

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DE PANELES SOLARES TERMICO DE RESPALDO  
PARA PROVEER AGUA CALIENTE AL HOSPITAL MARÍA  
REICHE, MARCONA - ICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

OLIVERA ROJAS, GEAN FRANCO

**ASESOR:**

ELISEO PAEZ APOLINARIO

**Villa el Salvador**

**2021**

## DEDICATORIA

Dedico a mi familia, en especial a mis padres, por animarme y estar conmigo, ellos me dieron enseñanzas y son los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”, a mi padre por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, a mi madre por apoyarme y guiarme, por ser la base y que me ayudo a llegar hasta aquí, quien ha sido parte fundamental para escribir estas palabras.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco enormemente a mis padres por haberme sacado adelante y me dieron la oportunidad de formarme profesionalmente en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (UNTELS).

De igual manera agradecer a mi asesor de tesis al Ingeniero Eliseo Paez Apolinario, por guiarme, en la elaboración y capacitación de mi Trabajo de Suficiencia Profesional y haberme brindado apoyo necesario para poder desarrollar metas profesionales.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
LISTADO DE FIGURAS.....	VI
LISTADO DE TABLAS .....	VIII
LISTA DE ANEXOS .....	IX
RESUMEN .....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
CAPÍTULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Contexto (empresa).....	1
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	2
1.2.1. Delimitación temporal.....	2
1.2.2. Delimitación espacial .....	2
1.3. Objetivos:.....	4
CAPÍTULO II .....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes:.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales:.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	7
2.2. Bases teóricas: .....	10
2.2.1. La Irradiación del Sol en el Perú: .....	10
2.2.2. Esquema básico de funcionamiento de instalación solar:.....	11
2.2.3. Calentamiento Solar de Agua: .....	12
2.2.4. COLECTOR SOLAR PLANO:.....	13

2.2.5. Diseño de la estructura para sostener el panel solar: .....	14
2.2.6. RECIPIENTE CON DIAFRAGMA (vaso de expansión): .....	15
2.2.7. Tanque Inter acumulador para ACS:.....	16
2.2.8. Desventajas de la Energía Solar:.....	17
2.2.9. Cuadro Climático de las Temperaturas en Nazca:.....	18
2.2.10. Horas de Sol de la ciudad de Nazca: .....	18
2.2.11. Diagrama de Temperatura Nazca: .....	19
2.2.12. Normas y Estándares:.....	20
2.3. Definición de términos básicos: .....	26
CAPÍTULO III .....	28
DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	28
3.1. Determinación y Análisis del Problema: .....	28
3.2. Modelo de solución propuesto:.....	30
3.2.1. Dimensionado y cálculos para los equipos a usar: .....	31
3.3. RESULTADOS: .....	63
CONCLUSIONES .....	68
RECOMENDACIONES .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Terreno asignado, el norte es paralelo al eje vertical de esta página.	3
<b>Figura 2.1</b>	Energía solar incidente diaria de Ica .....	10
<b>Figura 2.2</b>	Esquema básico de una instalación solar .....	11
<b>Figura 2.3</b>	Colector Solar .....	13
<b>Figura 2.4</b>	Colector Solar Plano.....	13
<b>Figura 2.5</b>	Diseño de la estructura que soportara el panel solar .....	15
<b>Figura 2.6</b>	Tanque acumulador de agua caliente .....	16
<b>Figura 2.7</b>	Planta solar Rubí.....	17
<b>Figura 2.8</b>	Grafico de las horas de sol en la ciudad de Nazca .....	19
<b>Figura 2.9</b>	Diagrama de Temperatura Nazca .....	20
<b>Figura 3.1</b>	Cálculo de la demanda para Agua Caliente Sanitaria .....	29
<b>Figura 3.2</b>	Cálculo de Interpolación .....	34
<b>Figura 3.3</b>	Cálculo del rendimiento del Captador.....	38
<b>Figura 3.4</b>	Cálculo del aporte de Energía Solar.....	39
<b>Figura 3.5</b>	Calculo para el Numero de Captadores Solares .....	40
<b>Figura 3.6</b>	Dimensión que hay entre captador a captador .....	45
<b>Figura 3.7</b>	Cálculo de separación entre Captadores .....	45
<b>Figura 3.8</b>	Cálculo de volumen del tanque Acumulador parar A.C.S.....	48
<b>Figura 3.9</b>	Cálculo del número de tanques de Interacumulación para A.C.S. .	48
<b>Figura 3.10</b>	Circuito para tramos de los paneles en filas.....	51
<b>Figura 3.11</b>	Cálculo del diámetro de la tubería en la red primaria .....	54
<b>Figura 3.12</b>	Cálculo del diámetro de la tubería en la red secundaria.....	54
<b>Figura 3.13</b>	Cálculo de la bomba solar de circulación .....	58
<b>Figura 3.14</b>	Cálculo del volumen del vaso de expansión cerrado.....	61
<b>Figura 3.15</b>	Selección del calentador de agua y electrobomba de A.C.S.....	62
<b>Figura 3.16</b>	Dimensiones del espacio entre equipos de la casa de fuerza.....	63
<b>Figura 3.17</b>	Esquema de planta ubicado en la casa de fuerza .....	63
<b>Figura 3.18</b>	Detalles de Captadores Solares con medidas de panel, tuberías, bombas y estructuras metálicas .....	64
<b>Figura 3.19</b>	Medidas de las tuberías en el Esquema de Planta Ubicado en el Techo de la Casa de Fuerza .....	65
<b>Figura 3.20</b>	Medidas de las tuberías en el Esquema de Planta Ubicado en el Cuarto de Fuerza .....	65

**Figura 3.21** Resumen del Sistema de Cálculos de Paneles..... 66

**Figura 3.22** Segunda parte del Resumen del Sistema de Cálculos de Paneles.67

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b>	Clasificación de Hospitales según grado de Complejidad.....	2
<b>Tabla 2.1</b>	Características del Colector.....	14
<b>Tabla 2.2</b>	Selección de vaso de expansión según el número de paneles.....	15
<b>Tabla 2.3</b>	Cálculo del número de tanques de acumulación .....	17
<b>Tabla 2.4</b>	Cuadro climático sobre las temperaturas más elevadas y mínimas	18
<b>Tabla 3.1</b>	Duración astronómica por latitud y mes .....	33
<b>Tabla 3.2</b>	Dimensiones y capacidades del acumulador .....	47
<b>Tabla 3.3</b>	Tuberías para circuito primario .....	49
<b>Tabla 3.4</b>	Dimensiones y características de tubería rígida de cobre.....	53
<b>Tabla 3.5</b>	Espesores para aislamiento de tuberías .....	62



## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO N°1</b> MAPA DE LA ENERGIA SOLAR INCIDENTE DIARIA.....	72
<b>ANEXO N°2</b> TEMPERATURA MINIMA REGISTRADA EN ICA DURANTE LOS AÑO DE 2016 A 2018 .....	73
<b>ANEXO N°3</b> TEMPERATURA MAXIMA REGISTRADA EN ICA DURANTE LOS AÑO DE 2016 A 2018 .....	74
<b>ANEXO N°4</b> TEMPERATURAS DE DISEÑO CON DATOS APORTADOS POR EL SENAMHI.....	74
<b>ANEXO N°5</b> ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CAPTADORES SOLARES .....	75
<b>ANEXO N°6</b> DETALLE DEL CORTE DEL CUARTO DE FUERZA CON LOS CAPTADORES INSTALADOS EN EL TECHO .....	76
<b>ANEXO N°7</b> REVISIÓN DEL PRIMER ENTREGABLE, ESPECIALIDAD INSTALACIONES MECÁNICAS .....	77
<b>ANEXO N°8</b> REVISIÓN DEL SEGUNDO ENTREGABLE, ESPECIALIDAD INSTALACIONES MECÁNICAS .....	78

## RESUMEN

El presente TSP “Diseño de Paneles Solares Térmico de Respaldo para Proveer Agua Caliente al Hospital María Reiche, Marcona - Ica”, tiene como objetivo principal es lograr diseñar una instalación de paneles solares térmica secundaria y actuara como respaldo para los calentadores de agua en el Hospital y así poder producir Agua Caliente Sanitaria a 55°C.

La metodología se basa en usar las Normas RNE, RITE, NTS para poder hacer la comparación con los patrones que se nos sugiere. Para lograr esto nos apoyaremos también en Softwares de diseño y de análisis de datos como son el AutoCAD y Excel.

Al finalizar el Proyecto se verá el aprovechamiento del recurso solar en la Generación de Calor y la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en el poblado rural Marcona – Ica, también se resaltarán los hallazgos mostrando los resultados obtenidos mediante imágenes que evidenciaran que se siguió la normativa.

**Palabras Clave:** Paneles Solares, Captadores Solares, Energía Renovable, Captación Solar.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene por título “DISEÑO DE PANELES SOLARES TERMICO DE RESPALDO PARA PROVEER AGUA CALIENTE AL HOSPITAL MARIA REICHE, MARCONA - ICA”, cuya problemática principal es mejorar el sistema térmico de los Hospitales Nacionales para poder calentar agua sanitaria, por lo que nos planteamos el objetivo de diseñar y dimensionar una instalación solar térmica secundaria de respaldo a los calentadores de agua para producir Agua Caliente Sanitaria a 55°C y así poder de esta manera reducir el gasto de combustible.

En una primera parte analizaremos los diferentes dispositivos de ahorro en cuanto al tema de utilización de agua se refiere, se hará un análisis de la implementación para ver los resultados y también de cómo la instalación solar se dimensionará paso a paso.

En la siguiente o segunda parte se centrará en los cálculos y las dimensiones de instalación térmica para poder usar la energía del sol y poder así abastecer la demanda de A.C.S (Agua Caliente Sanitaria) que el hospital requiere. También se explicará los diferentes equipos que integraran la instalación solar térmica.

En el transcurso de las diferentes fases del proceso de diseño de esta instalación se irán seleccionando componentes para construirla de acuerdo con los reglamentos y normativas vigentes además de los catálogos proporcionados por fabricantes de Paneles Solares o también llamado Colector Solar.

En la parte final del trabajo será evidente el aprovechamiento del recurso solar en la Generación de Calor y la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en el poblado rural Marcona – Ica.

# CAPÍTULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1. Contexto (empresa)

La empresa “R&S Ingenieros S.A.C.” se dedica al proceso, diseño, cálculos y dimensionamientos; como, por ejemplo, tuberías, bombas, etc., de proyectos pequeños, medianos y grandes; usando siempre todas las normas necesarias para el proceso del diseño del proyecto.

La finalidad del documento es dar una descripción de la Instalación Mecánica del proyecto e indicar los alcances de trabajos a ser ejecutados y que servirán para establecer las especificaciones de los equipos, materiales a ser empleados en la ejecución de la obra. El proyecto que se menciona en este trabajo es del tipo “Establecimiento de Salud de Atención General”, en el segundo nivel de atención, categoría II-1.

El proyecto de arquitectura comprende un área de terreno de 24,122.85 m<sup>2</sup>. En el Establecimiento de Salud existen áreas de trabajo claramente diferenciadas por la actividad que se realiza en ellas; los cambios que han de soportar estas áreas a lo largo de la vida del establecimiento no son constantes y por lo tanto las distintas partes que configuran los espacios, en el caso de este Hospital por su magnitud y su complejidad al que está abocado no estará sujeto a estos cambios, pero si a la posibilidad de hacer crecer algunas áreas o servicios, por lo que parece razonable que desde el inicio de la concepción de la edificación hasta su definición en el proyecto de ejecución, se tendrá en cuenta esta circunstancia.

A nivel de Arquitectura el proyecto responde a una terminología de Establecimiento de Salud con una red de circulaciones tridimensionales, clasificadas y jerarquizadas de manera que no se produzcan interferencias entre ellas. Las cuales van alimentando a las Unidades Funcionales del Establecimiento de Salud.

HOSPITALES	
<p><b>Tabla N°2.</b>  <b>Clasificación de Hospitales según Grado de Complejidad, Número de Camas y ámbito Geográfico de acción (DS N°005-90-SA)</b></p>	
Tipo de Hospital	Descripción
Hospital Tipo I	Brinda atención general en las áreas de medicina, cirugía, pediatría, gineco-obstetricia y odontoestomatología
Hospital Tipo II	Además de lo señalado para el Hospital Tipo I, presta atención básica en los servicios independientes de medicina, cirugía gineco-obstetricia y pediatría.
Hospital Tipo III	A lo ya considerado en las anteriores clasificaciones también da atención en determinadas sub-especialidades.
Hospital Tipo IV	Brinda atención de alta especialización a casos seleccionados.
<p>Fuente: Ministerio de Salud. Reglamento General de Hospitales del Sector Salud .D.S. N° 005-90-SA.</p> <p>a) Por el número de camas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospital pequeño: hasta 49 camas</li> <li>• Hospital mediano: de 50 hasta 149 camas</li> <li>• Hospital Grande: de 150 camas hasta 299 camas</li> <li>• Hospital Extra-grande: mayor de 400 camas</li> </ul>	

Tabla 1.1. Clasificación de Hospitales según grado de Complejidad  
Fuente: <https://slideplayer.es/slide/5519319/>

## 1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo

### 1.2.1. Delimitación temporal

El presente informe se está elaborando desde el mes de agosto del presente año 2021 y durará 5 meses estimados hasta el mes de diciembre de este año, por dificultades de pandemia y observaciones de supervisores el TSP concluirá como se ha estipulado.

### 1.2.2. Delimitación espacial

El proyecto se refiere al Diseño Mecánico de Paneles Solares para la Recuperación de los servicios de salud del hospital María Reiche de la red asistencial Ica – Essalud, en el distrito de Marcona,

provincia de Nasca, departamento de Ica, ubicado en una zona urbanística consolidada.

El proyecto es un establecimiento de Salud, ubicado en la Av. 28 de Julio s/n, Distrito de Marcona, Provincia de Nazca, Departamento de Ica; se desarrolló en base a los planos de Arquitectura y Equipamiento (Especialidades primordiales para elaborar el proyecto).

DISTRITO:	MARCONA
PROVINCIA:	NAZCA
DEPARTAMENTO:	ICA
DIRECCIÓN:	AV. 28 DE JULIO S/N

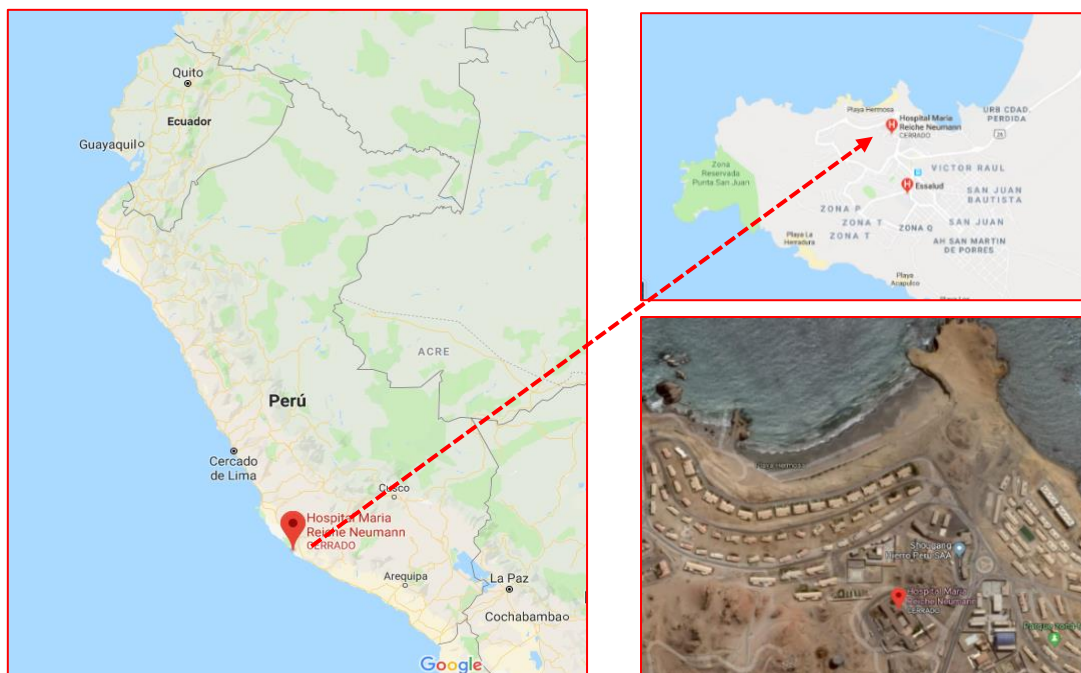


Figura 1.1. Terreno asignado, el norte es paralelo al eje vertical de esta página.

Fuente: <https://www.google.com/maps/place/San+Juan+de+Marcona/@-15.3690583,-75.163998,11.5z/data=!4m5!3m4!1s0x9116634c89061717:0x8217b95e80922099!8m2!3d-15.3439659!4d-75.0844757>

### 1.3. Objetivos:

**O1. Objetivo 1:** Diseñar la instalación solar térmica secundaria de respaldo a los calentadores de agua mediante la Norma RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) para cubrir las necesidades energéticas de Agua Caliente en el centro de Salud.

**O1. Objetivo 2:** Dimensionar los componentes de la instalación solar térmica mediante la norma NTS (Norma Técnica de Salud) -119, catálogos de proveedores y fórmulas que se describirán en el trabajo, para producir Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) a 55°C.

**O3. Objetivo 3:** Evaluar los datos obtenidos con los parámetros definidos por las normas RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios), la NTS (Norma Técnica de Salud) -119, para verificar que el diseño es correcto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes:**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales:**

Sánchez Procel (2010), realizó el trabajo de Tesis “Análisis y Diseño de un Sistema de Calefacción Solar para Agua Caliente Sanitaria” para La Obtención del Título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca – Ecuador. Tuvo como objetivo comprender el sistema de calentamiento del agua para usarlo en hogares usando la ayuda del sol, también utiliza paneles solares con serpentines, ya que de manera natural y sin cooperación de la electricidad puede aumentar la temperatura del agua y posteriormente la acumula en un tanque para su uso. El nivel de investigación es descriptivo con la respectiva indagación de las fuentes bibliográficas y textos citados, para mostrar los resultados se realizaron cálculos para la obtención de cantidad de recursos que se utilizara como lo es la cantidad de agua caliente. El estudio concluye que es favorable tener el panel solar, ya que las mediciones obtenidas por el equipo instalado arrojaron resultados propicios con respecto a la temperatura de salida del agua, pudo alcanzar hasta 75 °C en un día con buena radiación. Esta Tesis me ayudo a comprender más con fines conceptuales como y la necesidad de diseñar un sistema de agua caliente para satisfacer las necesidades de las personas.

Ramos Lopez & Luna Puente (2014), Presentaron Trabajo de Investigación “Diseño de un Sistema Fotovoltaico Integrado a la Red para el Área de Estacionamiento de la Universidad Tecnológica de Salamanca” para obtener el Título de Maestría en Energías Renovables en la ciudad de Chihuahua. El objetivo principal es calcular un sistema para poder generar corriente eléctrica eficaz y a la vez también dar un área de sombra para la movilidad de del personal y profesores de la Universidad. Este centro que se dedica a



la investigación tiene fuerte escasez de corriente eléctrica, además de los inesperados cortes de luz que se dan a causa de las instalaciones ilegales de los pueblos cercanos, esto fue el inicio para la confección de la investigación ya que se también se toma en cuenta que los paneles solares no beneficiaran al 100% el consumo de energía, debido a esto la ubicación de dichos paneles será en el área de estacionamiento. Se concluyo que las medidas de irradiación en la universidad fueron exitosas y en su totalidad fueron de 83,661.61 Kw por año así que los paneles solares estarán conectados a una red de suministro local para cubrir la demanda. Esta investigación me ayudo informarme sobre el diferente uso que se le puede dar a la implementación de los paneles solares ya que se pueden usar para poder abastecer con energía eléctrica inclusive a una universidad de bajos recursos.

Orozco Sanabria (2016), Presento Proyecto de Investigación “Análisis Costo/Beneficio de la Implementación de Tecnologías de Energía con Paneles Solares en la ESE Hospital San Cristóbal” para Especialización en Gerencia Integral de Proyectos en la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá - Colombia. El proyecto de investigación tiene como objetivo el analizar e implementar un sistema de paneles solares para un el centro de Salud San Cristóbal. La metodología que se utiliza se basa en evaluar la factibilidad que tendrá el proyecto ya que fue implementado principalmente en el Hospital para pruebas pilotos, para ello se usaron datos de irradiación solar, proyección económica para los consumos y las tarifas públicas que se requieren. Al finalizar la investigación se pudo obtener resultados viables de la implementación de los paneles, esto genero pequeñas remuneraciones económicas y abrió puertas para inversiones a futuros proyectos. Este proyecto de investigación me ayudo a comprender que las implementaciones de paneles son eficientes en cuanto a la energía renovable que se usa.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Chambi Ccallohuanca (2010), Presento informe técnico “Proyecto para la Fabricación de Termas Solares con Tuberías de PVC” para optar el título profesional de: Ingeniero Metalurgista en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú 2010. El objetivo principal del informe trata sobre la elaboración de una terma solar con tuberías de PVC, así como también evaluar si es factible y viable la implementación de estas termas en la región de Puno. La metodología de este trabajo se trata de fabricar Termas Solares con materiales tipo polímeros, así como los termoplásticos de PVC, es un proyecto que se propone a una evaluación exhaustiva de aspectos: Social, Económico y Ambiental. Se concluye del informe que se presentó la opción de fabricar la terma solar con PVC y ya no con cobre esto para poder reducir gases tóxicos de soldadura en las de cobre, a causa de esto el impacto ambiental de este informe resulta ser muy favorable y ayuda al cuidado del planeta tierra. Este trabajo de investigación me ayudo a comprender sobre la implementación no solo de paneles si no que hay diferentes usos para la energía renovable que es el sol no solo para edificaciones como hospitales si no para comunidades y hogares aledañas.

