D18</td> <td>LC2-D25</td> <td>LC2-D32</td> </tr> <tr> <td>LP2-D09</td> <td>LP2-D12</td> <td>LP2-D18</td> <td>LP2-D25</td> <td>LP2-D32</td> </tr> </table>					LC2-D09	LC2-D12	LC2-D18	LC2-D25	LC2-D32	LP2-D09	LP2-D12	LP2-D18	LP2-D25	LP2-D32																										
LC2-D09	LC2-D12	LC2-D18	LC2-D25	LC2-D32																																						
LP2-D09	LP2-D12	LP2-D18	LP2-D25	LP2-D32																																						
Páginas		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Contadores</td> <td>1/92 a 1/95</td> </tr> <tr> <td>Inversores</td> <td>1/96 y 1/97</td> </tr> </table>					Contadores	1/92 a 1/95	Inversores	1/96 y 1/97																																
Contadores	1/92 a 1/95																																									
Inversores	1/96 y 1/97																																									

ELECTROVÁLVULAS 2W500-50**2W500-50**

MODELO	2W-500-50
MEDIO DE TRABAJO	AIRE, AGUA, PETROLEO, GAS
PATRON DE MOVIMIEMTO	TIPO DE IMPULSION DIRECTO
TIPO	NORMAL TIPO DE CIERRE NORMAL TIPO ABIERTO
APERTURA DE CAUDAL	50mm
Cv	48
DIAMETRO DEL TUBO DE JUNTA	2"
FUNCIONAMIENTO FLUIDO VISCOSIDAD	POR DEBAJO 20 CST
PRESION DE TRABAJO	AGUA/ACEITE 0 ~ 5 kgf / cm ² , AIRE / GAS: 0 ~ 7 kgf / cm ²
RESISTENCIA MAXIMA DE PRESION	10,5 kgf / cm ²
RANGO DE TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-5 ~ 80 °C
VOLTAJE	DC12V, DC24V, AC24V, AC36V, AC110V, AC220V, AC380V
RANGO DE VOLTAJE	± 10%
MATERIAL	BRONCE
MATERIAL DEL SELLO DE ACEITE	NBR, EPDM, VITON

TABLA DE TEMPERATURA/RESISTENCIA

DIN IEC 751

Temperature/Resistance Table for Platinum Sensors



°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
-200	18.52	20	107.79	240	190.47	460	267.56
-195	20.68	25	109.73	245	192.29	465	269.25
-190	22.83	30	111.67	250	194.10	470	270.93
-185	24.97	35	113.61	255	195.91	475	272.61
-180	27.10	40	115.54	260	197.71	480	274.29
-175	29.22	45	117.47	265	199.51	485	275.97
-170	31.33	50	119.40	270	201.31	490	277.64
-165	33.44	55	121.32	275	203.11	495	279.31
-160	35.54	60	123.24	280	204.90	500	280.98
-155	37.64	65	125.16	285	206.70	505	282.64
-150	39.72	70	127.08	290	208.48	510	284.30
-145	41.80	75	128.99	295	210.27	515	285.96
-140	43.88	80	130.90	300	212.05	520	287.62
-135	45.94	85	132.80	305	213.83	525	289.27
-130	48.00	90	134.71	310	215.61	530	290.92
-125	50.06	95	136.61	315	217.38	535	292.56
-120	52.11	100	138.51	320	219.15	540	294.21
-115	54.15	105	140.40	325	220.92	545	295.85
-110	56.19	110	142.29	330	222.69	550	297.49
-105	58.23	115	144.18	335	224.45	555	299.12
-100	60.26	120	146.07	340	226.21	560	300.75
-95	62.28	125	147.95	345	227.96	565	302.38
-90	64.30	130	149.83	350	229.72	570	304.01
-85	66.31	135	151.71	355	231.47	575	305.63
-80	68.33	140	153.58	360	233.21	580	307.25
-75	70.33	145	155.46	365	234.96	585	308.87
-70	72.33	150	157.33	370	236.70	590	310.49
-65	74.33	155	159.19	375	238.44	595	312.10
-60	76.33	160	161.05	380	240.18	600	313.71
-55	78.32	165	162.91	385	241.91	605	315.31
-50	80.31	170	164.77	390	243.64	610	316.92
-45	82.29	175	166.63	395	245.37	615	318.52
-40	84.27	180	168.48	400	247.09	620	320.12
-35	86.25	185	170.33	405	248.81	625	321.71
-30	88.22	190	172.17	410	250.53	630	323.30
-25	90.19	195	174.02	415	252.25	635	324.89
-20	92.16	200	175.86	420	253.96	640	326.48
-15	94.12	205	177.69	425	255.67	645	328.06
-10	96.09	210	179.53	430	257.38	650	329.64
-5	98.04	215	181.36	435	259.08	655	331.22
0	100.00	220	183.19	440	260.78	660	332.79
5	101.95	225	185.01	445	262.48		
10	103.90	230	186.84	450	264.18		
15	105.85	235	188.66	455	265.87		