Piriz Sagahon & García Tornel (2013), Presentaron Tesis de Máster “Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú” para ser Máster en Ingeniería Ambiental en la Universidad Nacional Agraria de la Molina de Lima – Perú. El objetivo principal es generar ahorro eficiencia en la parte energética con un arquetipo de iluminación y también que funcione como calentador de agua usando el sol. Otro objetivo es informar de los conocimientos de la energía solar a las autoridades de las zonas para fomentar el interés de los servicios sostenibles que esta proporciona. La metodología del trabajo está dirigida al diseño e implementación de prototipos solares que servirán para iluminación y calefacción, también se realizara pruebas para verificar el rendimiento de los

paneles y así saber si la viabilidad económica es favorable. Se concluyo que la puesta en marcha de los equipos solares tiene viabilidad en las comunidades sin acceso a la electricidad. Este trabajo de investigación ayudo a ubicar en que lugares se puede implementar energías renovables de diferentes formas ya sea como electricidad o bien para poder satisfacer necesidades básicas como el agua caliente.

Navarro Aguilar (2018), Presento Tesis “Aplicación de paneles solares el diseño del pabellón de consultorios externos en Hospital tipo IV – Piura” para obtener el Título profesional de arquitecto en la Universidad San Pedro. El principal objetivo de la tesis es dar una solución a la demanda externa de consultas que hasta la fecha se vuelve más demencial, esto se debe al aumento de la población y por ello no se puede abastecer a todos, esto conlleva a que la gente acuda a centros particulares y más alejados de la zona, generando gastos económicos como alimentos, movilidades, estadías, etc. La metodología del proyecto fue descriptiva y de diseño no experimental ya que fue necesario realizar investigaciones en campo para saber las necesidades de los futuros clientes. Se concluye que el trabajo y estudio realizado tendrá consecuencia a favor del mercado económico de esa región, así se ahorraría más de un 85% de costos que exige la demanda de energía eléctrica en el centro de salud de esa complejidad. Este trabajo hace énfasis en ayudar a personas que necesitan de medios para poder tratar su bienestar, un estudio que tiene gran importancia en el mundo de la ingeniera y en mi carrera.

Sanchez Gutierrez (2019), Presento Tesis “Propuesta de Mejora del Abastecimiento de Energía con Paneles solares para Reducir Insatisfacción de Usuarios en Zarumilla-Tumbes” para optar el Título profesional de Ingeniero Industrial y Comercial en la Universidad San Ignacio de Loyola. El objetivo principal es examinar una opción de energía solar a través de paneles para cambiarlo por el sistema eléctrico actual y reducir las quejas por parte de los clientes

de la zona. También se evaluará las ventajas que tienen este tipo de sistemas de energía a base de paneles solares. El tipo de investigación a la que se rige esta tesis es cuantitativo porque cuantifica valores para que pueda funcionar el sistema y la preocupación de los clientes, por otro lado, el nivel de investigación es descriptiva ya que se quiere obtener entendimiento de la situación actual. La metodología que se usa se hace a través de encuestas cerradas al azar a los clientes y sus casas de Zarumilla. La conclusión del proyecto se basa en que el sistema antes mencionado se ajusta con las condiciones naturales de irradiación y cuánto dura esta energía del sol durante el día, así es como se logra reducir el nivel de descontento de los consumidores de la provincia. Este proyecto al igual que el anterior también se preocupa por la mejora del sistema energético para los consumidores de bajos recursos en zonas rurales y trata de resolver este problema a través de métodos vistos en la carrera de ingeniería.

## 2.2. Bases teóricas:

### 2.2.1. La Irradiación del Sol en el Perú:

De acuerdo al mapa solar e información del WEATHER SPARK los niveles de irradiación o de energía solar incidente en Perú (ver anexo N°1) y más aún en la ciudad de Nazca varían entre 5.5 kWh/m<sup>2</sup> y 7.3 kWh/m<sup>2</sup>, lo que permite establecer que esta supera el valor mínimo de 4.75 kWh/m<sup>2</sup>, establecido en los lineamientos de ECOEFICIENCIA. (Varillas, 2003)

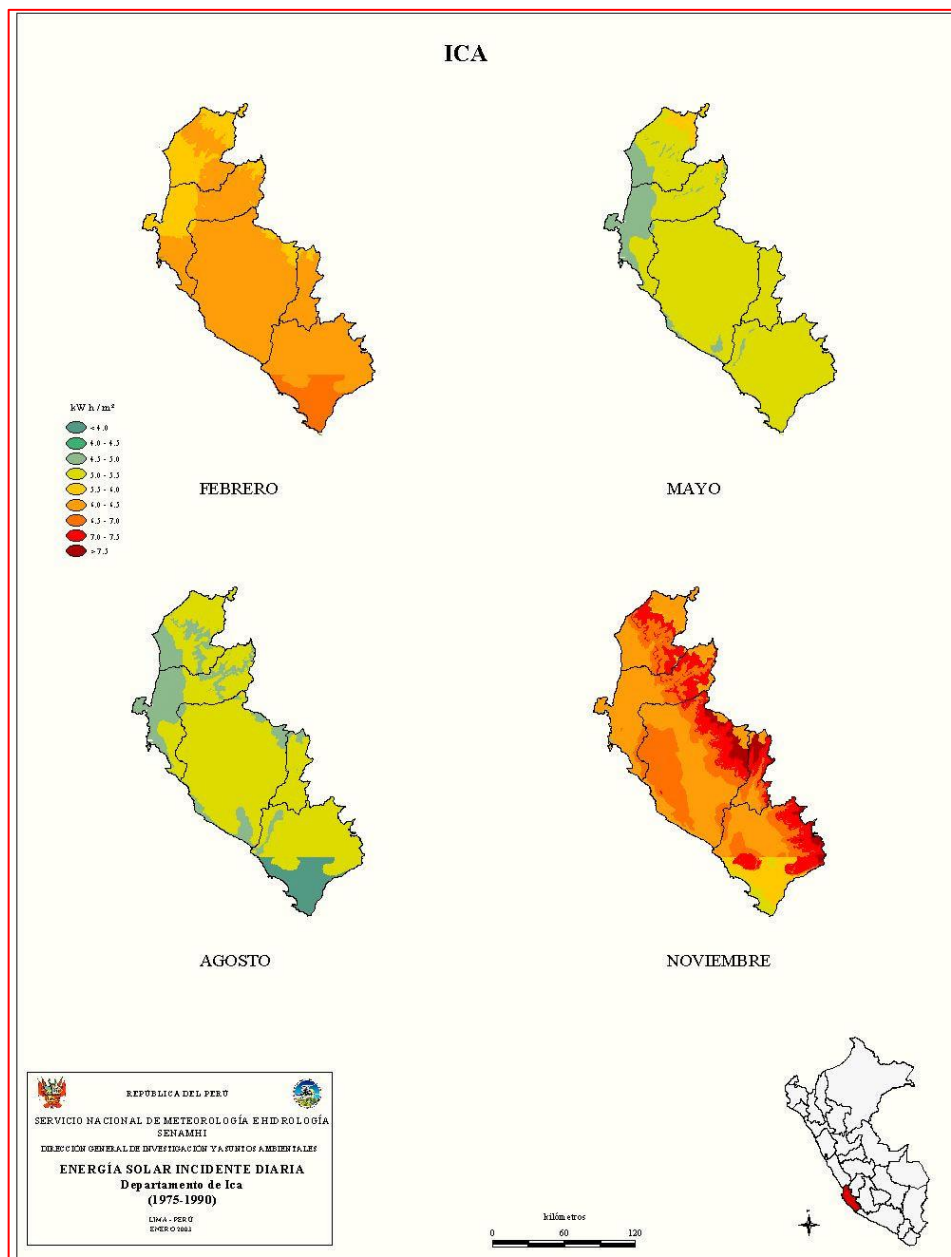


Figura 2.1. Energía solar incidente diaria de Ica  
Fuente: Loret, Gamarra, Campos. (2003 "Atlas de Energía Solar del Perú")

### 2.2.2. Esquema básico de funcionamiento de instalación solar:

El siguiente esquema muestra como es la circulación del agua caliente en una instalación para el consumo del agua caliente sanitaria:

1. Transformación de la radiación solar al calor en absorbedor.
2. Transferencia de calor del absorbedor al portador de calor.
3. Transporte del líquido caliente hacia cambiador de calor, forzado por bomba.
4. Entrada de portador de caliente al cambiador de calor (cambiador de placas, serpentín del recipiente).
5. Transferencia de calor del portador al cambiador.
6. Retorno de portador frio al colector.
7. Transferencia repetida de calor de colector a portador.



Figura 2.2. Esquema básico de una instalación solar  
Fuente: SZKOHIRACSUN (2011 "Catalogo Sistema Solar")

1. Colectores
2. Fluido caliente
3. Retorno del fluido frio
4. Regulador
5. Bomba
6. Válvula de seguridad
7. Deposito
8. Consumo de agua caliente
9. Recipiente con diafragma
10. Cambiador de calor superior
11. Cambiador de calor inferior
12. Alimentación de agua
13. Contenedor de salida del portador de calor

### **2.2.3. Calentamiento Solar de Agua:**

Como ya se ha investigado los paneles solares denominados también calentadores, al mismo tiempo, captadores y almacenadores de energía gratuita de parte del sol. Cuando se instala el equipo, se instala verdaderamente una mini planta capaz de producir energía y a la vez almacenarla en forma de calentamiento para el agua que va a ser usada en el mismo lugar en que será utilizada. (Solutions, 2017)

Este calentador solar se compone de un conjunto de colectores, un serpentín de almacenamiento y un sistema de circulación de agua.

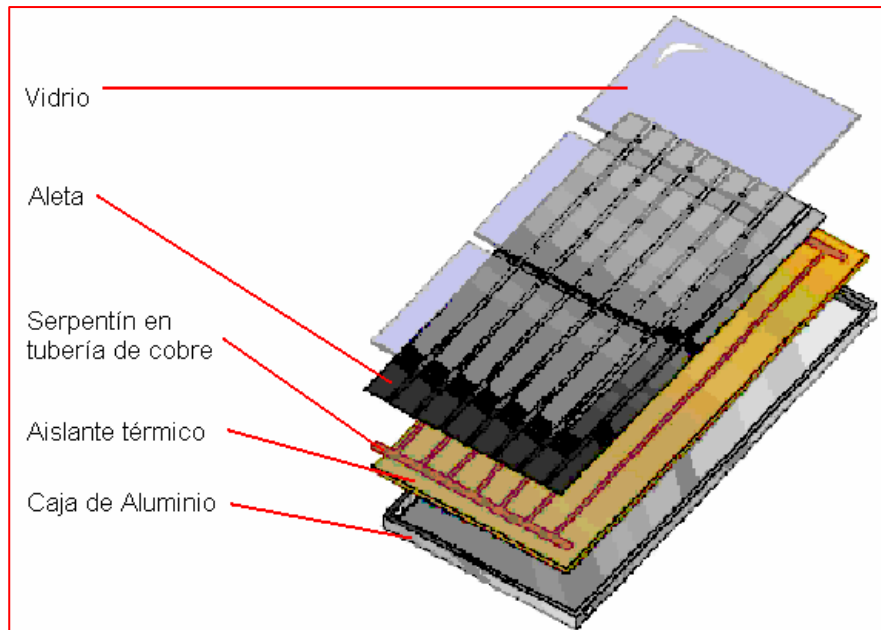


Figura 2.3. Colector Solar  
 Fuente: (2013 "Catalogo HEMEVA LTDA")

#### 2.2.4. COLECTOR SOLAR PLANO:

El colector solar de alto rendimiento con carcasa y marco de aluminio anticorrosivo con aleación de magnesio, tiene vidrio de seguridad ESG de 4 mm con tratamiento antirreflejos. Este sistema de conductos y canalizaciones internas, permite la conexión de hasta diez colectores por grupo. (Teican, 2011)

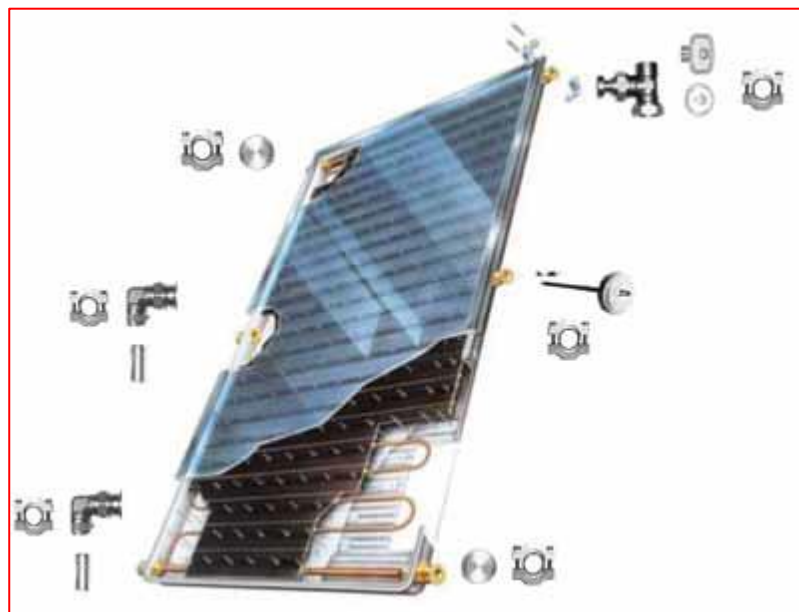


Figura 2.4. Colector Solar Plano  
 Fuente: Termocan (2011 "Catálogo de Productos")



<b>CARACTERÍSTICAS COLECTOR</b>	
Superficie total	2,3 m <sup>2</sup>
Superficie útil	2,0 m <sup>2</sup>
Dimensiones	2.099 x1.099 mm
Espesor	110 mm
Peso en vacío	36,1 kg
Litros de fluido por colector	1,10 litros
Aislamiento térmico	40 mm de lana mineral

Tabla 2.1. Características del Colector  
Fuente: Termocan (2011 “Catálogo de Productos”)

### **2.2.5. Diseño de la estructura para sostener el panel solar:**

La base o también llamada estructura donde el panel solar se debe apoyar, debe ser calculada, diseñada y construida por personal encargado de proveer dicho equipo, ellos deben garantizar que dicho soporte metálico pueda resistir el peso del captador lleno, por lo que las fallas de este concepto no serán responsabilidad de la empresa de ni de sus distribuidores. La zona donde se llevará a cabo la instalación de la estructura para el captador de Agua y los efectos que se puedan ocasionar tras su instalación son absoluta responsabilidad del instalador o del proveedor capacitado. (Ajoever, 2017)

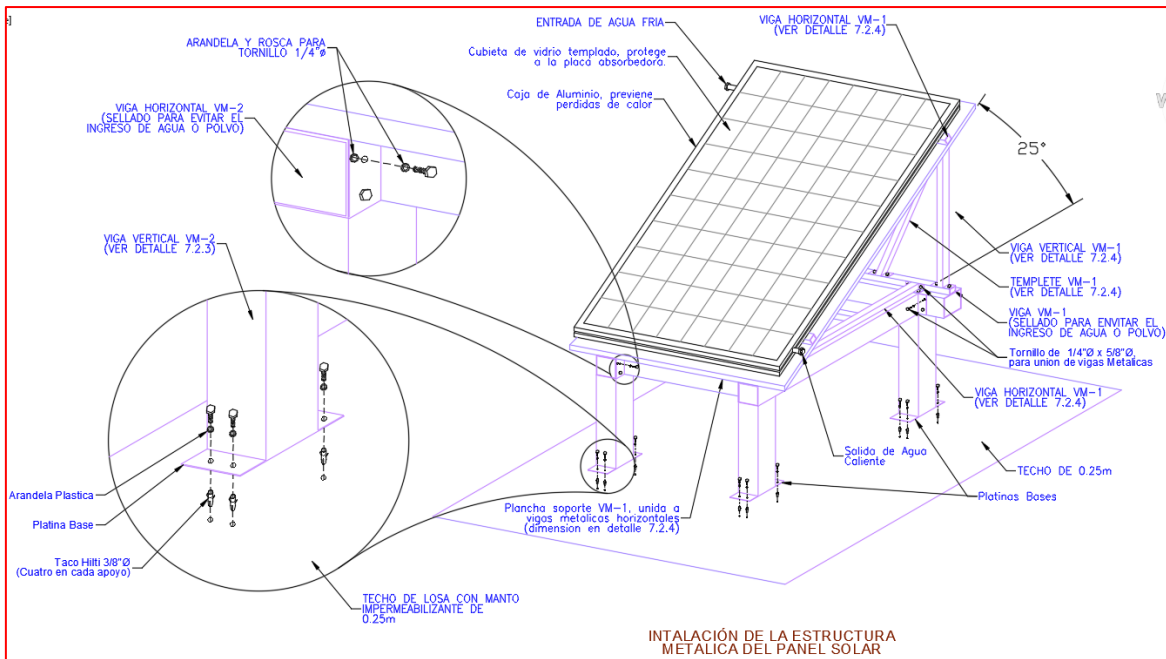


Figura 2.5. Diseño de la estructura que soportara el panel solar  
Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.6. RECIPIENTE CON DIAFRAGMA (vaso de expansión):

Cumple la función Mantener presión en la instalación solar en nivel adecuado. El modelo, tal como en caso de grupo de bombas, la selección del recipiente para instalaciones grandes se realiza a través de cálculos y para instalaciones pequeñas será suficiente con guiarse de la siguiente tabla 2.2:



**Vaso de expansión solar**  
Con material de montaje, 2,5 bar, 90 °C de temperatura de impulsión:

Modelo	F3-1	F3-Q	CFK-1	Cap.
Nº de colectores	2	2	3	12 litros
Nº de colectores	4	3	5	18 litros
Nº de colectores	5	5	8	25 litros
Nº de colectores	7	6	10	35 litros
Nº de colectores	12	10	17	50 litros
Nº de colectores	24	20	34	105 litros
Nº de colectores				200 litros

Tabla 2.2. Selección de vaso de expansión según el número de paneles  
Fuente: R&S Ingenieros S.A.C.

### 2.2.7. Tanque Inter acumulador para ACS:

Este tanque acumulador está destinado a almacenar el agua sanitaria caliente. El calentamiento se realiza por 2 serpentines: el inferior es alimentado desde la instalación solar, el superior – desde otra fuente, cual llega por una bomba de calor o caldera. (Solar, 2011)

#### Protección contra corrosión:

- 2 capas de esmalte
- Anodizado de magnesio o eléctrico

#### Protección térmica:

- 10 cm de espuma rígida suministrada junto con deposito
- 10 cm de espuma flexible suministrada por separado

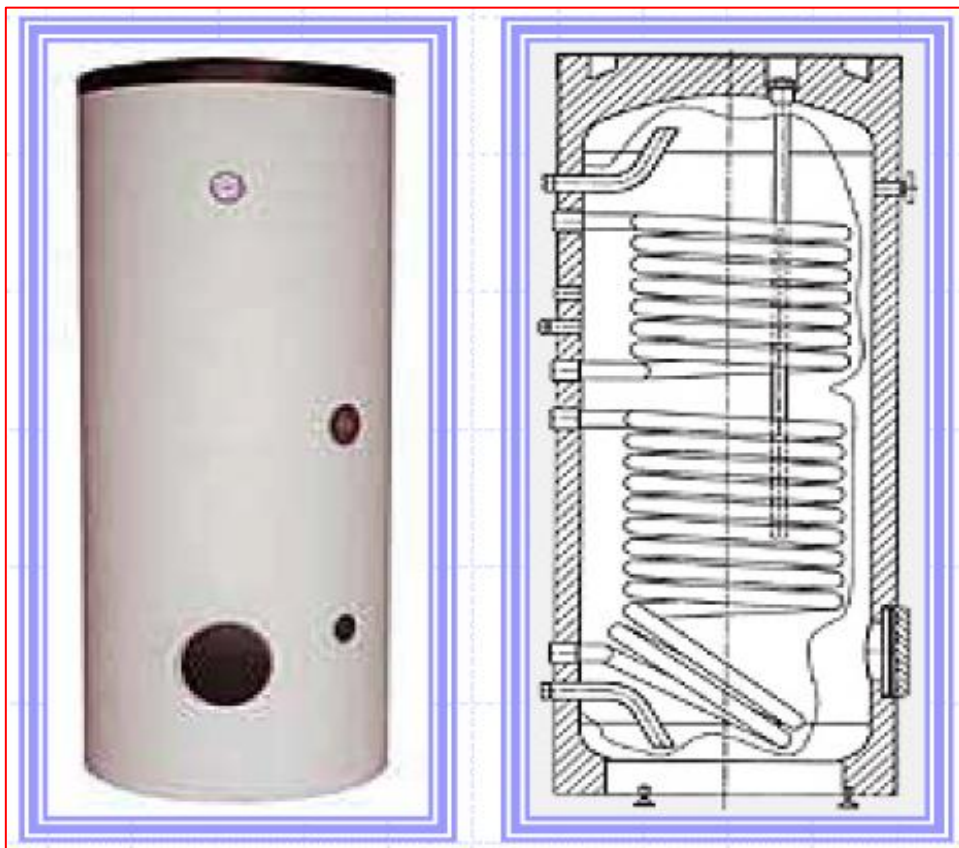


Figura 2.6. Tanque acumulador de agua caliente  
Fuente: Sistema Solar (2011 “Catalogo Sistema Solar”).

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TANQUES DE INTERACUMULACIÓN PARA ACS		
VOLUMEN DEL INTERACUMULADOR PARA ACS	2,400	litros
CAPACIDAD DEL TANQUE INTERACUMULADOR: FABRICANTE	2,500	litros
N° DE TANQUE DE INTERACUMULACIÓN	0.96	
N° de tanques asumidos	1.00	TANQUES
TIPO DE CONEXIÓN:	PARALELO	
Dimensiones aproximadas: Ref. FABRICANTE		
Altura con aislamiento térmico: B	2,015	mm
Diámetro con aislamiento térmico: A	1,660	mm
Superficie calefactora intercambiador: SSB	6.1	m2
Capacidad del intercambiador o serpentín	35	litros
Presión máximo del circuito de calentamiento	25	bar
Presión máximo del depósito de ACS	8	bar
N° de serpentines	1	
Temp. máxima del circuito de calentamiento	120	°C
Temp. máxima del depósito de ACS	90	°C
Peso en vacío aproximado	685	kg

Tabla 2.3. Cálculo del número de tanques de acumulación  
Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.8. Desventajas de la Energía Solar:

Como todo trabajo de investigación también presenta una desventaja que se considera para el diseño e implementación de paneles solares. Para recolectar a gran escala y, no con un objetivo doméstico, se requieren extensiones de espacio considerables que se puedan ocupar para el desarrollo del proyecto con el esfuerzo económico que esto supone. (Fernández García & Cervantes Torres, 2017)

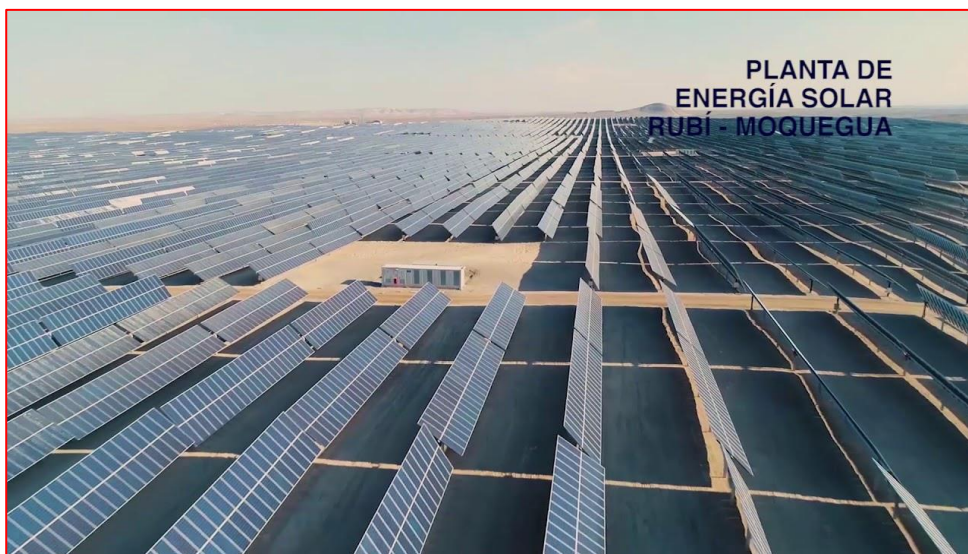


Figura 2.7. Planta solar Rubí  
Fuente: MINEM (2018 “Revista Constructivo”)

## 2.2.9. Cuadro Climático de las Temperaturas en Nazca:

En la tabla 2.14 se muestra la diferencia de precipitaciones que se da entre los meses más seco y el más lluvioso, dicho valor será de 82 mm. La diferencia de las temperaturas en lo que va normalmente en un año es de 2.3 °C. Aquí también se encuentra el valor del mes con la humedad más baja, con un 48.68 % de humedad que es agosto, por otro lado, el mes con la humedad más alta se da en febrero con un 79.26 % de humedad.

En Nazca también existe una temporada donde las lluvias son más frecuentes, esa época se da en el mes de febrero, el cual contabiliza 18.20 días de lluvias. Por otro lado, el mes que contabiliza la menor cantidad de días de lluvia fue en junio con un total de 0.07 días. (Contributors, Tabla Climatica/Datos climaticos en la ciudad de Nazca, 2019)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	20.7	20.7	20.8	20.4	19.7	18.8	18.6	18.9	19.4	19.8	20	20.5
Temperatura min. (°C)	17.7	18.2	18.3	17.5	16.2	15.5	15.2	15.4	15.7	15.8	16	16.9
Temperatura máx. (°C)	24.9	24.2	24.4	24.5	24.3	23.2	23	23.7	24.5	25.1	25.4	25.5
Precipitación (mm)	63	83	73	15	2	1	2	1	1	3	4	18
Humedad(%)	73%	79%	78%	71%	57%	52%	49%	49%	50%	53%	57%	65%
Días lluviosos (días)	11	14	13	3	0	0	0	0	0	1	1	4
Horas de sol (horas)	7.3	6.1	6.9	8.2	9.3	9.0	9.0	9.6	10.1	10.7	10.9	9.7

Tabla 2.4. Cuadro climático sobre las temperaturas más elevadas y mínimas  
Fuente: <https://es.climate-data.org/americadel-sur/peru/ica/nazca-764107/>

## 2.2.10. Horas de Sol de la ciudad de Nazca:

En la figura 2.15 se analiza el número más alto de horas del día de sol que se da en noviembre, dicho resultado será un valor promedio. En noviembre también se halla la media de horas de sol por día que son 10.68 y un total de horas de sol a lo largo de noviembre que serán 331.09 (horas mensuales). Por otro lado, el

número más bajo de horas diarias de sol se da en enero, valor que también se da en promedio.

Hay un promedio de 9.66 horas de sol durante el día y el total durante dicho mes será de 299.41 horas de sol. Al final, el total de horas de sol durante el año en Nazca será alrededor de 3250.1 (horas por año), este resultado nos arrojará el promedio de las horas de sol para cada mes, que será de 106.67 (horas por mes). (Contributors, Horas de Sol en Nazca, 2019)

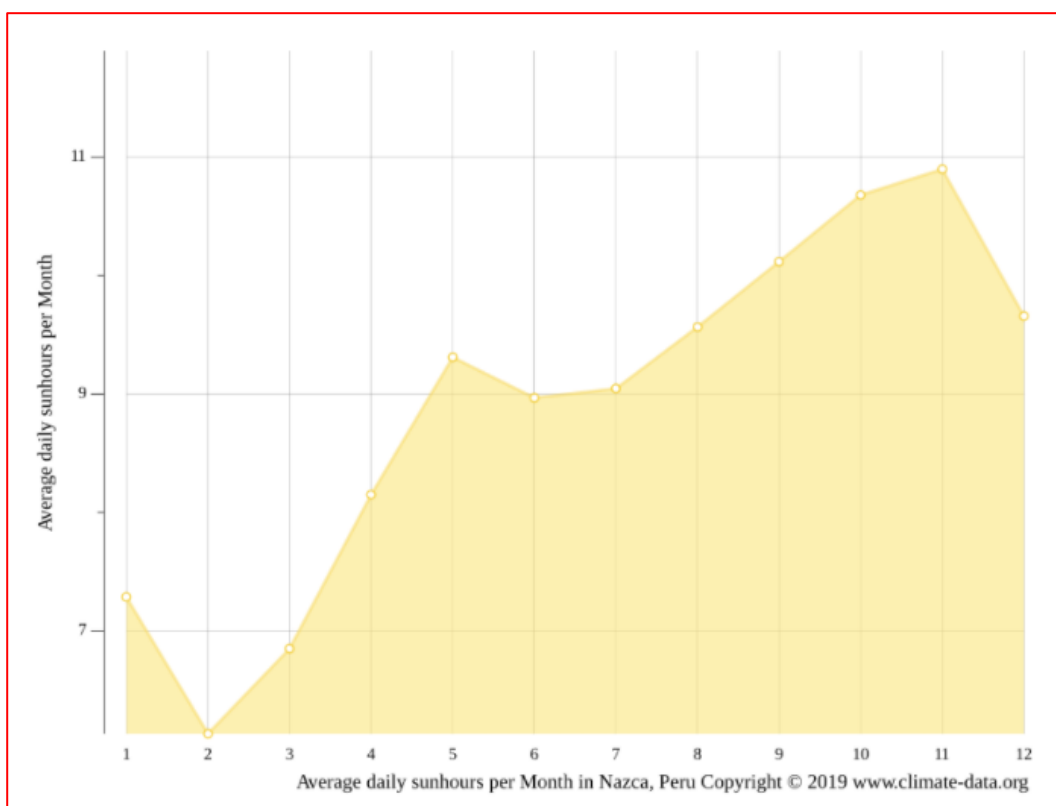


Figura 2.8. Gráfico de las horas de sol en la ciudad de Nazca

Fuente: <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/peru/ica/nazca-764107/>

### 2.2.11. Diagrama de Temperatura Nazca:

Marzo, quien tiene una temperatura de 20.8 °C, según la figura 2.16, se considera el mes más caliente de todo el año. Por otro lado, el mes donde hace más frío y tiene su temperatura más baja es el mes de julio, el cual llega hasta los 18.6 °C en promedio (para ser más

precisos con las Temperaturas ver Anexos N°2, N°3 y N°4).  
(Contributors, Diagrama de Temperatura Nazca, 2019)

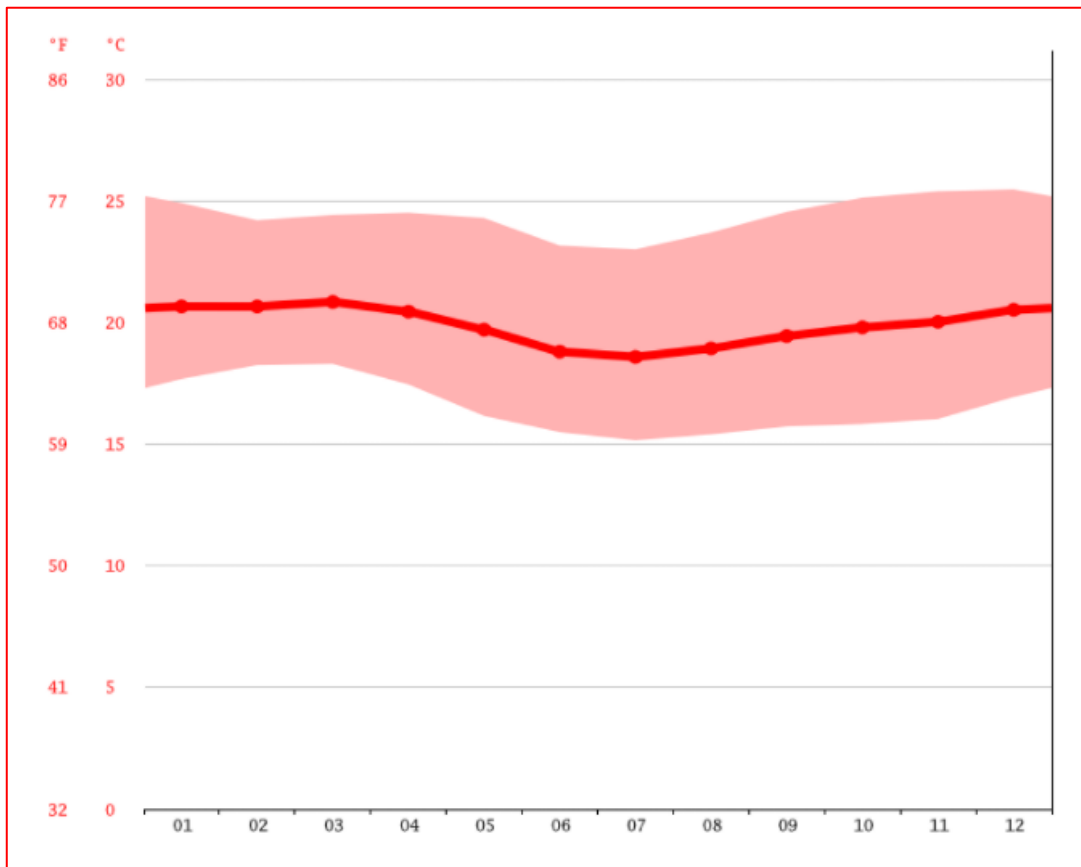


Figura 2.9. Diagrama de Temperatura Nazca  
Fuente: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/ica/nazca-764107/>

### 2.2.12. Normas y Estándares:

En la ejecución de los trabajos de instalación deberán observarse las siguientes normas y códigos:

#### 2.2.12.1. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):

**NORMA G 050: HABLA DE LA SEGURIDAD DURANTE LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN**

**EL CAPÍTULO 2 TRATA SOBRE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS EN LAS OBRAS Y LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN.**

## **Artículo 11.- ACCESOS, LA CIRCULACIÓN DEL PERSONAL Y SEÑALIZACIÓN OBLIGATORIA DENTRO DE UNA OBRA:**

La circulación del personal se hará por rutas debidamente señaladas con un ancho no menor a 60 cm. (MVCS, 2006)

## **EL CAPÍTULO 9 HABLA SOBRE ARMADURAS Y CRITERIOS DE DISEÑO**

**9.3.1.4.** En el caso que el espaciamiento entre armaduras sea 60 cm o menos, los esfuerzos admisibles pueden ser incrementados en un 10 por ciento. En caso contrario se deberán considerar los esfuerzos admisibles sin ningún incremento. (MVCS, 2006)

### **2.2.12.2. NTS (Norma Técnica de Salud) -119-2014-MINSA/DGIEM: Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Tercer Nivel de Atención.**

#### **6.2.3 Del diseño de las instalaciones sanitarias:**

Cada centro de salud, según lo complejo de esta y su nivel de atención a las personas, deberá apoyarse con Instalaciones Sanitarias que le permitirán tener agua en cantidad, así también deberá tener buena eficiencia en su reutilización. Asimismo, debe poseer condiciones de drenaje para las aguas de lluvia. (NTS, 2006)

#### **6.2.3.1 Condiciones generales:**

Para hacer cumplir dicha norma, las instalaciones sanitarias percibirán dos magnitudes de almacenamiento, sistema de agua fría, retorno de agua caliente, agua blanda, agua caliente, una planta de tratado para agua de hemodiálisis, un sistema de desagüe y ventilación, unidades de acondicionar o pretratado de aguas residuales, sistema de regadío, sistema contra incendio, drenaje para el aire acondicionado, drenaje pluvial y sobre todo



residuos sólidos, de acuerdo a lo que la Norma 18.01 O del RNE requiera. (NTS, 2006)

#### **6.2.3.2 Condiciones específicas**

- Las instalaciones en general se ubicarán en zonas apropiadas y accesibles en su recorrido, que permitan un mantenimiento preventivo y reparaciones de emergencia.
- Debe evitarse utilizar terrenos con niveles inferiores a los niveles de veredas y calles a vías de tránsito vehicular en el perímetro del establecimiento de salud.
- En zonas con alta intensidad de lluvias los niveles del ingreso al establecimiento deben estar, como mínimo, a+ 0.30 m. con respecto al nivel del entorno externo.
- Para realizar el diseño de las instalaciones sanitarias, es necesario que esté aprobado el anteproyecto de arquitectura y deben estar definidos el equipamiento y el plano de plataformas del terreno.
- Se utilizará tecnología y materiales apropiados y óptimos, los cuales gozarán de su certificación correspondiente.
- Los establecimientos de salud deben contar con cisternas independientes de agua dura (02 unidades), agua blanda y agua contra incendio.
- Las cisternas, incluyendo el cuarto de bombas, deben nuclearse y ser ubicadas como módulo independiente. Además, deben poseer los compartimentos necesarios.
- El almacenamiento del agua fría (dura) debe contemplar un volumen para 2 días de consumo diario (uno para el consumo diario y uno de reserva para emergencias).
- El proyecto debe contar con factibilidad de servicios de agua y desagüe.
- La tubería de acometida del Medidor a la cisterna de agua fría, debe tener el menor recorrido posible y su diámetro debe ser tal que garantice el llenado de la cisterna en un tiempo de 6 horas

como máximo; en casos especiales y previo sustento, se podría admitir un tiempo mayor a lo indicado anteriormente.

- Todo montante debe ser centralizada y diseñadas como núcleo sanitario en duetos de 1.60 x 1.20 metros a fin de facilitar la descarga o alimentación de flujos, y estos duetos a su vez, deberán contar, en cada nivel de edificación, con un registro de inspección para facilitar acceso a trabajos de mantenimiento.

- Las redes principales de agua, desagüe, agua contra incendios, tanto horizontales como verticales, no deberán ser empotradas, lo que deberá preverse en el diseño arquitectónico de falsos cielos rasos y duetos.

- Las salidas o puntos de agua fría, agua caliente, retorno de agua caliente, agua blanda, agua contra incendio, desagüe, pueden ser empotradas en muros o paredes •o pueden ser colgadas, las cuales se diseñarán según necesidad o conveniencia.

- La casa de fuerza, cocina y lavandería deben ubicarse próximos al patio de maniobras, de manera que faciliten los trabajos de instalación de equipos y mantenimiento.

### **6.2.3.3 Red de Agua Fría**

- Para el mantenimiento de la red de agua fría se debe disponer de medidores de presión y válvulas de control por cada módulo o piso de la edificación.

- Los materiales (tuberías y accesorios) como el cobre, polietileno o PVC deberán ser utilizados de acuerdo a las condiciones antisépticas del área a servir.

- Las tuberías que alimentan los inodoros fluxométricos y botadero clínico extenderán su longitud en 60 cm, las cuales funcionarán como cámaras de aire y permitirá evitar el "golpe de ariete" .16

- En la unidad dental se debe contemplar puntos de agua (1/2") para sus equipos en piso a una distancia no menor de la pared de 1.00 m, además de que la tubería desde la válvula de compuerta sea de cobre.

- En caso de utilizarse destilador de agua se debe contemplar puntos de agua con grifo de bronce.

#### **6.2.3.4 Red de Agua caliente y retorno.**

El sistema de agua caliente estará constituido por:

- Redes de agua caliente de CPVC o cobre; y
  - Redes de retorno agua caliente de cobre, con recubrimiento que garantice el aislamiento térmico, teniendo en cuenta que el recubrimiento empleado no dañe la salud de las personas.
- Asimismo, serán requeridos para los siguientes casos:
- Para las redes de agua caliente a los calentadores a vapor de 80°C para cocina, lavandería y central de esterilización.
  - Para las redes de agua caliente a los calentadores a vapor 55°C, para servicios de duchas, lavatorio y lavadero.
  - Ambas del tipo dúplex para cada sistema de calentadores.
- Los establecimientos de salud con 50 camas o más, deben utilizar o estar previstos del uso de diferentes fuentes de energía, que permitan una armonía de servicios.
- Las energías utilizadas serán a gas natural, GLP y petróleo, procesadas por medio de calderos; y distribuidos a nivel de vapor.
- El vapor es el mejor desinfectante para lavandería, esterilización central, autoclave de residuos sólidos y calentadores de agua 80°C y 55°C.
- El recorrido de la red de agua caliente se considera desde el calentador hasta el punto de salida de agua caliente, siendo su escala sin retorno.
- El calentador debe estar en cubículo o en un área libre de obstáculos. (NTS, 2006)

### **2.2.12.3. RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) Manual Técnico Básico**

#### **2.2.12.3.1. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA (Arts 15 a 18).**

##### **Proyecto de Ejecución.**

Cuando sea necesario, será redactado por un técnico titulado competente que deberá velar por que se adapte tanto al RITE como a cualquier normativa en vigor. Su redacción incluirá la justificación de las soluciones adoptadas, así como su adaptación a las exigencias del RITE, especificaciones de equipos, pruebas de puesta en marcha, etc., todo ello según un índice de contenidos mínimos fijado por el ente competente de Comunidad Autónoma. (Salvador Guerrero, 2010)

##### **Incluirá siempre:**

- **Memorias de cálculo:** deben presentarse con amplia descripción y justificaciones sobre la solución y datos, así como equipos a emplearse.
- **Cálculos en formato Word:** ya sea sobre cargas térmicas, datos de aislamientos, fórmulas de caudales para el agua, diámetros de las secciones de tubería, etc.
- **Planos de ejecución:** si son detallados mucho mejor y obligatorio deben estar a escala. (Ver anexos N°5, N°6 y N°7)
- **Pliego de condiciones generales:** ya sea de ejecución, de los materiales a usar u equipos, pruebas realizadas, de recepción de documentos, etc.
- **Presupuesto de ejecución de cada material:** desglosado o enumerado por subcapítulos o partidas generales y por partes, con definición individuales de las mismas.