Permissible Deviations for Class A and Class B Platinum Sensors

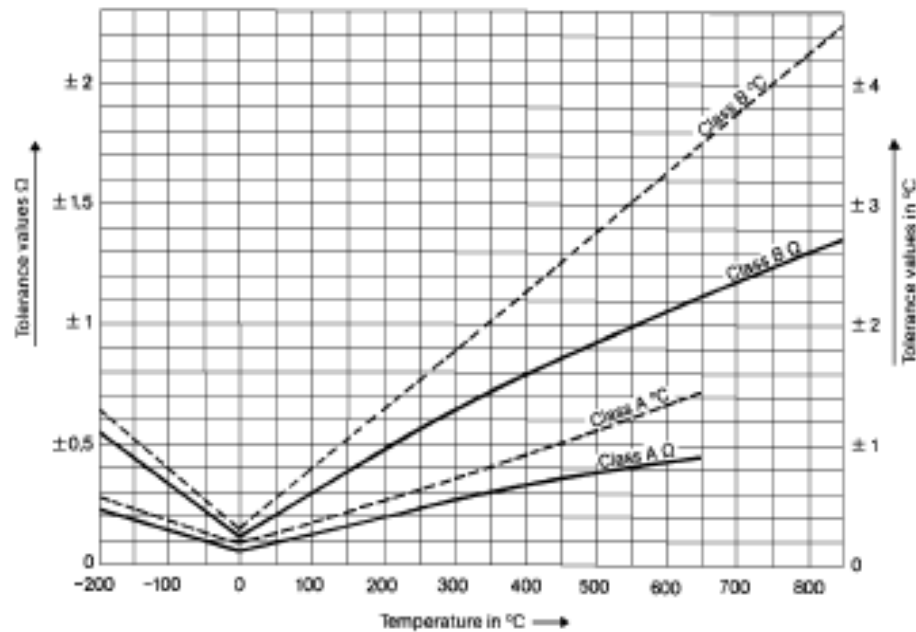
The permissible deviations for platinum resistance elements (uncalibrated) are determined by the following equations (In accordance with DIN IEC 751):

Permissible Deviation – Class A
 $^{\circ}\text{C} = \pm(0.15 + 0.002 [t])$

Permissible Deviation – Class B
 $^{\circ}\text{C} = \pm(0.3 + 0.005 [t])$

Where [t] is the temperature value in $^{\circ}\text{C}$.

Measuring temp. $^{\circ}\text{C}$	Permissible Deviations			
	Class A		Class B	
	Ω	$^{\circ}\text{C}$	Ω	$^{\circ}\text{C}$
-200	± 0.24	± 0.55	± 0.56	± 1.3
-100	± 0.14	± 0.35	± 0.32	± 0.8
0	± 0.06	± 0.15	± 0.12	± 0.3
100	± 0.13	± 0.35	± 0.30	± 0.8
200	± 0.20	± 0.55	± 0.48	± 1.3
300	± 0.27	± 0.75	± 0.64	± 1.8
400	± 0.33	± 0.95	± 0.79	± 2.3
500	± 0.38	± 1.15	± 0.93	± 2.8
600	± 0.43	± 1.35	± 1.06	± 3.3
650	± 0.46	± 1.45	± 1.13	± 3.6
700	—	—	± 1.17	± 3.8
800	—	—	± 1.28	± 4.3
850	—	—	± 1.34	± 4.6