### 2.3. Definición de términos básicos:

A continuación, veremos las descripciones de Normas, equipos, términos, accesorios de control del sistema de calentamiento solar térmico:

- **AutoCAD:** es un software de diseño en el que ingenieros y profesionales crean y editan geometrías, sólidos, superficies y objetos.
- **Fluido Caloportador:** En las Instalaciones de edificios se denomina así al fluido que transporta, por conducciones, calor de un lugar a otro.
- **LCD:** sistema que utilizan determinadas pantallas electrónicas para mostrar información visual como datos del equipo.
- **Baterías:** Se puede definir como baterías a los captadores conectados en serie o en paralelo.
- **IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, entidad que asesora y financia proyectos energéticos.
- **RITE:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, documento que reconoce a la persona titular para actividades de instalación y mantenimiento de las instalaciones térmicas de un edificio.
- **Instalaciones Sanitarias:** especialidad de la que depende captadores solares para suministrar completamente agua caliente al Hospital.
- **Instalaciones Mecánicas:** especialidades de la que es parte captadores solares, tanto el diseño y la instalación forman parte de esta.

- **Agua Caliente Sanitaria:** especialidad de quien se encarga el ingeniero sanitario y los cálculos ayudaran al diseño de paneles.
- **Captador Solar:** elemento principal del sistema de energía solar térmica, capta la energía solar y la transmite en forma de calor.
- **Grupo de Bombeo:** fuerza externa, puede ser centrifuga que permita la circulación del fluido calo portador de la zona inferior del acumulador en dirección a la parte más baja de los colectores. (Galbarro, 2020)
- **Vaso de Expansión:** libera la presión que va en ascenso del fluido caloportador que recoge mientras recorre el captador solar e incrementa su temperatura y si no se libera puede llegar a ocasionar fugas o roturas en las tuberías. (Galbarro, 2020)
- **Dispositivo de Control:** Central electrónica que a través de una o sendas sondas de temperatura, se usa para enviar información para que controle las temperaturas o para manipular la acción de la bomba. (Galbarro, 2020)
- **Acumulador:** servicio rápido que acumula y conserva el excedente de agua calentada por el sol, esto es debido a que los tiempos de producción de agua calentada por el sol no coinciden con los de consumo. (Galbarro, 2020)
- **Sistema Auxiliar:** sistema de apoyo a la instalación solar térmica para aquellos momentos en que no llega a la demanda energética; como un circuito secundario, recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo. (Galbarro, 2020)

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

#### 3.1. Determinación y Análisis del Problema:

Uno de los principales problemas por el que pasan los centros de salud para poder satisfacer las necesidades de los pacientes y del personal que labora ahí, es la demanda de energía que se requiere para calentar agua caliente que requiere el Hospital, para ello se requiere de energía eléctrica, energía que no puede ser suministrada solo por los proveedores de luz, no porque no se pueda sino porque es excesiva y más si se requiere para calentadores de agua con una carga de 429,893 BTU/h (poder calorífico por hora) como se muestra en la figura 3.1.

Por otro lado, la empresa también considera la instalación de un Grupo Electrónico de 600 kW de Potencia, para esto se considera datos de energía requerida y todas las especialidades incluyendo la parte eléctrica. El sistema de combustible del grupo electrónico, será abastecido con Petróleo DB5 que requerirá de 42.0 gal/h (galones por hora) en total, así el consumo de GLP en los Hospitales genera contaminación, por ello se implementará ventilación mecánica en la sala, que incluye la expulsión de aire caliente del radiador y descarga de gases de combustión por la chimenea hacia el medio ambiente. Pese a estos datos, se realizan múltiples análisis financieros que resultan muy costosos.

Para poder abastecer a todo el hospital, el agua caliente que se requiere y por datos de la especialidad de sanitarias, será de 45 Litros/min y para ello el centro de salud deberá usar grandes cantidades de combustible, en vista de este problema la empresa R&S Ingenieros S.A.C. contribuirá con la realización del proyecto de Captadores Solares, dichos captadores tendrán 50 litros/captador con volumen por cada m<sup>2</sup>, esto permitirá igualar demanda de A.C.S. La

fuentes de energía renovable que se crean en la empresa para calentar agua a 60°C con una variación de 5°C en pérdidas.

<b>CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS</b>		
<b>TEMPERATURA DE ACS (°C):</b>	<b>55</b>	
<b>CARGA POR AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS): Q1</b>	<b>2,600,814</b>	kcal/d
	<b>108,367</b>	kcal/h
	<b>429,893</b>	BTU/h
<b>CAUDAL DE AGUA CALIENTE DE SANITARIAS</b>	<b>45.19</b>	Litro/min
	<b>0.75</b>	Litro/s

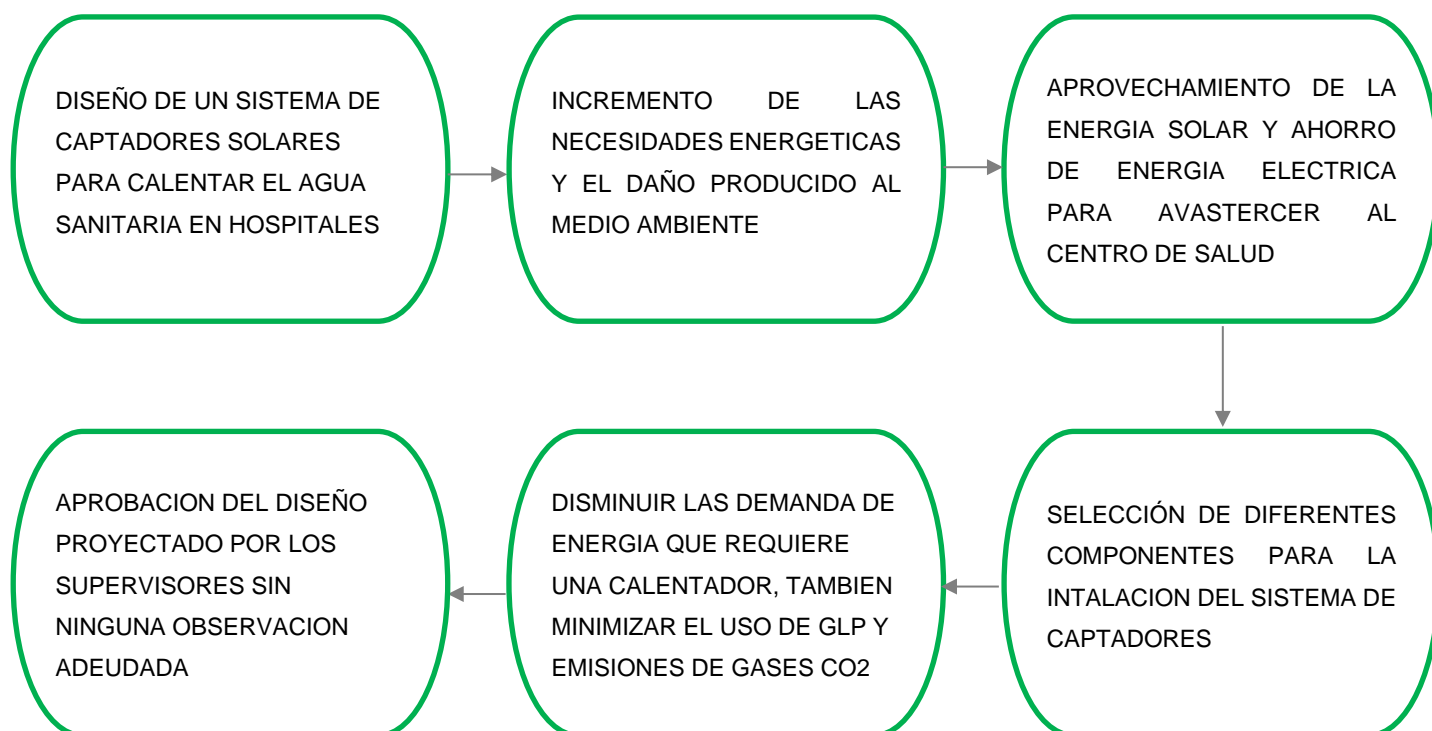
Figura 3.1. Cálculo de la demanda para Agua Caliente Sanitaria  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

Al iniciar el proyecto, no se pensaba realizar muchos cambios como en los cálculos y diseños, siempre van a estar en constante cambio ya que cada día se encontraba mejores fórmulas para las demandas de agua y en cuanto a los equipos también se redimensionaban, como ya se dijo, anteriormente se utilizaban recursos renovables que elevaban la demanda de contaminación, estas generan demasiada contaminación para el medio ambiente como por ejemplo el carbón, gas natural, uranio, etc. Por ello en las últimas décadas se han estado implementando este tipo de proyectos. Obviamente se busca las mejores alternativas para que los proyectos de suministro de energía sean factibles, que resulten en poco gasto económico y sobre todo que se encuentren entre las menos agresivas con el medio ambiente.



### 3.2. Modelo de solución propuesto:

#### Diagrama de Solución



**Problema:** el diseño es el problema que se plantea en esta investigación, la problemática es mejorar el sistema de calentamiento para Hospitales para poder calentar agua destinada al uso sanitario, por lo que también será el objetivo.

**Análisis del problema:** aquí se ve que la utilización de diversos tipos de energías y como va causando deterioros al medio ambiente y afectando a las personas, para eso es la finalidad de este proyecto, poder reducir de manera significativa el uso de combustibles.

**Generación de la Solución:** frente a este diseño no solo se tomará en cuenta que parámetros implican diseñar una instalación solar para producir Agua Caliente a 60°C, también el ahorro del consumo demandado.

**Selección de la solución:** En la parte de cálculos también se dimensionará los diferentes partes que componen dicho diseño, ya sea tanque de almacenamiento, bombas de circulación, tamaños de tubería, válvulas de cierre, etc., teniendo en cuenta los reglamentos y normativas.

**Aplicación:** Al concluir el diseño se determinará el aprovechamiento del recurso solar para generación de Calor y las Emisiones de CO<sub>2</sub> quedaran minimizadas en el departamento de Ica.

**Valor a llegar:** es con lo que se espera concluir al termino de las revisiones por las que pasa el proyecto, en si es la última etapa, en esta se realizan levantamientos de observaciones que no quedan del todo entendido por los ingenieros y supervisores.

### **3.2.1. Dimensionado y cálculos para los equipos a usar:**

#### **3.2.1.1. Demanda de Agua Caliente Sanitaria:**

Para definir la demanda de agua caliente sanitaria (A.C.S) para el Hospital nos basaremos en las Estándares aportadas por el RNE:

Como estamos tratando de agua caliente, esto implica que la presión es diferente al agua de temperatura ambiente, el porcentaje que aplicaremos será del 30%, debido a que en la ciudad la calidad del agua es dura y esto provoca la creación de cal y sedimentos en las membranas de los dispositivos el cual reduce el rendimiento.

El porcentaje de ocupación se define para una ocupación mensual, en el caso del Hospital es 100% ya que se usa a diario.

La demanda energética de A.C.S. (E) está dada por la siguiente ecuación:

$$E = D * (Tm - Tf) * Ce * \delta \quad (1)$$

Dónde:

E: Demanda energética (kcal/d)

D: Volumen dotación A.C.S. (litros/d) = 6,370.4 L/d

Tm: Temperatura de uso (°C) = 55°C

Tf: Temperatura de entrada de agua de red (°C) = 15°C

δ: Densidad del agua (1kg/l como valor de referencia)

Ce: Calor específico del agua (1kcal/kg-°C)

$$E = 6,370.4 * (55 - 15) * 1 * 1$$

$$E = 254,816 \text{ kcal/día}$$

$$E = 331,319 \text{ MJ/año}$$

### 3.2.1.2. Energía Procedente del Sol:

Una vez evaluada la necesidad energética es necesario conocer la cantidad de energía que nos aportará el sol, para poder conocer la cobertura solar generada frente a nuestra demanda. Para determinar la energía procedente del sol debemos realizar el procedimiento de cálculo con los siguientes pasos:

### 3.2.1.3. RADIACIÓN SOLAR MEDIA (H)

Es la cantidad de energía por unidad de superficie horizontal, y es la diferencia entre HS (hora de salida del sol) y HP (hora que se oculta el sol), siempre y cuando la latitud sea exacta al valor de la tabla.

Lat (S)	10°			12°			14°			16°			18°		
	HS	HP	N	HS	HP	N	HS	HP	N	HS	HP	N	HS	HP	N
Ene	05:50	18:29	12.7	05:47	18:32	12.8	05:44	18:35	12.9	05:40	18:39	13.0	05:37	18:42	13.1
Feb	06:02	18:27	12.4	06:00	18:28	12.5	05:58	18:30	12.5	05:56	18:32	12.6	05:54	18:34	12.7
Mar	06:04	18:14	12.2	06:04	18:14	12.2	06:03	18:14	12.2	06:03	18:14	12.2	06:03	18:15	12.2
Abr	06:04	17:56	11.9	06:05	17:55	11.8	06:06	17:53	11.8	06:08	17:52	11.7	06:09	17:50	11.7
May	06:07	17:46	11.7	06:09	17:43	11.6	06:12	17:40	11.5	06:15	17:37	11.4	06:18	17:34	11.3
Jun	06:14	17:47	11.6	06:18	17:43	11.4	06:21	17:40	11.3	06:25	17:36	11.2	06:29	17:32	11.1
Jul	06:18	17:54	11.6	06:21	17:51	11.5	06:25	17:47	11.4	06:28	17:44	11.3	06:32	17:40	11.1
Ago	06:11	17:58	11.8	06:13	17:56	11.7	06:15	17:54	11.7	06:17	17:52	11.6	06:20	17:50	11.5
Set	05:54	17:57	12.1	05:54	17:56	12.0	05:55	17:56	12.0	05:55	17:55	12.0	05:56	17:55	12.0
Oct	05:36	17:55	12.3	05:35	17:57	12.4	05:34	17:58	12.4	05:32	17:59	12.5	05:31	18:01	12.5
Nov	05:27	18:02	12.6	05:25	18:05	12.7	05:22	18:08	12.8	05:19	18:10	12.9	05:16	18:14	13.0
Dic	05:34	18:16	12.7	05:30	18:20	12.8	05:27	18:24	13.0	05:23	18:28	13.1	05:19	18:31	13.2

Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA (2002)  
Referencia: Día 15 del mes

Tabla 3.1. Duración astronómica por latitud y mes  
Fuente: Dr. Aurelio Loret de Mola Böhme (2003, "Atlas de Radiación Solar")

El segundo método, si el valor de la latitud no se encontrara entre los datos de la tabla, se haría una interpolación usando el valor de N (duración astronómica del día) entre los valores que estaría dicho valor.

LAT. SUR:	14°58'	14	58	14.97
INTERPOLACIÓN: N				
LATITUD	N			
14	13			
14.97	X			
16	13.1			
X =	13.05			

Figura 3.2. Cálculo de Interpolación  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020, "Memoria de Calculo")

### 3.2.1.4. CORRECCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIA.

La utilización de un factor de corrección (K) en la radiación solar es función de la calidad del aire, esta se evalúa mediante datos aportados por el SENAMHI.

$$0.95 < K < 1.05 \quad (2)$$

Multiplicaremos por 0.95, si el aire donde vamos a disponer el captador está compuesto de mucha polución, o si por el contrario si es un aire limpio la corrección de nuestra radiación la haremos multiplicando por 1.05.

Los captadores no estarán completamente en horizontal, los dispondremos con una inclinación igual a la Latitud más 10° por ser una instalación que no sólo la utilizaremos todo el año, sino que la optimizaremos para los meses de invierno, donde las horas de irradiación solar son menores y las temperaturas son más bajas.

### 3.2.1.5. RADIACIÓN SOLAR EFECTIVA (EU)

También conocida como Energía Útil (Eu), es la que verdaderamente llega al captador, teniendo en cuenta la inclinación de éste, obviando el rendimiento.

Se debe aplicar una reducción del 6%, este término que es igual a 0,94, permite hablar de radiación efectiva debido a que la primera hora de la mañana y a última hora de la tarde la intensidad de radiación es menor que la del mediodía y en ocasiones se compensa la intensidad por las pérdidas generadas.

$$Eu = 0.94 * K * H_{\text{corregida}} \quad (3)$$

6%: Reducción radiación global 0.94

K: Factor correctivo de la latitud del lugar donde se ubica la instalación y de la inclinación del captador (adimensional: 1.17)

H corregida: (kJ/m<sup>2</sup>) = 16,937 KJ/m<sup>2</sup>.d

**Nota:** No hay que olvidar el papel que juega una correcta orientación e inclinación del captador.

$$Eu = 0.94 * 1.17 * 16,937$$

$$Eu = 17,513 \text{ KJ/m}^2.\text{d}$$

$$Eu = 4,869 \text{ Wh/m}^2.\text{d}$$

### 3.2.1.6. RENDIMIENTO DEL CAPTADOR.

El rendimiento de un captador es la relación entre la energía útil aportada por el fluido caloportador y la energía solar incidente sobre la cubierta del mismo. Hay que tener en

cuenta que no toda la energía que incide sobre el captador es aprovechada, existen pérdidas por radiación, absorción, conducción y convección, como se detallara a continuación.

El parámetro que define al captador es la ecuación de rendimiento que aporta el fabricante cuyos términos vienen definidos en función del material con el que está construido y su comportamiento frente a la radiación solar incidente.

$$\eta = U_0 - U_1 * \frac{(T_m - T_a)}{I} - U_2 * \frac{(T_m - T_a)^2}{I} \quad (4)$$

Dónde:

U: Factores de pérdidas debidas a la superficie del captador y de la diferencia de temperaturas creadas entre la temperatura ambiente y la temperatura media del captador. Representa el ángulo de inclinación en la gráfica del rendimiento. (Dato del fabricante).

U0: Factor de conversión  $\eta_0$  (%): 0.952

U1: Coeficiente de pérdida k1 (W/m<sup>2</sup>-K): 3.669

U2: Coeficiente de pérdida k2 (W/m<sup>2</sup>-K): 0.01 (valor despreciable por ser muy pequeño)

Tm: Temperatura media del fluido caloportador (°C): Tcolector – Tmín.= 36°C

Ta: Temperatura ambiente (°C): T mín. = 23°C

I: Intensidad Radiante (W/m<sup>2</sup>):

$$n = 0.952 - (3.669 * \frac{(36 - 23)}{402})$$

$$n = 0.83$$

La intensidad radiante (I), es la cantidad de energía útil captada por unidad de tiempo por unidad de superficie.

La superficie que se tomará en cuenta será de 1 m<sup>2</sup> y el tiempo será al número de horas de sol útil ya que puede darse el supuesto caso de inexistencia de sombras proyectadas sobre el captador.

El rendimiento del captador, aparte de depender de los elementos de constructivos del propio, depende también de la intensidad radiante. Esta Intensidad Radiante se obtiene:

$$I = \frac{E_{\text{útil}}}{\text{Horas}} \quad (5)$$

Dónde:

E útil: Energía útil (kWh/m<sup>2</sup>. día) = 4,869 Wh/m<sup>2</sup>.d

Horas: Número de horas de sol útiles (horas) = 12

$$I = \left( \frac{4,869}{12} \right)$$

$$I = 402 \text{ W/m}^2$$

Nosotros al desear una instalación solar optimizada para toda la época del año escogeremos la segunda opción, por los siguientes motivos:

- \* La primera opción introduce un error en el rendimiento invernal.
- \* Con la segunda opción obtenemos un cálculo más exacto del rendimiento de nuestros paneles.

La expresión del rendimiento de un captador se puede simplificar y tenemos la siguiente expresión:

$$\eta = U_0 - (U_1 * X) \quad (6)$$

Donde:

$$X = \frac{T_m - T_a}{I} \quad (7)$$

$$\eta = U_0 - U_1 * X \quad (8)$$



CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL CAPTADOR ( $\eta$ )		
Energía útil del captador (Eu)	17,513	KJ/m2.d
	4,869	Wh/m2.d
Horas diaria de Sol: Hd	12	h/d
INTENSIDAD RADIANTE: (I)	402	W/m2
Eficacia visual o Factor de conversión (Uo): % (FABRICANTE)	0.952	
Coefficiente de pérdida u1: k1 (FABRICANTE)	3.669	W/m2*K
Temperatura media del fluido caloportador: Tm	36	°C
Temperatura ambiente: Ta	23	°C
RENDIMIENTO DEL CAPTADOR SOLAR: ( $\eta$ )	0.83	
FÓRMULAS:	$I = \frac{E_{\text{útil}}}{\text{Horas}}$	$n = U_0 - U_1 \cdot \frac{(T_m - T_a)}{I} - U_2 \cdot \frac{(T_m - T_2)^2}{I}$
		$X = \frac{(T_m - T_a)}{I}$

Figura 3.3. Cálculo del rendimiento del Captador  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.7. APOORTE DE ENERGÍA SOLAR (EP)

El rendimiento del captador depende de la temperatura ambiente y de la temperatura del fluido caloportador.

Se ha estimado un 10% a las pérdidas generadas en todos los elementos de la instalación, debido fundamentalmente al aislamiento, de ahí una aplicación del factor 0.9.

Según el IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) los rendimientos de instalaciones debido a las diferentes dispersiones de calor que se puede producir a lo largo de todo el circuito, recomiendan aplicar pérdidas que oscilan desde el 5% al 20%:

$$E_p = 0.9 \cdot \eta \cdot E_u \quad (9)$$

$E_p$ : Aporte energía solar (kW/m2. día)

$\eta$ : Rendimiento del captador (adimensional) = 0.83

Eu: Energía útil (kWh/m2. día) = 17,513 KJ/m2.d

$$Ep = 0.9 * 0.83 * 17,513$$

$$Ep = 13,133 \text{ KJ/m2.d}$$

$$Ep = 4,794 \text{ MJ/m2.año}$$

CÁLCULO DEL APOORTE DE ENERGÍA SOLAR (Ep)		
Pérdida estimada (5 al 20%): 10%	0.90	
Rendimiento del captador (adimensional): $\eta$	0.83	
Energía efectiva o útil (Eu):	17,513	KJ/m2.d
ENERGÍA SOLAR CAPTADA (Ep):	13,133	KJ/m2.d
	4,793,702	KJ/m2.año
	4,794	MJ/m2.año
FÓRMULA:	$Ep = 0.9 * \eta * Eu$	

Figura 3.4. Cálculo del aporte de Energía Solar  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.8. Número de Captadores:

Para definir el número de captadores que necesita la instalación nos basaremos en el método recomendado por el IDAE y por el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).

La superficie total de captación (S captación) se obtiene de la comparación de la energía demandada anual y la energía anual aportada por el sol por unidad de superficie, como se detalla a continuación:

$$S_{\text{captación}} = \frac{E_{\text{requerida}}}{E_{\text{captada}}} * \text{Cobertura deseada} \quad (10)$$

Dónde:

S captación: Superficie de captación (m2)

E requerida: Energía requerida anual (MJ/año) = 331,319 MJ/año

E captada: Energía aportada solar anual (MJ/m2.año) = 4,794 MJ/m2.año

Cobertura Deseada: 60%

$$S = \left( \frac{331,319}{4,794} \right) * 0.60$$

$$S = 41.47 \text{ m}^2$$

CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAPTADORES SOLARES		
TOTAL DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS ANUAL: E1	331,319	MJ/año
TOTAL DEMANDA ENERGÉTICA POR CALEFACCIÓN: E2	0	MJ/año
TOTAL DEMANDA DE ENERGÍA REQUERIDA ANUAL: Qr	331,319	MJ/año
Energía de aporte o captada: Ep anual	4,794	MJ/m2.año
Cobertura deseada: %	0.60	
SUPERFICIE DE CAPTACIÓN SOLAR: S	41.47	m2
Superficie de captación asumida: S	42	m2
Superficie útil del captador solar: S' :	2.0	m2
NÚMERO DE CAPTADORES SOLARES: N°	21	CAPTADORES
NÚMERO DE CAPTADORES ASUMIDA: N°	24	CAPTADORES
Capacidad del captador:	1.10	litros
Capacidad Total de captadores	26	litros
FÓRMULAS:	$S_{\text{captación}} = \frac{E_{\text{requerida}}}{E_{\text{captada}}} * \text{Cobertura deseada}$ $N^{\circ} \text{ CAPTADORES} = \frac{\text{SUPERFICIE DE CAPTACIÓN}}{\text{SUPERFICIE DEL CAPTADOR SOLAR ELEGIDO}}$	

Figura 3.5. Calculo para el Numero de Captadores Solares

Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.9. Sistema de Captación:

Como hemos comentado anteriormente, es el elemento principal de cualquier sistema de energía solar térmico. Tiene como misión captar la energía solar incidente y transmitirla al fluido caloportador que circula por él. Se componen básicamente de:

#### **3.2.1.10. Cubierta:**

Provoca el efecto invernadero dentro del captador y asegura la estanqueidad. Puede ser de vidrio o plástico.

#### **3.2.1.11. Placa absorbente:**

Recibe la radiación solar, la transforma en calor y la cede al fluido caloportador. Posee un recubrimiento selectivo que lo convierte en un cuerpo negro y por lo tanto consigue una alta absorción.

#### **3.2.1.12. Aislante.**

Es el responsable de disminuir las pérdidas o fugas de calor internas. Debe de ser de un material resistente a temperaturas altas, inerte a la humedad y que no desprenda sustancias tóxicas.

#### **3.2.1.13. Carcasa.**

Contiene y soporta los elementos anteriores y los protege de la intemperie. Debe poseer alta resistencia a las temperaturas, corrosión, degradación química y radiación ultravioleta.

#### **3.2.1.14. Disposición de los captadores.**

El conexionado de los captadores es una de las piezas claves en el diseño de las instalaciones solares. La conexión puede ser en serie, paralelo o de forma mixta.

#### **3.2.1.15. En el proyecto se aplicará la conexión mixta.**

Consiste en conectar de varias baterías en paralelo con retorno invertido para equilibrar la instalación y en cada una de las baterías los captadores serán conectados en serie. Es una combinación recomendada si se pretende beneficiarse de las

ventajas de las conexiones en serie y en paralelo. Se puede definir como baterías a los captadores conectados en serie o en paralelo.

Para conseguir un funcionamiento óptimo de la instalación implica dimensionar correctamente el circuito primario para que por cada batería circule la misma cantidad de fluido caloportador con la mínima pérdida de carga. Para que cada batería de captadores circule el fluido caloportador y se caliente de forma correcta, instalaremos válvulas de corte tanto en la entrada como en la salida, además con el fin de realizar un cambio o reparación de un componente sin necesidad de vaciar completamente la instalación.

Para limitar la presión de trabajo dispondremos de una válvula de seguridad. También se instalará un purgador en la salida del bloque y en el punto más alto, así eliminaremos el aire que contenga el fluido caloportador en el proceso de llenado de la instalación, o en procesos futuros de reparaciones de elementos dañados.

#### **3.2.1.16. Separación de los captadores.**

Según RITE hay que fijar unas distancias mínimas entre las filas de captadores con el fin de que durante la exposición solar no se proyecten sombras entre sí. Según el apartado del RITE 10.1.3.1 ha fijado esta distancia mínima en función de:

Cálculo de la altura de inclinación del captador:

$$h_{captador} = L * \text{sen}\beta \quad (11)$$

Dónde:

H captador (metros)

L longitud del captador = 2.10 m

B: ángulo de inclinación asumido = 25°

$$h_{\text{captador}} = 2.10 * \text{sen} \left( \frac{25^\circ * 3.1416}{180^\circ} \right)$$
$$h_{\text{captador}} = 0.89 \text{ m}$$

Cálculo de la altura solar mínima a las 1200 horas (12:00):

$$H_{\text{mín}} = 90^\circ - \text{Latitud del lugar} - 23^\circ 27' \quad (12)$$
$$H_{\text{mín}} = 66.55^\circ - L_{\text{Sg}}$$

Dónde:

H min (grados):

L<sub>Sg</sub> latitud sur (Plano Horizontal del día más favorable (en grados según la tabla 3.2 cálculo de interpolación) = 14.97°

$$H_{\text{min}} = 66.55^\circ - 14.97^\circ$$
$$H_{\text{min}} = 51.58 \text{ grados}$$

Cálculo de la distancia mínima entre captadores solares y un objeto de altura h (d1):

$$d_1 = \frac{h_{\text{captador}}}{\text{tg}(H_{\text{mín}})} = d_1 = \frac{L * \text{Sen } B}{\text{tg}(H_{\text{mín}})} \quad (13)$$

Dónde:

d1 distancia entre filas:

L longitud del captador = 2.10 m

H min: Plano Horizontal del día más favorable = 51.58°

B: ángulo de inclinación asumido = 25°

h captador (metros) = 0.89 m

$$d1 = \left( \frac{2.10 * \text{sen} \left( \frac{25^\circ * 3.1416}{180^\circ} \right)}{\text{tan} \left( \frac{51.58^\circ * 3.1416}{180^\circ} \right)} \right)$$

$$d1 = 0.70 \text{ m}$$

Cálculo entre filas comprendida entre la parte posterior del captador y el inicio de la fila siguiente (d2):

$$d_2 = L * \cos\beta \quad (14)$$

Dónde:

d2 distancia proyectada del captador con respecto a la horizontal:

L longitud del captador = 2.10 m

B: ángulo de inclinación asumido = 25°

$$d2 = 2.10 * \cos \left( \frac{25^\circ * 3.1416}{180^\circ} \right)$$

$$d2 = 1.90 \text{ m}$$

Cálculo entre el inicio de filas de captadores es:

$$d = \frac{L * \text{sen}\beta}{\text{tg}(H_{\text{min}})} + d_2 \quad (15)$$

Dónde:

d: separación entre captadores

L longitud del captador = 2.10 m

B: ángulo de inclinación asumido = 25°

H min: Plano Horizontal del día más favorable = 51.58°

d2 = 1.90 m

$$d = 0.70 + 1.90$$

$$d = 2.61 \text{ m}$$

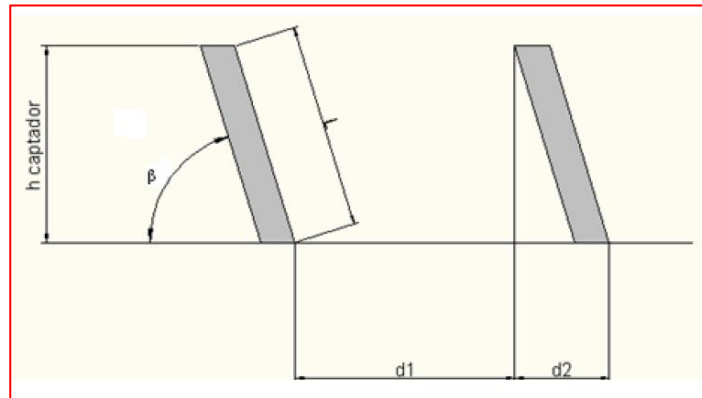


Figura 3.6. Dimensión que hay entre captador a captador  
Fuente: <https://eliseosebastian.com/distancia-entre-paneles-fotovoltaicos/>

CÁLCULO DE SEPARACIÓN ENTRE BATERÍAS DE CAPTADORES		
Area del Total captador: CATALOGO	2.3	m <sup>2</sup>
Longitud del captador: CATALOGO	2.10	m
LATITUD SUR: LS	14.97	grados
Plano horizontal día más desfavorable: H <sub>mín</sub>	51.58	grados
Angulo de inclinación captador asumido	25	grados
Cálculo de la Altura del captador (h captador)	0.89	m
Cálculo de la distancia entre filas: d2	1.90	m
Cálculo de la distancia entre filas: d1	0.70	m
SEPARACIÓN ENTRE BATERÍAS DE CAPTADORES: (d1 + d2)	2.61	m
$H_{\min} = 66.55 - LS_g$ $d_1 = \frac{L * \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\min})}$ $h_{\text{captador}} = L * \text{sen } \beta$ $d_2 = L * \text{cos } \beta$		

Figura 3.7. Cálculo de separación entre Captadores  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.17. Sistema de acumulación.

La necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la captación que se obtiene del sol, por lo que es necesario disponer de un sistema de acumulación que haga frente a la demanda en momentos de poca o nula radiación



solar; así como la acumulación energética producida en los momentos de poco o nulo consumo.

### 3.2.1.18. Volumen de acumulación.

El acumulador es el sistema de almacenamiento de agua caliente. Lo ideal sería hacer coincidir el consumo diario con el **volumen del depósito (V)**. El RITE establece un margen que puede considerarse como correcto el dimensionado:

$$0.8 M < V < M \quad (16)$$

También existe una recomendación de los fabricantes para el cálculo de volúmenes de energía solar y es estimar **50 litros por cada m<sup>2</sup> útil de captador**:

$$At = A * N_{captadores} \quad (17)$$

$$V = 50 * At \quad (18)$$

**Dónde:**

**V.** Volumen (litros)

**At:** superficie útil de los captadores (m<sup>2</sup>)

**A:** área del captador (m<sup>2</sup>) = 2 m<sup>2</sup>

**N captadores:** número de captadores totales a usar = 24

$$At = 2 * 24$$

$$d = 48 \text{ m}^2$$

Reemplazando 17 en 18:

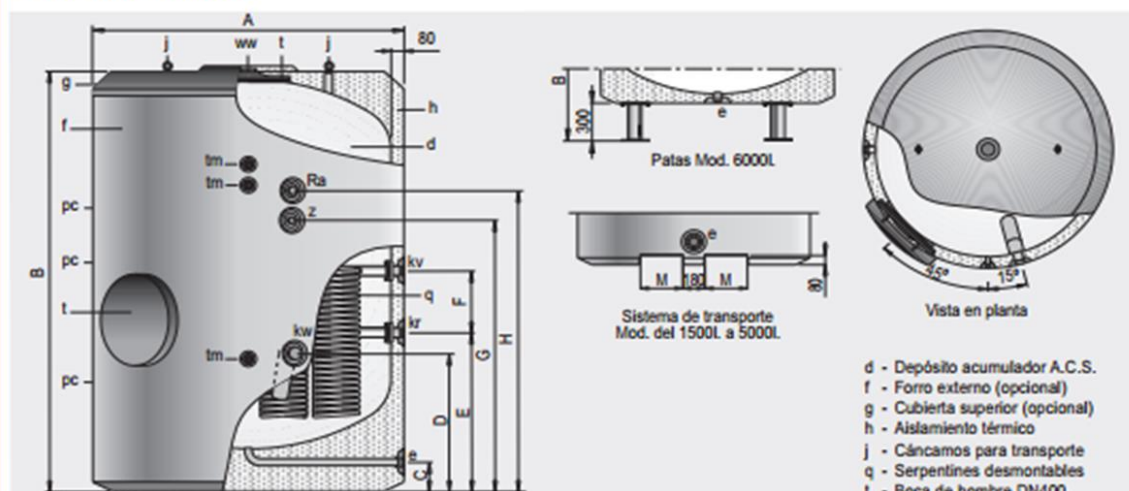
$$V = 50 * 48$$

$$V = 2400 \text{ litros}$$

# Depósitos de acero vitrificado, de 1500 a 6000 litros

**lapes**

## Con serpentines



### Descripción

Depósitos de gran capacidad para producción y acumulación de agua caliente sanitaria. Fabricados en acero vitrificado s/DIN 4753 y capacidades de 1500 a 6000 litros.

Incorporan un sistema de serpentines desmontable, fabricado en acero inoxidable, como sistema de producción propia de ACS a través de una fuente calorífica externa que puede ser un circuito de caldera o paneles solares. Los modelos MVV-...-SSB tienen la superficie de intercambio del conjunto de serpentines aumentada para un mejor aprovechamiento de la energía procedente de paneles solares (ver tabla).

Aislados térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectada en molde, libre de CFC.

Todos los modelos disponen de conexiones para la incorporación de resistencias eléctricas de calentamiento como sistema de apoyo.

Incorporan de serie equipo de protección catódica permanente "Lapesa Correx-up" (ver pag. 42).

Características técnicas /Conexiones /Dimensiones		MVV1500 SB/ SSB	MVV2000 SB/ SSB	MVV2500 SB/ SSB	MVV3000 SB/ SSB	MVV3500 SB/ SSB	MVV4000 SB/ SSB	MVV5000 SB/ SSB	MVV6000 SB/ SSB
Capacidad de A.C.S	l	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000
Temperatura máx. depósito de A.C.S	°C	90	90	90	90	90	90	90	90
Presión máx. depósito de A.C.S (*)	bar	8	8	8	8	8	8	8	8
Temperatura máx. circuito de calentamiento (**)	°C	120	120	120	120	120	120	120	120
Presión máx. circuito de calentamiento	bar	25	25	25	25	25	25	25	25
Número de serpentines -SB /-SSB	und	2 / 3	2 / 3	3 / 4	3 / 5	4 / 5	4 / 5	5 / 6	5 / 6
Capacidad de serpentines -SB /-SSB	L	17 / 25	19 / 29	28 / 35	29 / 48	38 / 48	38 / 48	48 / 56	48 / 56
Superficie de intercambio -SB /-SSB	m <sup>2</sup>	2.8 / 4.2	3.4 / 5.0	4.8 / 6.1	5.0 / 8.4	6.7 / 8.4	6.7 / 8.4	8.4 / 10.0	8.4 / 10.0
Peso en vacío aprox. -SB /-SSB	Kg	430 / 445	495 / 510	675 / 685	740 / 765	810 / 825	980 / 995	1110 / 1120	1216 / 1228
Cota A: diámetro exterior	mm	1360	1360	1660	1660	1660	1910	1910	1910
Cota B: longitud total	mm	1830	2280	2015	2305	2580	2310	2710	3210
Cota C:	mm	160	160	195	195	195	190	190	--
Cota D:	mm	680	680	800	800	800	880	880	946
Cota E:	mm	760	920	910	1015	1015	1055	1055	1136
Cota F:	mm	400	400	400	400	400	400	400	400
Cota G:	mm	1095	1470	1225	1410	1545	1400	1580	2194
Cota H:	mm	1285	1660	1415	1600	1735	1590	1770	2384
Cota M:	mm	210	210	285	285	285	350	350	--
w: entrada agua fría	*GAS/M	2	2	3	3	3	3	3	3
e: desagüe	*GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	2
ww: salida agua caliente	*GAS/M	2	2	3	3	3	3	3	3
z: recirculación	*GAS/M	1-1/2	1-1/2	2	2	2	2	2	2
kv: avance caldera	*GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2
kr: retorno caldera	*GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2
Ra: conexión resistencia de apoyo	*GAS/M	2	2	2	2	2	2	2	2
tm: conexión sensores laterales	*GAS/M	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
pc: conexión protección catódica	*GAS/M	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2
m <sup>n</sup> conexiones protección catódica en continuo	und.	2	2	2	3	3	3	3	3
(*) Otras presiones, consultar. (**) Temperatura estándar. Otras temperaturas, consultar.									
ErP		MVV1500 SB/ SSB	MVV2000 SB/ SSB	MVV2500 SB/ SSB	MVV3000 SB/ SSB	MVV3500 SB/ SSB	MVV4000 SB/ SSB	MVV5000 SB/ SSB	MVV6000 SB/ SSB
Pérdidas estáticas	W	154	174	194	215	232	245	266	280
Clase de eficiencia energética	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Volumen	L	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000

Tabla 3.2. Dimensiones y capacidades del acumulador  
Fuente: WOLF (2008, "Sistemas de Energía Solar Wolf")

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE INTERACUMULACIÓN PARA ACS		
SUPERFICIE ÚTIL DEL CAPTADOR	2	m2
NÚMERO DE CAPTADORES	24	CAPTADORES
VOLUMEN POR CADA m2 ÚTIL DEL CAPTADOR: FABRICANTE	50	litros/captador
VOLUMEN DEL INTERACUMULADOR PARA ACS	2,400	litros

Figura 3.8. Cálculo de volumen del tanque Acumulador para A.C.S.  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

En la figura 3.9, se aprecia, mediante los datos de la figura 3.8, el número de tanques de acumulación que requiere el sistema, así mismo las dimensiones del tanque que ha sido seleccionado para el trabajo con la tabla 3.3.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE TANQUES DE INTERACUMULACIÓN PARA ACS		
VOLUMEN DEL INTERACUMULADOR PARA ACS	2,400	litros
CAPACIDAD DEL TANQUE INTERACUMULADOR: FABRICANTE	2,500	litros
N° DE TANQUE DE INTERACUMULACIÓN	0.96	
N° de tanques asumidos	1.00	TANQUES
TIPO DE CONEXIÓN:	PARALELO	
Dimensiones aproximadas: Ref. FABRICANTE		
Altura con aislamiento térmico: B	2,015	mm
Diámetro con aislamiento térmico: A	1,660	mm
Superficie calefactora intercambiador: SSB	6.1	m2
Capacidad del intercambiador o serpentín	35	litros
Presión máximo del circuito de calentamiento	25	bar
Presión máximo del depósito de ACS	8	bar
N° de serpentines	1	
Temp. máxima del circuito de calentamiento	120	°C
Temp. máxima del depósito de ACS	90	°C
Peso en vacío aproximado	685	kg

Figura 3.9. Cálculo del número de tanques de Interacumulación para A.C.S.  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.19. Cálculo tuberías circuito primario.

Para las tuberías utilizadas en instalaciones solares hay que distinguir entre dos circuitos:

### 3.2.1.19.1. Circuito Secundario: Acumulador-Consumo

Respecto a este circuito la incorporación de la instalación solar no afecta de modo alguno para la modificación de los materiales existentes.

### 3.2.1.19.2. Circuito Primario: Captadores-Intercambiador

Para este circuito hay que tener en cuenta que en determinadas ocasiones la temperatura del fluido caloportador entre captador e intercambiador puede alcanzar temperaturas muy elevadas de hasta 130°C, este hecho nos producirá esfuerzos considerables sobre las tuberías y fricciones debido a su dilatación, además de acelerar procesos de corrosión y calcificación. Por ello se recomienda la utilización de las tuberías de los siguientes materiales:

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cobre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coeficiente bajo de dilatación.</li><li>- Fácil de trabajar</li><li>- Económico</li><li>- Gran variedad de figuras y accesorios en el mercado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Transmisión térmica elevada</li><li>- Uniones por soldadura utilizando aleaciones.</li><li>- Incompatibilidad con otras tuberías metálicas.</li><li>- Corrosión galvánica.</li></ul>
Polietileno	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coeficiente bajo de transmisión térmica.</li><li>- Uniones termofusión.</li><li>- Elasticidad mecánica y compatibilidad con los metales.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coeficiente de dilatación elevado.</li><li>- Coste elevado.</li><li>- Necesidad de herramientas específicas.</li></ul>

Tabla 3.3. Tuberías para circuito primario  
Fuente: Mercedes Patiño Pizarro (2008, "Diseño y Cálculo de una Instalación Solar Térmica para A.C.S. en una Empresa de 200 Personas")

Para nuestro circuito primario elegiremos **tuberías de cobre tipo L**, debido a su bajo costo y grandes prestaciones.