ANEXO 15

COLECTORES SOLARES TÉRMICOS EN MAL ESTADO

1/1



ANEXO 16	COLECTORES SOLARES TÉRMICOS CON MANTENIMIENTO	1/1
----------	-----------------------------------------------	-----



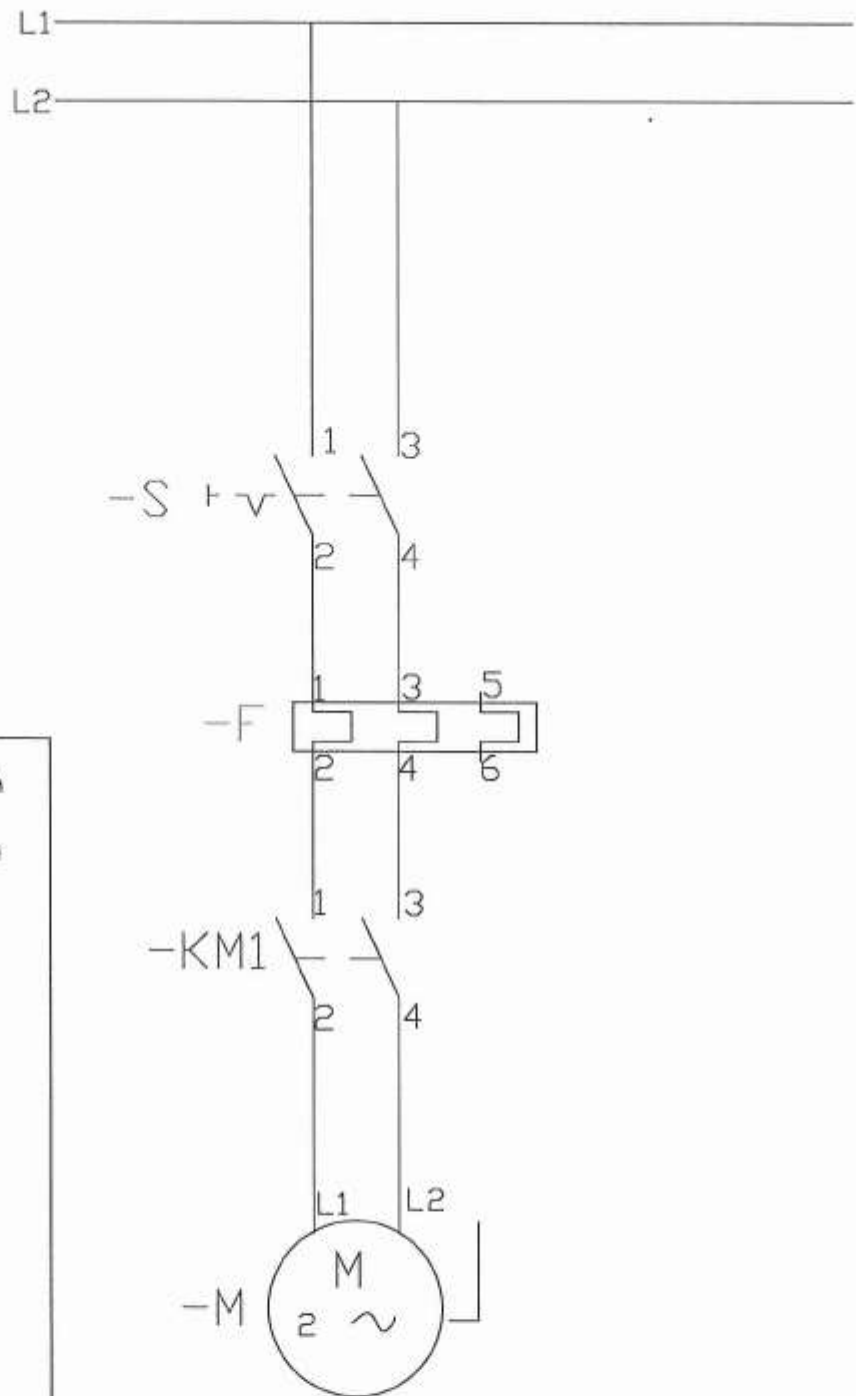