Una vez elegido el material que se utilizará, el único parámetro por definir será su diámetro interior. Parámetros a seguir para el cálculo:

- La tubería seleccionada no podrá superar una pérdida de carga superior a los **40 mm de columna de agua por metro.**

- La velocidad del fluido no puede ser superior a **1,5 m/s.**, ya que provocaría ruido.

El diámetro mínimo interior será:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} \quad (19)$$

Dónde:

**D:** Diámetro mínimo interior de tubería (metros)

El caudal de nuestro captador esta entre 30 y 90 l/h, la recomendación del fabricante es de:

**90 l/h por captador (20)**

**Q:** caudal definido por el fabricante ( $m^3/s$ ) = 90 L/hora.m<sup>2</sup>

El captador tiene un área de 2 m<sup>2</sup>

Cuando se transforma a L/hora tenemos = 180 L/hora.captador

Como tenemos 24 captadores dará como resultado = 4,320 Litros/hora

Pasamos a m<sup>3</sup>/segundo = 0.00120 m<sup>3</sup>/s

**v:** Velocidad del fluido (m/s): 1.5 m/s

$$D = \sqrt{\left(\frac{4 * 0.00120}{\pi * 1.5}\right)}$$

$$D = 0.03192 \text{ m}$$

$$D = 31.92 \text{ mm}$$

Para el estudio del circuito primario haremos una distinción de tramos debido a que el caudal de fluido caloportador que circula no será el mismo. Distinguiremos entre cuatro grandes bloques principales, por una parte, los tramos Q1 y Q4, serán los tramos de entrada y salida de agua entre dos baterías de captadores en paralelo, y por otra parte tendremos los tramos Q2 y Q3 que son los tramos entre baterías de captadores, debido a que el caudal que circula por estos tramos es el mismo.

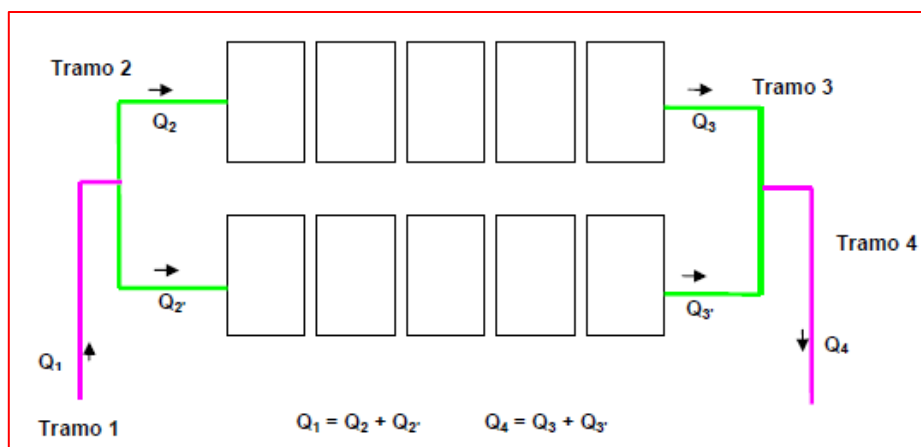


Figura 3.10. Circuito para tramos de los paneles en filas  
Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.20. Verificación del dimensionamiento de tuberías

Con el objetivo de cumplir con las condiciones de pérdida de carga y velocidad establecidas será necesario verificar.

La velocidad de fluido para el caudal de cada tramo y con la correspondiente tubería será calculada con la expresión:

$$Q = v * S \quad (21)$$

$$S = \pi * \frac{Di^2}{4} \quad (22)$$

Dónde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s) = 0.00120 m<sup>3</sup>/s

V: Velocidad del líquido caloportador (m/s)

S: Sección de la tubería (m<sup>2</sup>)

Di: diámetro interior asumido (tabla 3.4) = 32.13 mm

$$S = 3.1416 * \left( \frac{32.13^2}{4} \right)$$

$$S = 0.00081 \text{ m}^2$$

$$V = \left( \frac{0.00120}{0.00081} \right)$$

$$V = 1.48 \text{ m/s}$$

Medida nominal	Diámetro exterior	Diámetro interno			Espesor de pared		
		M	L	K	M	L	K
1/4"	0.375"	0.324"	0.314"	0.276"	0.025"	0.030"	0.049"
6.35 mm	9.525 mm	8.255 mm	8.001 mm	7.035 mm	0.635 mm	0.762 mm	1.245 mm
3/8"	0.500"	0.449"	0.429"	0.401"	0.025"	0.035"	0.049"
9.50 mm	12.700 mm	11.43 mm	10.922 mm	10.21 mm	0.635 mm	0.889 mm	1.245 mm
1/2"	0.625"	0.572"	0.544"	0.494"	0.028"	0.040"	0.065"
12.7 mm	15.875 mm	14.453 mm	13.843 mm	12.573 mm	0.711 mm	1.016 mm	1.651 mm
3/4"	0.875"	0.811"	0.784"	0.744"	0.032"	0.045"	0.065"
19 mm	22.225 mm	20.601 mm	19.939 mm	18.923 mm	0.812 mm	1.143 mm	1.651 mm
1"	1.125"	1.054"	1.024"	0.994"	0.035"	0.050"	0.065"
25 mm	28.575 mm	26.797 mm	26.035 mm	25.273 mm	0.889 mm	1.270 mm	1.651 mm
1 1/4"	1.375"	1.290"	1.264"	1.230"	0.042"	0.055"	0.072"
32 mm	34.925 mm	32.791 mm	32.131 mm	31.267 mm	1.067 mm	1.397 mm	1.829 mm
1 1/2"	1.625"	1.526"	1.504"	1.459"	0.049"	0.060"	0.083"
38 mm	41.275 mm	38.785 mm	38.227 mm	37.059 mm	1.245 mm	1.524 mm	2.108 mm
2"	2.125"	2.016"	1.984"		0.058"	0.070"	
51 mm	53.975 mm	51.029 mm	50.419 mm		1.473 mm	1.778 mm	
2 1/2"	2.625"	2.494"	2.464"		0.065"	0.080"	
64 mm	66.675 mm	63.373 mm	62.611 mm		1.651 mm	2.032 mm	
3"	3.125"	2.976"	2.944"		0.072"	0.090"	
76 mm	79.375 mm	75.597 mm	74.803 mm		1.889 mm	2.286 mm	
4"	4.125"	3.934"	3.904"		0.095"	0.110"	
102 mm	104.775 mm	99.949 mm	99.187 mm		2.413 mm	2.794 mm	

Tabla 3.4. Dimensiones y características de tubería rígida de cobre  
Fuente: SITASA (2010, "Suministros Industriales del Tajo, S.A.")

En la figura 3.11, se muestra el diámetro de la tubería que debe tener y que sale de los paneles solares hacia el segundo tramo de tuberías que llevarán el fluido caliente hacia la casa de fuerza o también llamado cuarto de electrobombas.



CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA EN LA RED PRIMARIA		
TRAMO ENTRE CAPTADORES DEL GRÁFICO	<b>Q1 = Q4</b>	CONFIGURACIÓN
CAUDAL DEL CAPTADOR: FABRICANTE	<b>90</b>	l/h.m2 captador
AREA ÚTIL DEL CAPTADOR: FABRICANTE	<b>2.0</b>	m2 captador
CAUDAL POR CAPTADOR	<b>180</b>	litro/hora
	<b>0.000050</b>	m3/s
N° CAPTADORES	<b>24</b>	captadores
CAUDAL CIRCULANTE EN LA BATERÍA:	<b>4,320</b>	litro/hora
	<b>0.00120</b>	m3/s
	<b>4.32</b>	m3/h
VELOCIDAD DEL FLUIDO ASUMIDO	<b>1.5</b>	m/s
CÁLCULO DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA DE LA RED PRINCIPAL: COBRE TIPO L	<b>0.03192</b>	m
DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO DE TUBERÍA:	<b>31.92</b>	mm
DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO COMERCIAL ASUMIDA: Tabla	<b>32.13</b>	mm
$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$		

Figura 3.11. Cálculo del diámetro de la tubería en la red primaria  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

En la figura 3.12, en base al anterior cálculo se halla el diámetro de las tuberías de la red secundaria, esta tubería empieza a partir del primer grupo de 12 paneles, esta tubería es la que lleva el agua al acumulador.

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA EN LA RED SECUNDARIA		
TRAMO ENTRE CAPTADORES DEL GRÁFICO	<b>2 = 3</b>	CONFIGURACIÓN
CAUDAL DEL CAPTADOR: Ref. WOLF	<b>90</b>	l/h.m2 captador
AREA ÚTIL DEL CAPTADOR	<b>2.0</b>	m2*captador
CAUDAL POR CAPTADOR	<b>180</b>	litro/hora
	<b>0.000050</b>	m3/s
N° CAPTADORES POR FILA	<b>6</b>	
CAUDAL CIRCULANTE EN LA BATERÍA:	<b>1,080</b>	litro/hora
	<b>0.00030</b>	m3/s
	<b>1.08</b>	m3/h
VELOCIDAD DEL FLUIDO RECOMENDADO	<b>1.5</b>	m/s
DIÁMETRO INTERIOR TUBERÍA DE LA RED SECUNDARIA: COBRE TIPO L	<b>0.01596</b>	m
DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO DE TUBERÍA	<b>15.96</b>	mm
DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO DE TUBERÍA ASUMIDA: Tabla comercial	<b>19.939</b>	mm
$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$		

Figura 3.12. Cálculo del diámetro de la tubería en la red secundaria  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.21. Cálculo de las pérdidas en tuberías.

Una vez obtenidos los datos de la velocidad y del caudal podemos calcular las pérdidas de carga de todo el circuito primario. Para ello es necesario conocer la longitud equivalente de los accesorios hasta donde se bifurque el circuito primario.

Empleando la siguiente expresión se calculará la pérdida de carga en tuberías de la instalación dependiendo de su diámetro y el tramo del número de captadores:

$$Pdc_{unitaria} = 378 * \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \quad (23)$$

#### 1er tramo de 24 captadores:

Dónde:

**Pdc** unitaria: Pérdida de carga en tubería (mm CA/m)

**Q**: Caudal (L/hora) = 4,320 l/hora

**D**: Diámetro interior real (mm) = 32.13 mm

$$Pdc = 378 * \left( \frac{4,323^{1.75}}{32.13^{4.75}} \right)$$

$$S = 60 \text{ mm CA/m}$$

$$S = 1.53 \text{ m CA}$$

#### 2do tramo de 12 captadores:

Dónde:

**Pdc** unitaria: Pérdida de carga en tubería (mm CA/m)

**Q**: Caudal (L/hora) = 2,160 l/hora

**D**: Diámetro interior real (mm) = 26.04 mm

$$Pdc = 378 * \left( \frac{2,160^{1.75}}{26.04^{4.75}} \right)$$

$$S = 49 \text{ mm CA/m}$$

$$S = 0.87 \text{ m CA}$$

### 3er tramo de 6 captadores:

Dónde:

**Pdc** unitaria: Perdida de carga en tubería (mm CA/m)

**Q**: Caudal (L/hora) = 1,080 l/hora

**D**: Diámetro interior real (mm) = 19.94 mm

$$Pdc = 378 * \left( \frac{1,080^{1.75}}{19.94^{4.75}} \right)$$

$$S = 52 \text{ mm CA/m}$$

$$S = 0.26 \text{ m CA}$$

#### 3.2.1.22. Cálculo de la bomba de circulación.

En el proyecto la ubicación de los captadores está en cotas superiores a la del acumulador, como en el caso que estamos tratando donde las placas solares se encuentran sobre el techo del cuarto de bombas o cisternas y el acumulador está ubicado en la sala de fuerza.

En estas situaciones la circulación del fluido caloportador entre los captadores y el acumulador no puede realizarse mediante convención natural, ya que la parte más caliente (captador soleado) está situado en el punto más alto de la instalación y no hay ninguna fuerza natural que haga subir el agua fría del acumulador que se encuentra en el punto más

bajo de la instalación. La elección de la bomba nos viene impuesta por el caudal que circula y la altura manométrica que ha de superar.

$$HP = \frac{Q * H}{75 * \eta} \quad (24)$$

Dónde:

**HP:** Potencia de la bomba de recirculación (hp)

**H:** Altura dinámica total (m.c.a.) = 12.34 mm

Sumatoria de las pérdidas de carga por baterías, en el Inter acumulador y altura estática superior.

**Q:** Caudal (L/hora) = 4,320 l/hora

$$HP = \left( \frac{\frac{4,320}{3600} * 12.34}{75 * 0.5} \right)$$
$$S = 0.39 \text{ HP}$$

Para el cálculo de la bomba, es más adecuado para nuestra instalación, realizar un estudio de pérdida de carga del circuito. Este dato junto con el caudal que ha de circular por los captadores nos ayudará a dimensionar la bomba.

Las bombas se seleccionan de forma que el caudal y la pérdida de carga se encuentren dentro del rendimiento óptimo. Para nuestro caso además deberán de soportar temperaturas de trabajo alrededor de **65°C**.

Para el dimensionamiento de tubería, se recomienda que el circuito hidráulico, el fluido circule con una velocidad inferior a **1.5 m/s** y disponer de una pérdida de carga inferior a los **40 mm.c.a/m**.

A la hora de calcular la pérdida de carga de los captadores solares, se ha de realizarla suma de caudal para obtener la pérdida de carga de una batería, debido a que éstos se encuentran conectados en paralelo.

En la figura 3.13, mediante estos datos se elegirá la bomba que se dispondrá en la red de agua, esta bomba ejercerá fuerza de absorción para atraer el agua del captador hacia el acumulador y el vaso de expansión, y las dimensiones se contrastará con un catálogo proporcionado por el proveedor.

<b>CÁLCULO DE LA BOMBA SOLAR DE CIRCULACIÓN</b>		
Caudal caloportador	4,320	l/h
	4.3	m3/h
Altura estática a superar	9	m.c.a
Viscosidad cinemática Agua/Glycol a 40°C	2.2	cSt
Viscosidad cinemática Agua/Glycol a 60°C	1.3	cSt
Condición: la viscosidad cinemática del del agua y el anticongelante (GLYCOL) no debe superar 4.3 CENTISTOKES, por lo tanto, no requiere corrección		
Pérdida de carga por tubería y accesorios	1.40	m.c.a
Nº de captadores por batería	24.00	captadores
Caudal del captador dato proporcionado por fabricante	90	l/h.m2
Pérdida de carga por batería de captadores: FABRICANTE	1.785	m.c.a.
Pérdidas de cargas locales en batería de captadores (30%)	0.54	m.c.a.
Pérdida de carga en el interacumulador: Ref. FABRICANTE	1.02	m.c.a.
ALTURA DINÁMICA TOTAL: H	12.34	m.c.a
POTENCIA APROXIMADA DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN:	0.39	HP
POTENCIA APROXIMADA DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN: REF. FABRICANTE	296	W
$HP = \frac{Q \left(\frac{l}{s}\right) * H(m)}{75 * \eta(\%)}$	500	W

Figura 3.13. Cálculo de la bomba solar de circulación  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.23. Vaso o Tanque de expansión.

Es uno de los elementos que asegura el correcto funcionamiento de la instalación. Es un depósito que contrarresta las variaciones de volumen y presión que se

produce en el circuito cerrado, cuando un fluido aumenta o disminuye de temperatura.

Utilizado en instalaciones con captadores solares, el vaso de expansión de membrana desempeña tres funciones:

1. Absorción del líquido procedente de la expansión térmica del circuito solar
2. Absorción del líquido de alimentación
3. Absorción del vapor formado en el captador

Cuando un fluido circula por un circuito cerrado aumentando su temperatura, éste se dilata, aumentando de volumen y llenando el vaso de expansión.

Cuando la temperatura disminuye, el fluido se contrae saliendo del vaso de expansión para regresar al circuito.

El volumen del Vaso de Expansión se hallará con las siguientes formulas:

$$V_T = V_n + V_c + V_i \quad (25)$$

$$V_e = V_T * (0.2 + (0.01 * h)) \quad (26)$$

Siendo:

**Ve:** Capacidad del vaso de expansión (litros)

**V<sub>T</sub>:** Capacidad total del circuito primario (litros)

**V<sub>n</sub>:** Capacidad del circuito (litros) = 14.50 litros

Se halla del producto entre la sección secundaria de la tubería S y la longitud de la tubería desde el captador hasta el vaso de expansión

**V<sub>c</sub>:** Capacidad total por captadores (litros) = 26.40 litros

Se halla del producto entre el número de captadores y la capacidad del captador que es dado por el fabricante

**Vi:** Capacidad del intercambiador (litros) = 35 litros

Se puede encontrar este dato en la tabla 3.3

**h:** Diferencia de altura entre el punto más alto de captadores y el depósito de expansión (metros) = 9 m

Este dato se extrae de la medición en los planos

$$V_T = 14.50 + 26.40 + 35$$

$$V_T = 61.40 \text{ litros}$$

$$V_e = 61.40 * (0.2 + 0.01 * 9)$$

$$V_T = 17.81 \text{ litros}$$

Volumen del circuito:

$$V_n = S * l * 1000 \quad (27)$$

$$V_c = 0.00081 * 18 * 1000$$

$$V_T = 14.60 \text{ litros}$$

Volumen de Captadores:

$$V_c = N^{\circ} \text{ captador} * V_{\text{captador}} \quad (28)$$

$$V_c = 24 * 1.10$$

$$V_T = 26.40 \text{ litros}$$

En la figura 3.14, aquí nos muestra el resultado de capacidad del equipo, en este caso el vaso de expansión que vamos a seleccionar, este cálculo se debe comprobar mediante una tabla de selección en base al número de paneles que se van a utilizar.

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL VASO DE EXPANSIÓN CERRADO (Ve)		
DESCRIPCIÓN	Circuito primario	
Díametro interior de tubería primaria: Di	32.131	mm
Sección de la tubería: S	0.00081	m <sup>2</sup>
Longitud de tubería: L	18	m
Capacidad del circuito (Vn):	14.60	litros
Capacidad Total por captadores: Vc	26.40	litros
Capacidad del Intercambiador: Vi	35.00	litros
CAPACIDAD TOTAL DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN: VT = Vn + Vc + Vi	61.40	litros
Diferencia de altura entre el punto más alto de captadores y el depósito de expansión: h	9	metros
CAPACIDAD DEL VASO DE EXPANSIÓN (V)	17.81	litros
CAPACIDAD ASUMIDA DEL VASO DE EXPANSIÓN (V): REF. FABRICANTE	18	litros
$V_n = \pi * \frac{D^2}{4} * L \quad V_e = V_T * (0.2 + 0.01 * h)$		

Figura 3.14. Cálculo del volumen del vaso de expansión cerrado  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.2.1.24. Aislamiento de tuberías.

Para minimizar las pérdidas de energía caloríficas del conjunto de las baterías de los capadores, es conveniente colocar unos aislamientos térmicos a las tuberías del circuito primario. Estos aislamientos deben cumplir con la norma vigente RITE y en especial con el apéndice I.T-1.2.4.2.1 de espesores mínimos de aislante térmico de redes de tuberías expuestos en la siguiente tabla:



Espesores mínimos de aislamientos (mm) en tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	>100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 ≤ D	35	40	50

Tabla 3.5. Espesores para aislamiento de tuberías  
Fuente: Salvador Guerrero Esteve (2010, "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios")

En la figura 3.15, al acabar los anteriores cálculos y gracias a ellos se calculará el calentador que se usara para el agua, este equipo no se diseñara en este proyecto, pero se deberá colocar para ayudar a corroborar los cálculos del Ingeniero Sanitario que se encargara de diseñar el calentador para el sistema.

SELECCIÓN DEL CALENTADOR DE AGUA Y ELECTROBOMBAS DE A.C.S.		
CARGA TÉRMICA PARA ACS	429,893	BTU/h
CAPACIDAD DE LA CALDERA SELECCIONADA: FABRICANTE	1,000,000	BTU/h
DIMENSIONES APROXIMADAS DE LA CALDERA: FABRICANTE		
ALTURA: A	2,413	mm
ALTURA: B	1,803	mm
ALTURA: C	991	mm
DIÁMETRO: D	610	mm
CONEXIÓN DE AGUA DE DISTRIBUCIÓN: 1	1	pulg
CONEXIÓN DE AGUA DE ENTRADA: 2	1	pulg
PESO: P	375	kg
CÁLCULO DE BOMBA DE RECIRCULACIÓN DE ACS		
CAUDAL DE AGUA DE ACS	45	lpm
ALTURA ESTÁTICA	19	m
PÉRDIDAS POR ACCESORIOS	3.77	m
ALTURA DINÁMICA TOTAL	20	m
POTENCIA DE LA BOMBA	0.39	HP
CANTIDAD DE BOMBAS:	2	UNIDADES

Figura 3.15. Selección del calentador de agua y electrobomba de A.C.S.  
Fuente: Ing. Jorge Suca (2020 Memoria de Calculo)

### 3.3. RESULTADOS:

**Resultado N°1:** Se logro diseñar con ayuda del AutoCAD (programa de diseño) tal como nos recomienda la NTS, en la figura 3.16 se puede observar los equipos con las dimensiones correspondientes que se debe dejar para el paso o circulación del personal.