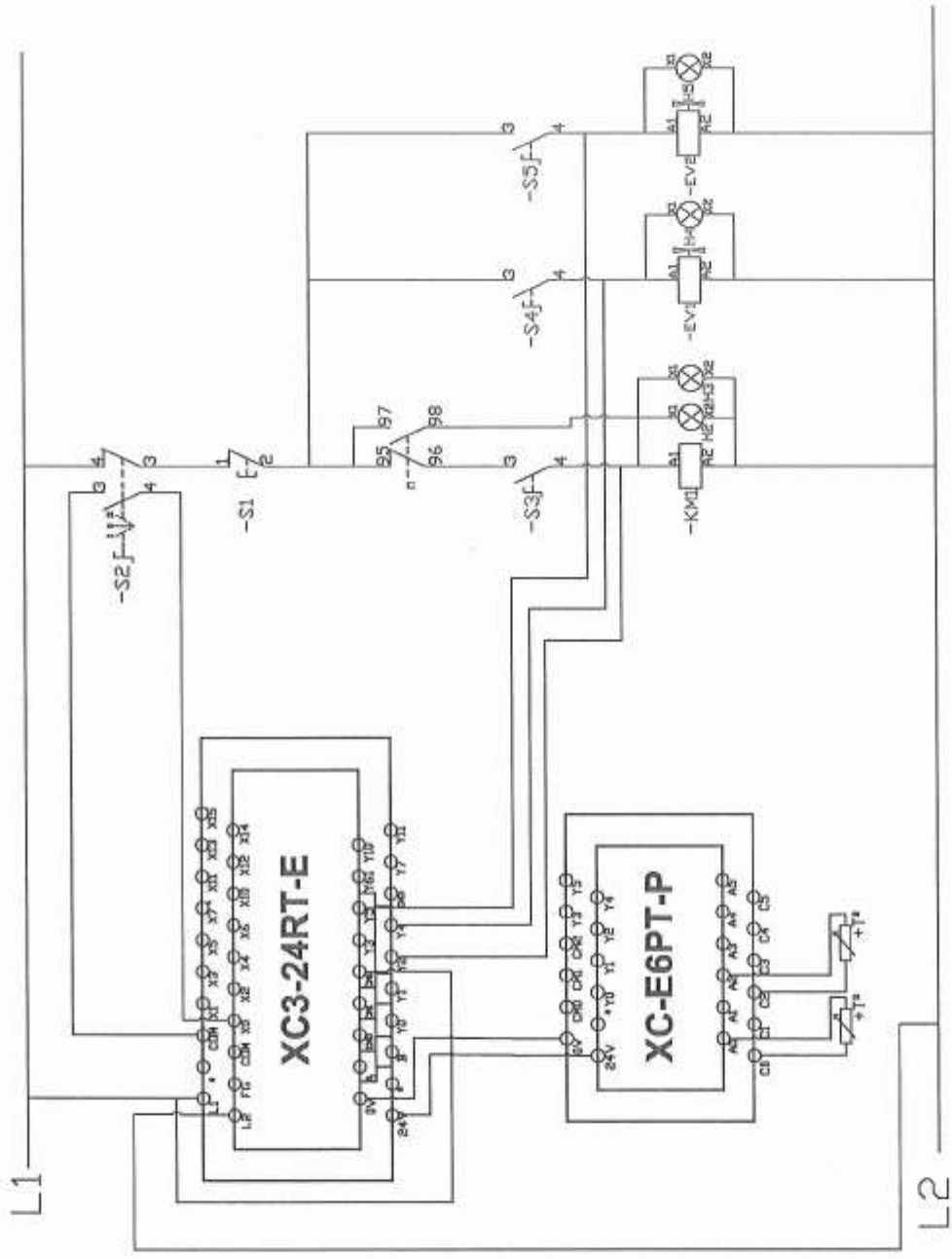
SENSOR PT100 INSTALADO





SIMBOLOGÍA	
	INTERRUPTOR TERMO-MAGNÉTICO
	RELÉ TÉRMICO
	CONTACTOR
	BOMBA

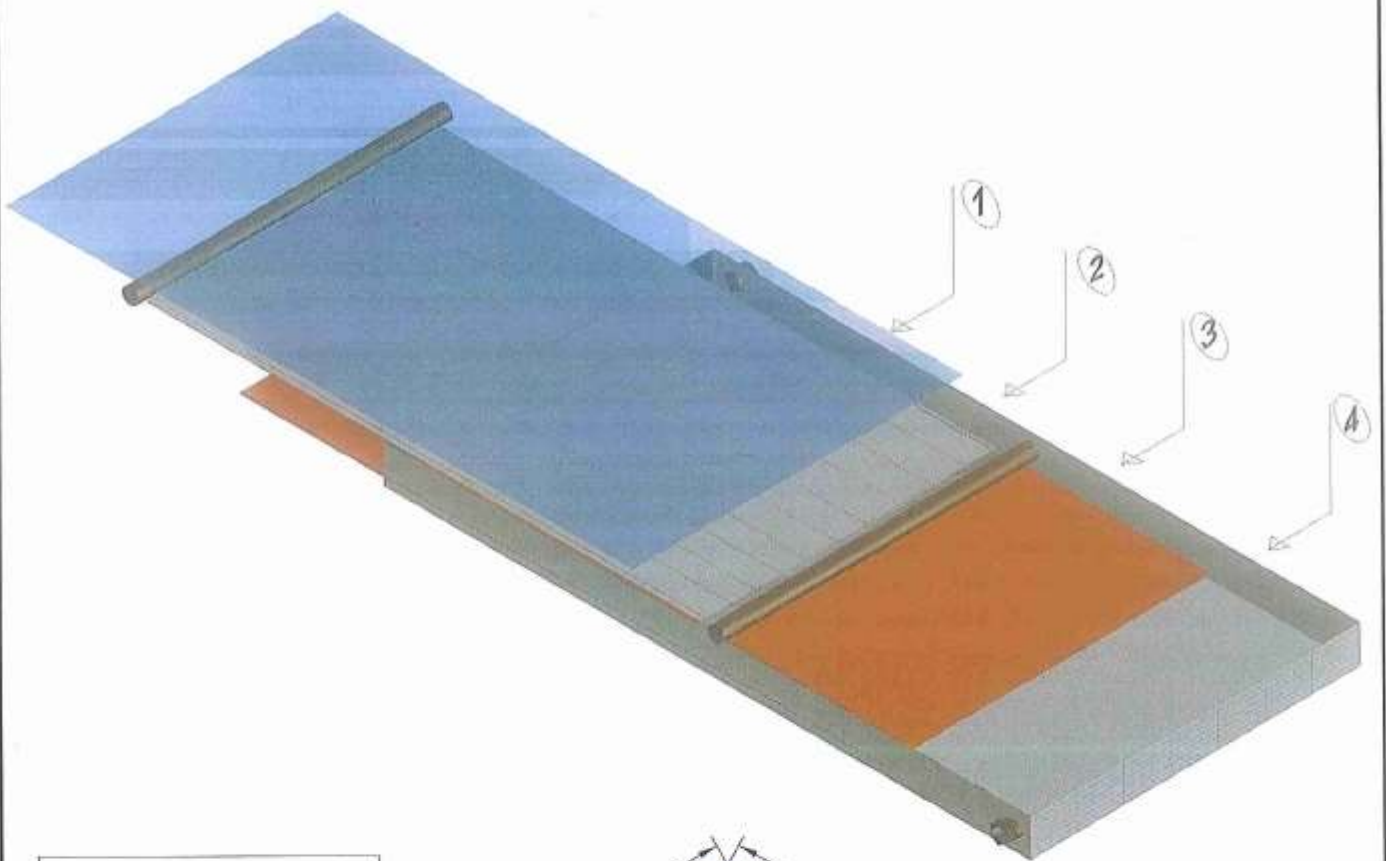
TRATAMIENTO TÉRMICO: NO APLICA		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		
RECUBRIMIENTO: NO APLICA					
MATERIAL	TOLERANCIA	ESCALA	DIS.	D. FREDY	
NO APLICA	NO APLICA	1 + 1	DIB.	CH. ALEX	
			REV.	E. CARLOS	
CIRCUITO DE FUERZA			21		



SIMBOLOGÍA

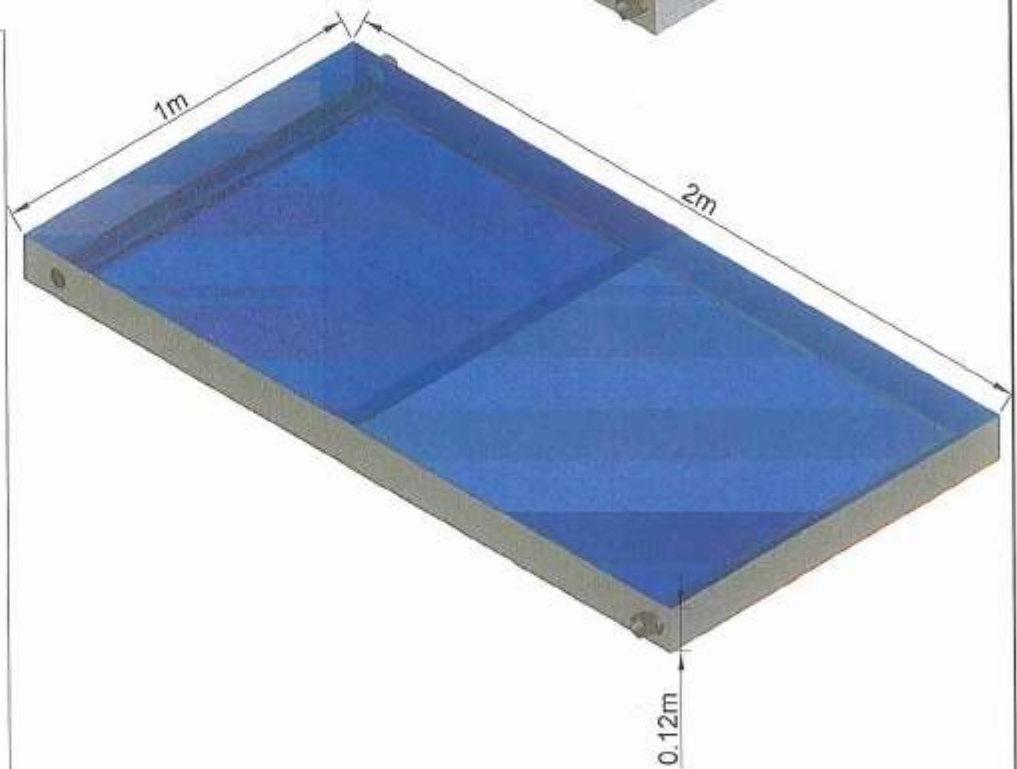
	PULEADOR PAHO DE EMERGENCIA
	CONTACTO DEL RELÉ TÉRMICO
	SELECTOR ON/OFF
	BOBINA DEL CONTACTOR
	LAMPARAS DE SEÑALIZACION
	ELECTROVALVULA
	SELECTOR DE 3 POSICIONES ON-OFF-O

TRATAMIENTO TERMICO:		UTC		CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA	
RECUBRIMIENTO: NO APLICA		ESCALA		DIS. D. FREDY	
MATERIAL		NO APLICA		DIB. CH. ALEX	
NO APLICA		1 + 1		REV. E. CARLOS	
DIAGRAMA ELÉCTRICO				22	