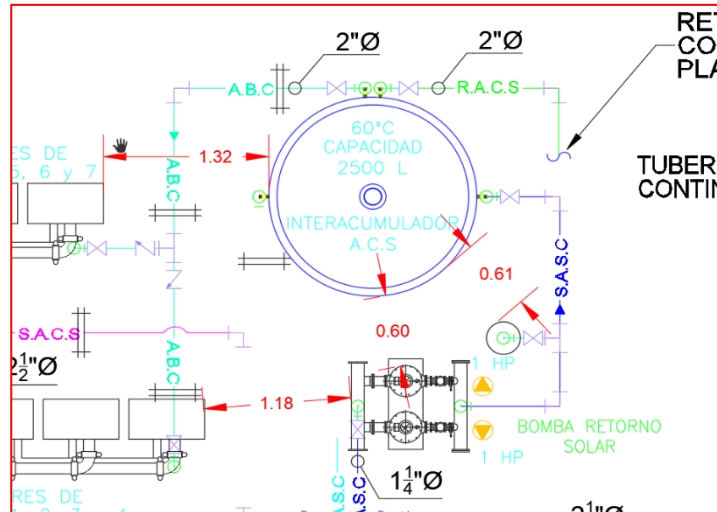


Figura 3.16. Dimensiones del espacio entre equipos de la casa de fuerza  
Fuente: Elaboración propia

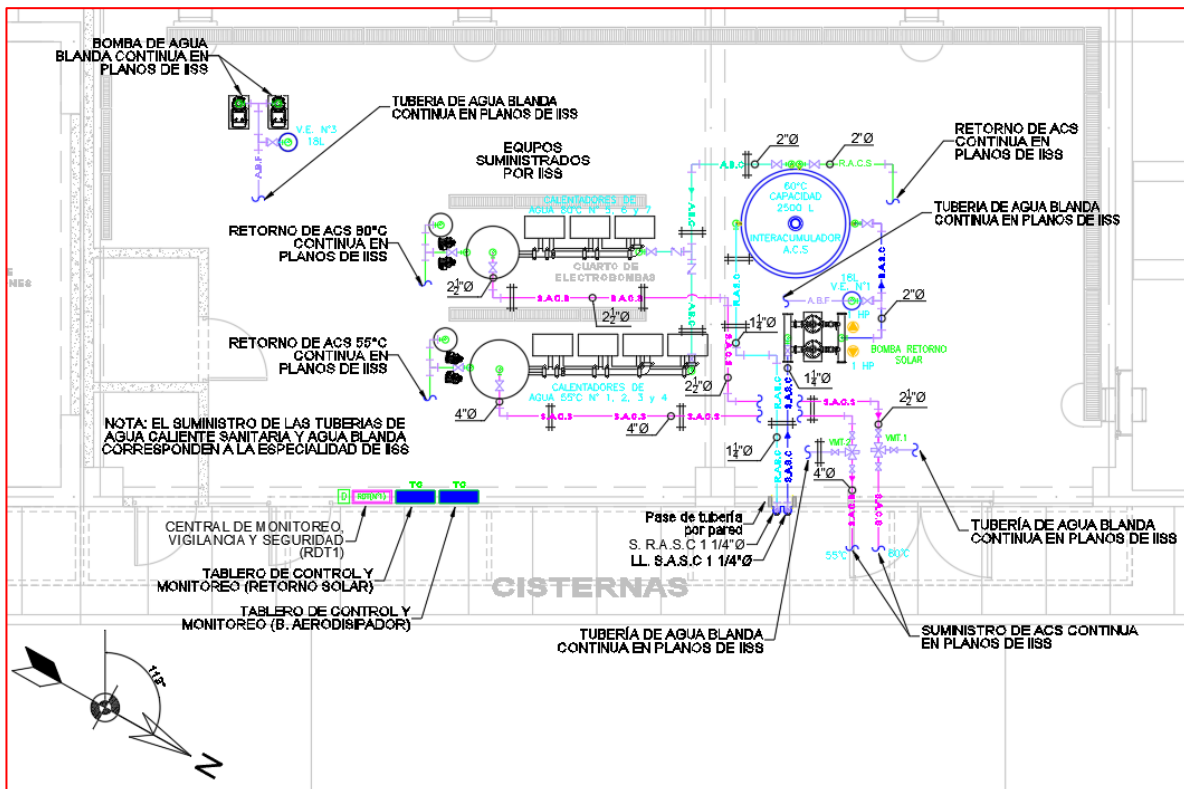


Figura 3.17. Esquema de planta ubicado en la casa de fuerza  
Fuente: Elaboración propia

**Resultado N°2:** Las medidas de los equipos, tuberías a usarse fueron colocadas a nivel escala como recomiendan la norma RNE, los catálogos de equipos entregados por proveedores y resultados obtenidos con los cálculos, esto se muestra en la figura 3.18, 3.19 3.20.

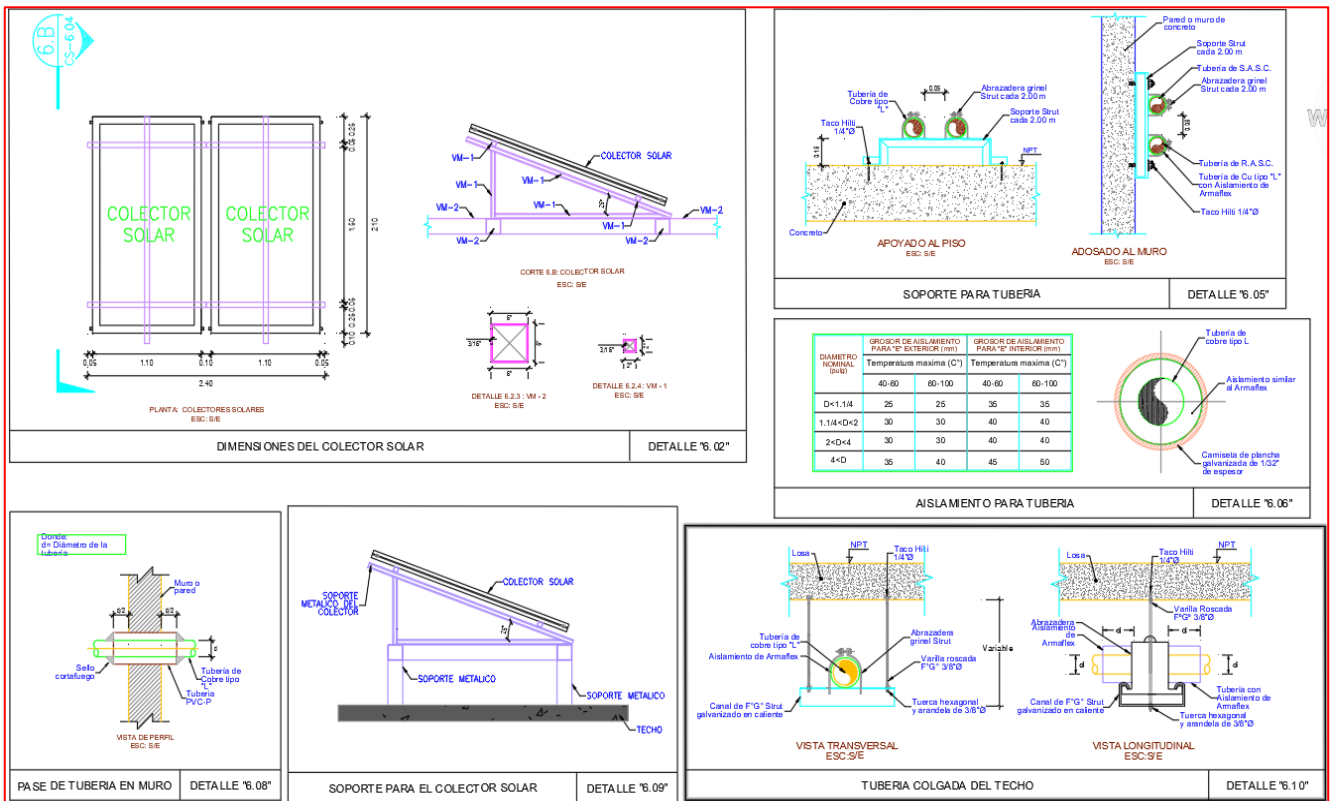


Figura 3.18. Detalles de Captadores Solares con medidas de panel, tuberías, bombas y estructuras metálicas  
Fuente: Elaboración propia

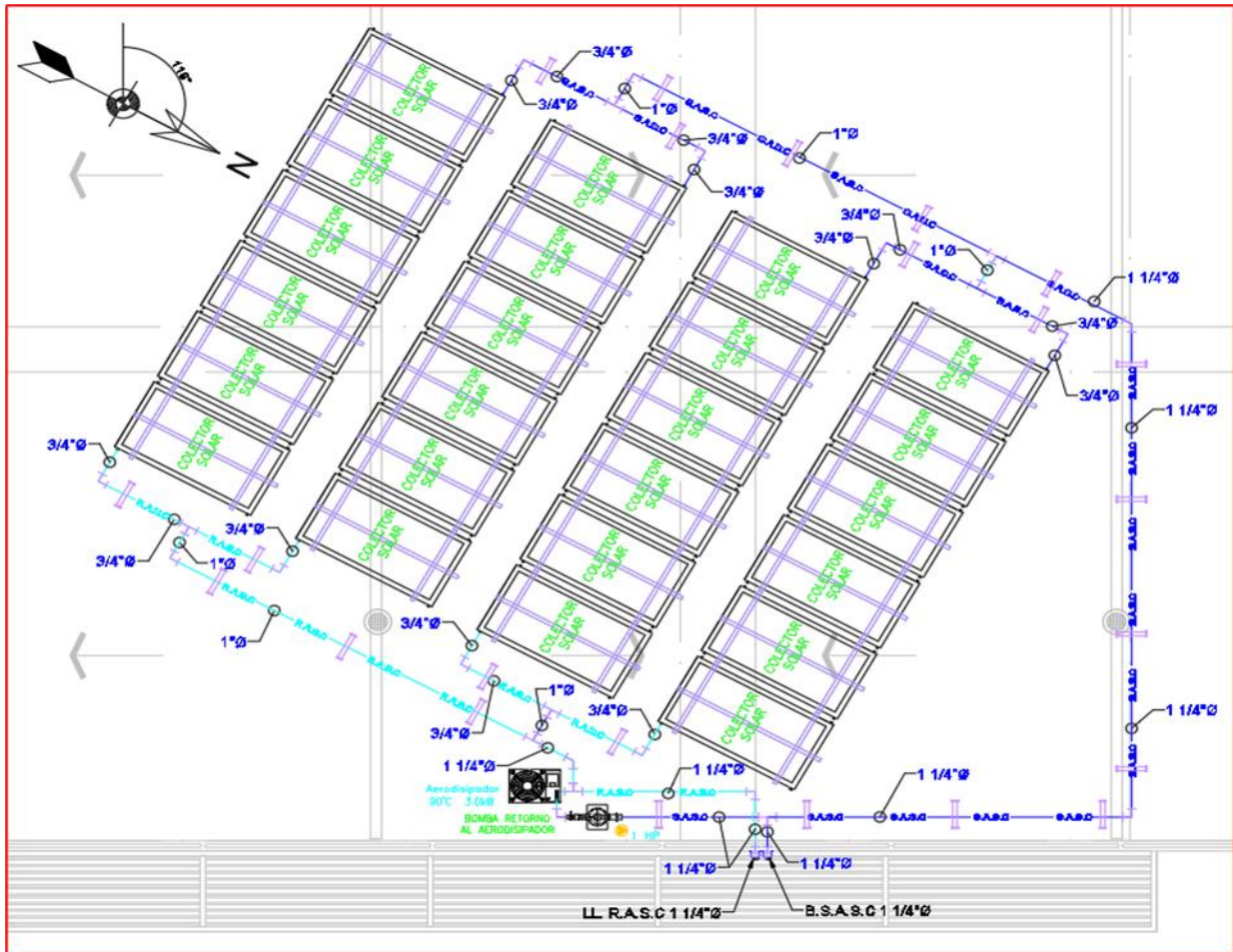


Figura 3.19. Medidas de las tuberías en el Esquema de Planta Ubicado en el Techo de la Casa de Fuerza  
Fuente: Elaboración propia

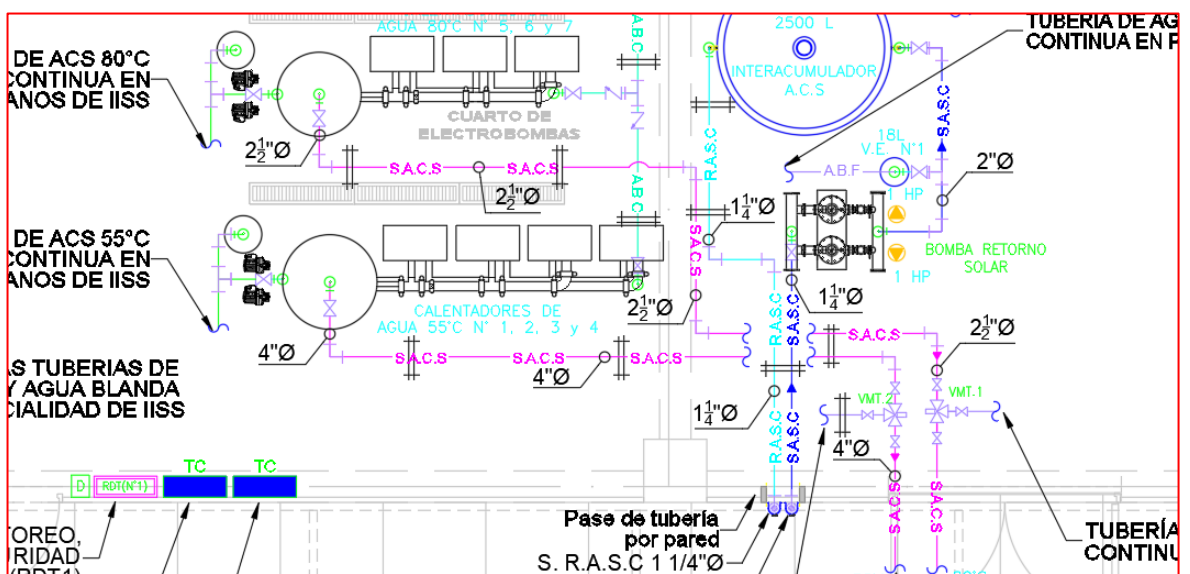


Figura 3.20. Medidas de las tuberías en el Esquema de Planta Ubicado en el Cuarto de Fuerza  
Fuente: Elaboración propia

**Resultado N°3:** Para garantizar que los datos que nos pedía respetar la normativa se realizó un resumen de los datos obtenidos donde permite una mejor comparación con todos los parámetros, en la figura 3.21 y 3.22 se puede observar la hoja del Excel.


		CÁLCULO DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA A.C.S.				
NOMBRE DEL PROYECTO:		HOSPITAL MARIA REICHE		UBICACIÓN DEL PROYECTO:		
PROFESIONAL:		JORGE LUIS SUCA MEZA	LATITUD SUR:	14°58'	DISTRITO	MARCONA
		CIP: 30018	LONGITUD OESTE:	74°53'	PROV.	NAZCA
			ALTITUD (msnm):	23	DEPARTAMENTO	ICA
ITEM	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA		RESULTADO	UNIDAD	
1.0	DATOS DEL PROYECTO					
1.1	CONSUMO DIARIO DE ACS TOTAL			12,160	l/d	
1.2	TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL AGUA DEL LUGAR			100	°C	
1.3	TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA DEL LUGAR			31	°C	
1.4	TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA DEL LUGAR			15	°C	
1.5	TEMPERATURA MEDIA DEL LUGAR			23	°C	
1.6	DURACIÓN ASTRONÓMICA MEDIA DEL DÍA DE HORAS DE SOL (N)			12	horas	
1.7	HORAS DE SOL TOTAL MES (N')			369	horas	
1.8	OCUPACIÓN PROMEDIO MENSUAL: (%)			0.85	%	
1.9	TEMPERATURA DE ACS DESEADA (°C):			36	°C	
1.10	TEMPERATURA DE USO (°C): Tm			55	°C	
1.11	TEMPERATURA MEDIA DE ENTRADA DEL AGUA DE LA RED LOCAL (°C): Tf			15	°C	
1.12	SALTO TÉRMICO (Tm-Tf)°C			40	°C	
1.13	TIEMPO NECESARIO PARA LA PUESTA EN SERVICIO: h (horas)			2	horas	
2.0	CÁLCULO DE LA DEMANDA MENSUAL DE ACS					
2.1	CÁLCULO TOTAL DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS ANUAL: E1	$E = D \cdot (T_m - T_f) \cdot C_e \cdot \delta$		331,319	MJ/año	
3.0	DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIA DIARIA			5	KWh/m2-h	
				17.78	MJ/m2.h	
3.1	DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE LOS CAPTADORES (α)	LATITUD DEL SITIO + 10°		25	grados	
3.2	DETERMINACIÓN DE LA ORIENTACIÓN DE LOS CAPTADORES	LATITUD SUR		NORTE	ORIENTACIÓN	
3.3	RADIACIÓN SOLAR EFECTIVA (Eu)	$Eu = 0.94 \cdot K \cdot H \text{ corregida}$		17,513	KJ/m2.d	
3.4	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD RADIANTE: I	$I = \frac{E_{\text{útil}}}{\text{Horas}}$				
3.5	CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL CAPTADOR: η	$\eta = u_0 - u_1 \cdot \frac{(T_m - T_a)}{I} - u_2 \cdot \frac{(T_m - T_2)^2}{I}$		0.83		
3.6	CÁLCULO DEL APOORTE DE ENERGÍA SOLAR	$Ep = 0.9 \cdot \eta \cdot Eu$		4793.70	MJ/m2.año	
4.0	CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAPTADORES					
4.1	TOTAL DEMANDA DE ENERGÍA REQUERIDA ANUAL: Qr	E1 + E2		331,319	MJ/año	
4.2	DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA DESEADA:			0.60		
4.3	CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN SOLAR: S	$S_{\text{captación}} = \frac{E_{\text{requerida}}}{E_{\text{captada}}} \cdot \text{Cobertura deseada}$		42		
4.4	DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ÚTIL DEL CAPTADOR SOLAR			2	m2/CAPTADOR	
4.5	CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAPTADORES SOLARES (asumido)	$N^{\circ} \text{ CAPTADORES} = \frac{\text{SUPERFICIE DE CAPTACIÓN}}{\text{SUPERFICIE DEL CAPTADOR SOLAR ELEGIDO}}$		24	CAPTADORES	
4.6	CÁLCULO DE SEPARACIÓN ENTRE BATERIAS DE CAPTADORES					
4.7	CÁLCULO DEL PLANO HORIZONTAL DEL SÍ MÁS DESFAVORABLE: Hmín	$H_{\text{mín}} = 66.55 - L S_g$		51.58	grados	
4.8	CÁLCULO DE LA ALTURA DEL CAPTADOR: (h captador)	$h_{\text{captador}} = L \cdot \text{sen } \beta$		0.89	m	
4.9	CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE FILAS: d2	$d_2 = L \cdot \text{cos } \beta$		1.90	m	
4.10	CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE FILAS: d1	$d_1 = \frac{L \cdot \text{sen } \beta}{\text{tg}(H_{\text{mín}})}$		0.70	m	
4.11	SEPARACIÓN ENTRE BATERÍAS DE CAPTADORES:	d1 + d2		2.61	m	

Figura 3.21. Resumen del Sistema de Cálculos de Paneles  
Fuente: Elaboración propia

5.0	CÁLCULO DEL NÚMERO DE TANQUES INTERACUMULADORES PARA ACS			
5.1	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CAPTADORES PARA ACS		24	CAPTADORES
5.2	DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL INTERACUMULADOR		2400.00	litros
5.3	SELECCIÓN DEL INTERACUMULADOR: FABRICANTES		2500.00	litros
5.4	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TANQUES INTERACUMULADORES		1.00	UNIDADES
5.5	TIPO DE CONEXIÓN DE LOS TANQUES INTERACUMULADORES		PARALELO	
6.0	CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS PRIMARIA			
6.1	CAUDAL DEL AGUA EN EL CAPTADOR: FABRICANTE		90.00	l/h.m2 captador
6.2	CAUDAL CIRCULANTE EN LA BATERÍA		4.32	m3/h
6.3	VELOCIDAD MÁXIMA DEL FLUIDO CALOPORTADOR		1.50	m/s
6.4	DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO COMERCIAL ASUMIDA: Tabla	$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$ $Q = v \cdot S$	32.13	mm
7.0	CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS SECUNDARIA			
7.1	CAUDAL DEL AGUA EN EL CAPTADOR: FABRICANTE		90	l/h.m2 captador
7.2	CAUDAL CIRCULANTE EN LA BATERÍA		1.08	m3/h
7.3	VELOCIDAD MÁXIMA DEL FLUIDO CALOPORTADOR		1.50	m/s
7.4	DIÁMETRO INTERIOR MÍNIMO COMERCIAL ASUMIDA: Tabla	$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$ $Q = v \cdot S$	19.939	mm
8.0	CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN			
8.1	Díametro interior de tubería primaria: Di		32.131	mm
8.2	Sección de la tubería: S		0.0008	m2
8.3	Longitud de tubería: L		18.00	m
8.4	Capacidad del circuito (Vn):	$V_n = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot L$	14.60	litros
8.5	Capacidad Total por captadores: Vc		26.40	litros
8.6	Capacidad del Intercambiador: Vi		35.00	litros
8.7	CAPACIDAD TOTAL DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN: VT = Vn + Vc + Vi		61.40	litros
8.8	Diferencia de altura entre el punto más alto de captadores y el depósito de expansión: h		9.00	m
8.9	CAPACIDAD DEL VASO DE EXPANSIÓN (Ve)	$V_e = V_T \cdot (0.2 + 0.01 \cdot h)$	17.81	litros
8.10	CAPACIDAD ASUMIDA DEL VASO DE EXPANSIÓN (V): REF. FABRICANTE		18.00	litros
9.0	DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO DE LA RED TUBERÍAS			
9.1	Red primaria		20	mm
9.2	Red secundaria		20	mm
10.0	POTENCIA DE LA BOMBA SOLAR DE RECIRCULACIÓN			
10.1	Caudal caloportador		4	m3/h
10.2	Altura estática a superar		9	m.c.a
10.3	Viscosidad cinemática Agua/Glycol a 40°C		2.2	cSt
10.4	Viscosidad cinemática Agua/Glycol a 60°C		1.3	cSt
10.5	Condición: la viscosidad cinemática del del agua y el anticongelante (GLYCOL) no debe superar 4.3 CENTISTOKES, por lo tanto, no requiere corrección			
10.6	Pérdida de carga por tubería y accesorios		1.40	m.c.a
10.7	N° de captadores por batería		24.00	captadores
10.8	Caudal del captador dato proporcionado por fabricante		90	l/h.m2
10.9	Pérdida de carga por batería de captadores: FABRICANTE		1.785	m.c.a.
10.10	Pérdidas de cargas locales en batería de captadores (30%)		0.54	m.c.a.
10.11	Pérdida de carga en el interacumulador: Ref. FABRICANTE		1.02	m.c.a.
10.12	ALTURA DINÁMICA TOTAL: H		12.34	m.c.a
10.13	POTENCIA DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN:	$HP = \frac{Q \left(\frac{l}{s}\right) \cdot H(m)}{75 \cdot \eta(\%)}$	0.39	HP
10.14	POTENCIA APROXIMADA DE LA BOMBA DE RECIRCULACIÓN: REF. FABRICANTE		500	W

Figura 3.22. Segunda parte del Resumen del Sistema de Cálculos de Paneles  
Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

- El diseño de la instalación solar implica el modelado en AutoCAD, a través de la norma RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), hemos respetado el valor designando que la circulación se realice por rutas con un ancho no menor de 60 cm, luego se concluyó que el diseño es óptimo.
- Se logro dimensionar los diferentes componentes de la instalación solar a través del Software de datos Excel, los cálculos se realizaron usando diferentes catálogos de equipos y la norma RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) que indica las dimensiones de los ductos por donde recorre el agua y los equipos luego se determinó que la implementación era óptima, con lo cual se concluye que se producirá Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.) a 55°C.
- Se logro realizar los cálculos y comparar los resultados que estaban dentro de los parámetros definidos por la norma RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) y la NTS (Norma Técnica de Salud) -119, luego se determinó que los valores y resultados obtenidos estaban reverenciados por la normativa, con lo cual se concluyó que el diseño cubre las necesidades energéticas de producción de A.C.S.



## RECOMENDACIONES

- En relación al diseño se recomienda actualizar los planos de cada especialidad relacionada con la de captadores, pueden ser cambios que ocurren en la elaboración de la arquitectura o en equipos a emplearse, ya que genera que los datos deban modificarse.
- Se debe considerar siempre estar pendiente a las actualizaciones de los cálculos, estos deben ser permanentes con el uso de software indicado, y con las modificaciones que sugiere el Gerente General, así como supervisores y revisores del proyecto en este caso el Ingeniero encargado o el cliente.
- Se deberá considerar la normatividad y los parámetros, siempre que esta lo requiera para compatibilizar con nuevas tecnologías, como equipos de hospitales modernos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajover, S. (Abril de 2017). Manual de Instalacion Calentadores Solares de Agua. *Ajover*, 4-6. Obtenido de Manual de Instalación CALENTADORES SOLARES DE AGUA.
- Chambi Ccallohuanca, R. (2010). *“Proyecto para la Fabricacion de Thermas Solares*. Puno – Peru.
- Contributors, O. (JUNIO de 2019). Diagrama de Temperatura Nazca. *CLIMATE-DATA*, 2-3. Obtenido de CLIMATE-DATA.ORG.
- Contributors, O. (NOVIEMBRE de 2019). Horas de Sol en Nazca. *CLIMATE-DATA*, 2-3. Obtenido de CLIMATE-DATA.ORG.
- Contributors, O. (AGOSTO de 2019). Tabla Climatica // Datos Historicos del Tiempo Nazca. *CLIMATE-DATA*, 1-2. Obtenido de CLIMATE-DATA.ORG.
- Fernández García, L. G., & Cervantes Torres, A. (MARZO de 2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira*. Altamira. Obtenido de cimav Repositorio Institucional.
- Galbarro, H. R. (18 de Mayo de 2020). *Instalaciones Termosolares para la Producción de Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.)*. Lima. Obtenido de Ingemecánica - Ingeniería, Consultoría y Formación.
- MVCS. (11 de Febrero de 2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima - Peru. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Navarro Aguilar, H. (2018). *Aplicación de paneles solares en el diseño del pabellón de consultorios externos en Hospital tipo IV – Piura*. Chimbote – Perú.
- NTS. (2006). *Norma Técnica de Salud*. Lima - Perú.

- Orozco Sanabria, F. A. (2016). *Análisis Costo/Beneficio de la Implementación de Tecnologías de Energía con Paneles Solares en la ESE Hospital San Cristóbal*. Bogotá-Colombia.
- Piriz Sagahon, I. Y., & García Tornel, A. J. (2013). *Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú*. Lima - Perú.
- Ramos Lopez, H., & Luna Puente, R. (2014). "Diseño de un Sistema Fotovoltaico Integrado a la Red para el Área de Estacionamiento de la Universidad Tecnológica de Salamanca". Chihuahua.
- Salvador Guerrero, E. (2010). *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*. España.
- Sanchez Gutierrez, L. A. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA DEL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA CON PANELES SOLARES PARA REDUCIR INSATISFACCIÓN DE USUARIOS EN ZARUMILLA-TUMBES*. Lima – Perú.
- Sánchez Procel, L. F. (2010). "Análisis y Diseño de un Sistema de Calefacción Solar para Agua Caliente Sanitaria". Cuenca – Ecuador.
- Solar, C. S. (2011). SISTEMA SOLAR. *Energía Condiciones solares en España*, 47-48.
- Solutions, E. S. (12 de Septiembre de 2017). Tipos de paneles solares. Energía solar para principiantes. *Endef Solar Solutions*, 1-2. Obtenido de Endef Solar Solutions.
- Teican, I. M. (15 de Agosto de 2011). COLECTORES SOLARES TERMOCAN. *TERMOCAN*, 3-9.
- Varillas, I. T. (JUNIO de 2003). *ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERÚ*. Lima - Perú. Obtenido de ATLAS DE ENERGÍA SOLAR DEL PERU.

## ANEXOS

### ANEXO N°1: MAPA DE LA ENERGIA SOLAR INCIDENTE DIARIA



# ANEXO N°2: TEMPERATURA MINIMA REGISTRADA EN ICA DURANTE LOS AÑO DE 2016 A 2018:

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**

**Senamhi**

**DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS**

ESTACION : COPARA / 000727 / DZ-05  
 PARAMETRO : TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA MENSUAL (°C)

LAT. : 14° 58' "S"  
 LONG. : 74° 53' "W"  
 ALT. : 587 msnm

DPTO. : ICA  
 PROV. : NAZCA  
 DIST. : VISTA ALEGRE

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2016	15.0	S/D	S/D	14.9	10.2	7.8	7.7	7.9	8.4	9.9	S/D	13.0
2017	18.8	18.2	18.4	14.0	11.5	9.1	7.1	6.3	8.4	9.6	9.7	14.0
2018	15.2	17.2	15.4	14.9	10.4	8.5	7.2	7.1	8.6	10.5	12.2	14.0

**Senamhi**

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: RECURSOS & SERVICIOS INGENIEROS S.A.C.  
 LIMA, 27 de Septiembre de 2019

**VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL**

N° PRES / SOLIC. PROC: 2019000002/20190000056 N° IMPRESION: 5618

**ANEXO N°3: TEMPERATURA MAXIMA REGISTRADA EN ICA DURANTE LOS AÑO DE 2016 A 2018:**

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**

**Senamhi**

**DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS**

ESTACION : COPARA / 000727 / DZ-05  
 PARAMETRO : TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL (°C)

LAT. : 14° 58' "S"  
 LONG. : 74° 53' "W"  
 ALT. : 587 msnm

DPTO. : ICA  
 PROV. : NAZCA  
 DIST. : VISTA ALEGRE

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2016	35.3	34.3 S/D	34.0 S/D	33.9	33.6	31.6	31.2	31.8	33.2	32.6	35.4	33.2
2017	34.4	35.6	34.8	33.4	31.0	30.7	32.0	29.8	34.2	33.5	32.8	33.0
2018	34.0	33.3	34.5	33.1	31.4	30.0	31.2	31.1	32.3	34.3	33.3	34.0

*Handwritten notes:*  
 # 35  
 3 y 4  
 Parametro: 35

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Senamhi

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: RECURSOS & SERVICIOS INGENIEROS S.A.C.  
 LIMA, 27 de Septiembre de 2019

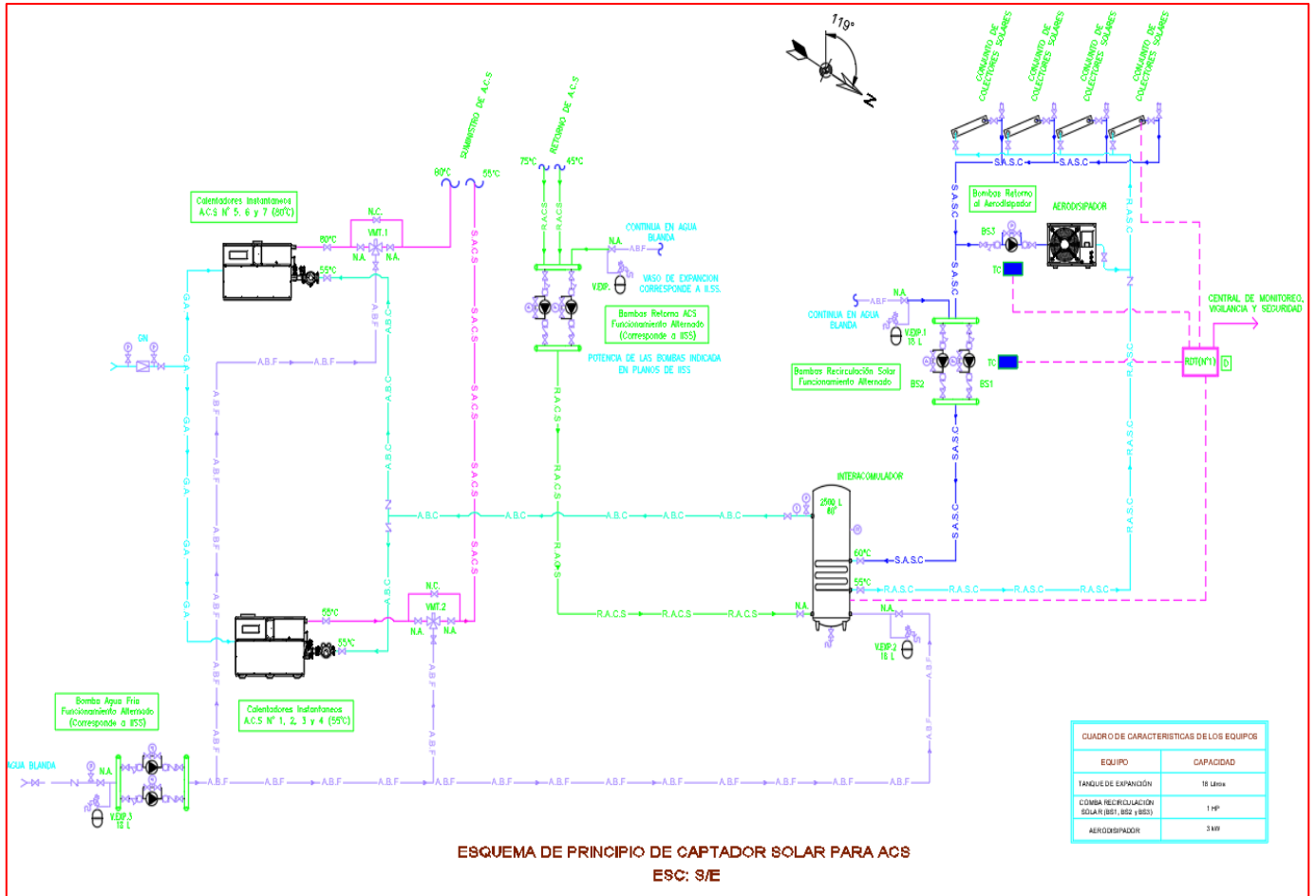
VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

N° PRES / SOLIC. PROC. 20190900024201909000036 N° IMPRESION: 6617

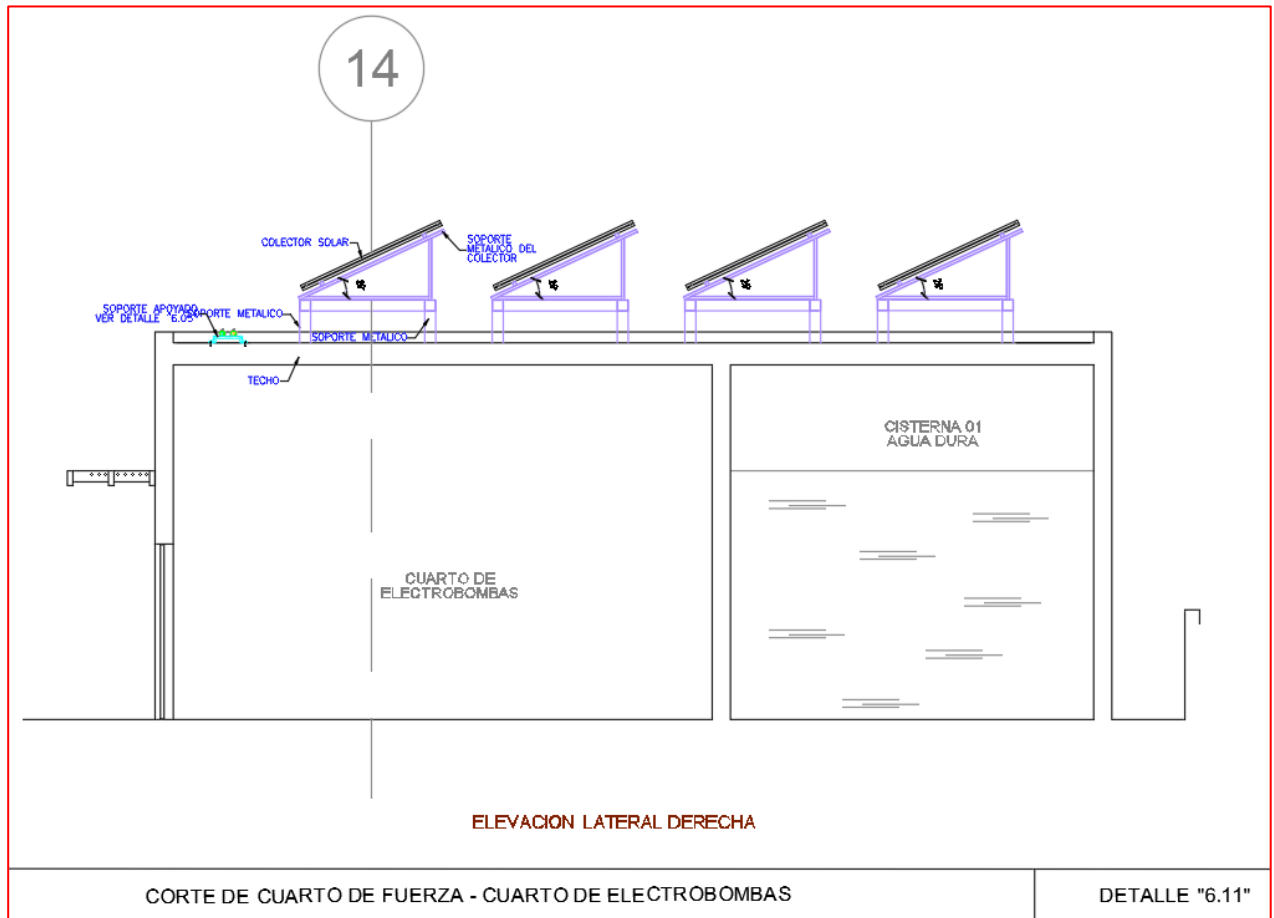
**ANEXO N°4: TEMPERATURAS DE DISEÑO CON DATOS APORTADOS POR EL SENAMHI**

DEPARTAMENTO:	ICA		PROVINCIA:	NAZCA		DISTRITO:	SAN JUAN DE MARCONA						
LATITUD SUR	14° 58'	LONGITUD OESTE	74° 53'	ALTITUD	23 msnm								
<b>TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA MENSUAL (°C) - SENAMHI</b>													
4.5+(08*Tmáx)	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	2016	35.3	34.3	34.0	33.9	33.6	31.6	31.2	31.8	33.2	32.6	35.4	33.2
2	2017	34.4	35.6	34.8	33.4	31.0	30.7	32.0	29.8	34.2	33.5	32.8	33.0
3	2018	35.0	34.4	34.8	33.1	31.4	30.0	31.2	31.1	32.3	34.3	33.3	34.0
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
TOTAL AÑOS		3											
TOTAL MENSUAL		104.7	104.3	103.6	100.4	96.0	92.3	94.4	92.7	99.7	100.4	101.5	100.2
PROMEDIO MENSUAL	°C	34.9	34.8	34.5	33.5	32.0	30.8	31.5	30.9	33.2	33.5	33.8	33.4
	°F	95	95	94	92	90	87	89	88	92	92	93	92
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	32.42	32.31	32.13	31.27	30.10	29.11	29.67	29.22	31.09	31.27	31.57	31.22
	°F	90	90	90	88	86	84	85	85	88	88	89	88

# ANEXO N°5: ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CAPTADORES SOLARES



# ANEXO N°6: DETALLE DEL CORTE DEL CUARTO DE FUERZA CON LOS CAPTADORES INSTALADOS EN EL TECHO







**ANEXO N°7: REVISIÓN DEL PRIMER ENTREGABLE, ESPECIALIDAD  
INSTALACIONES MECÁNICAS**

INFORME MEC-01 DE EVALUACIÓN PRIMER ENTREGABLE	
A:	ARQ. EDUARDO DEXTRE MORIMOTO Jefe de Supervisión
DE:	ING. CARLO GARCÍA MEDINA Supervisor Especialista de Instalaciones Mecánicas
ASUNTO:	Revisión del Primer Entregable, especialidad Instalaciones Mecánicas
REFERENCIA:	SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO "Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital María Reiche de La Red Asistencial Ica- EsSalud, en el Distrito de Marcona, Provincia de Nasca, Departamento de Ica"
FECHA:	28 DE OCTUBRE 2019
5.2.5	Sistema de Paneles Solares
3.	Plano IM-CS-6.01
	• Sin Comentarios
4.	Plano IM-CS-6.02
	• Compatibilizar con la especialidad de Sanitarias a fin de coincidir con el planteamiento realizado.



## ANEXO N°8: REVISIÓN DEL SEGUNDO ENTREGABLE, ESPECIALIDAD INSTALACIONES MECÁNICAS

 <p>EDUARDO DEXTRE MORIMOTO Arquitecto Consultor</p>	<p>SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO "RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL MARIA REICHE DE LA RED ASISTENCIAL ICA- ESSALUD, EN EL DISTRITO DE MARCONA, PROVINCIA DE NASCA, DEPARTAMENTO DE ICA"</p>	 <p>EsSalud Seguridad Social para todos</p>
---	--	--

**INFORME IM-04 DE EVALUACIÓN SEGUNDO ENTREGABLE**

**A:** ARQ. EDUARDO DEXTRE MORIMOTO  
Jefe de Supervisión

**DE:** ING. CARLOS GARCIA MEDINA  
Supervisor Especialista de Instalaciones Mecánicas

**ASUNTO:** Revisión del Segundo Entregable, especialidad Instalaciones Mecánicas

**REFERENCIA:** SERVICIO DE CONSULTORÍA PARA LA SUPERVISIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO "Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital María Reiche de La Red Asistencial Ica- EsSalud, en el Distrito de Marcona, Provincia de Nasca, Departamento de Ica"

**FECHA:** 03 DE FEBRERO 2020

---

Se remite el presente informe para dar cuenta de la revisión del Segundo Entregable en la especialidad de Instalaciones Mecánicas, del Expediente Técnico "Recuperación de los Servicios de Salud del Hospital María Reiche de la Red Asistencial Ica – EsSalud, en el distrito de Marcona, Provincia de Nasca, Departamento de Ica.

La especialidad de Instalaciones Mecánicas es desarrollada por el Ing. Jorge Suca Meza, especialista del Consultor.

**5.2.4. CAPTORES SOLARES**

PLANO IM-CS-6.01, IM-CS-6.02, IM-CS-6.03

21. Observación: No se aprecia en los planos intercambiadores de calor y estación solar  
**Respuesta:**  
[Ver planos IM-CS-6.04](#)

22. Observación: Falta presentar cortes y elevación del sistema solar.  
**Respuesta:**  
[Ver planos IM-CS-6.04](#)