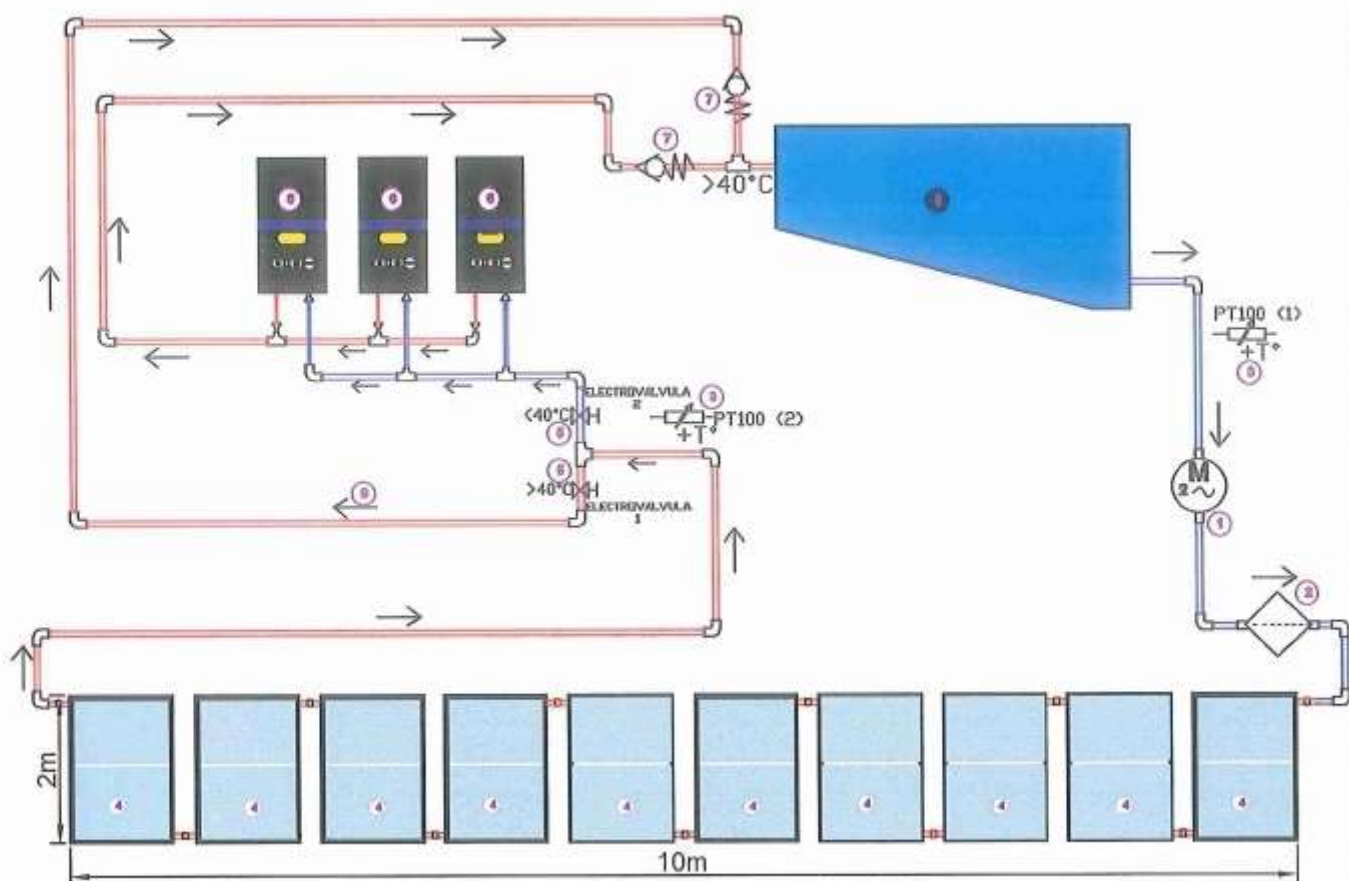


SIMBOLOGÍA

- ① CUBIERTA TRANSPARENTE
- ② ABSORBEDOR
- ③ AISLANTE TÉRMICO
- ④ CARCASA



TRATAMIENTO TÉRMICO: NO APLICA		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA		
RECUBRIMIENTO: NO APLICA					
MATERIAL: VIDRIO, ACERO GALVANIZADO, TUBOS DE COBRE, AISLANTE TÉRMICO DE POLIETILENO CON ALUMINIO	TOLERANCIA: NO APLICA	ESCALA: 1 + 1	DIS: O. FREDY		
			DIB: CH. ALEX		
			REV: E. CARLOS		
COLECTOR SOLAR TÉRMICO		23			



SIMBOLOGÍA

- ① BOMBA DE AGUA
- ② FILTRO DE AGUA
- ③ SENSOR PT100
- ④ COLECTORES SOLARES TÉRMICOS
- ⑤ ELECTROVALVULA
- ⑥ CALEFONES A GAS
- ⑦ VÁLVULA ANTIRETORNO
- ⑧ PISCINA
- ⑨ DIRECCIÓN DE FLUIDO

TRATAMIENTO TÉRMICO:		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMEQUÍNICA		
RECUBRIMIENTO: NO APLICA					
MATERIAL	TOLERANCIA	ESCALA 1 + 1	DIS.	D. FREDY	
NO APLICA	NO APLICA		DIB.	CH. ALEX	
			REV.	E. CARLOS	
SISTEMA HÍBRIDO		24			