



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

*TRABAJO FINAL DEL*

*REALIZADO POR*

*TUTORIZADO POR*

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a mi tutor Lorenzo Solano por su paciencia, su compromiso y sus consejos y ayudas ante cualquier duda que me surgiese.

A Jorge Paya profesor de la asignatura energía solar fototérmica, ya que fueron sus clases las que me despertaron la curiosidad por este tema y me hicieron aprender y querer saber más sobre un ámbito tan interesante como este.

A mis padres y mi hermano, por su apoyo incondicional y su comprensión.

Y a mi pareja Laura, por aguantar mis horas de trabajo, animarme, escucharme cuando lo necesitaba y por darle vueltas al trabajo cuando necesitaba una visión de fuera.

Muchas gracias a todos, sin vosotros, esto no sería posible

## Resumen

En este trabajo se muestra todo el proceso necesario para diseñar y calcular una instalación solar fototérmica, cuya finalidad será suministrar agua caliente sanitaria a un edificio residencial de Valencia. Cabe destacar que aún será necesario el uso de sistemas tradicionales como calderas o calentadores, de una manera auxiliar para garantizar que se cubra toda la demanda en determinados periodos. Sin embargo, lo que se busca mediante este trabajo es ofrecer una solución económica que cumpla con la normativa vigente, siendo a su vez eficaz y sostenible para cubrir la demanda diaria de todos los hogares

## Índice general

1. MEMORIA .....	8
2. ANEXO CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN .....	35
3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	74
4. BIBLIOGRAFÍA .....	90
5. PRESUPUESTO.....	92
6. PLANOS.....	101

## Índice de tablas

Tabla 1: Demanda energética de la instalación.....	20
Tabla 2: Características de cada tubería .....	28
Tabla 3: Características de la tubería del circuito secundario .....	30
Tabla 4: Consumos de persona por día. (Fuente: CTE DB HE4) .....	37
Tabla 5: Consumo diario de una persona.....	37
Tabla 6: Gasto total diario de la instalación .....	38
Tabla 7: Consumos mensuales y anual de energía.....	38
Tabla 8: Estimación de captadores necesarios.....	40
Tabla 9: Cálculo de captadores necesarios realmente .....	40
Tabla 10: Cálculo de la separación entre baterías.....	41
Tabla 11: Puntos y coordenadas para el cálculo de las sombras en la zona A.....	42
Tabla 12: Puntos y coordenadas para el cálculo de las sombras en la zona B.....	43
Tabla 13: Puntos y coordenadas de estudio para la batería 1.....	45
Tabla 14: Puntos y coordenadas de estudio para la batería 2.....	46
Tabla 15: Propiedades del fluido a 65°C .....	51
Tabla 16: Cálculo de potencia mínima del intercambiador centralizado .....	52
Tabla 17: Características de los intercambiadores. (Fuente PVP de Salvador Escoda)..	53
Tabla 18: Espesores de referencia según diámetro exterior. (Fuente: CTE).....	58
Tabla 19: Características de la tubería 1, circuito primario .....	59
Tabla 20: Características de la tubería 2, circuito primario .....	60
Tabla 21: Longitudes equivalentes de los accesorios. (Fuente: UNE 149201:2017).....	60
Tabla 22: Pérdidas de carga totales de la instalación en el circuito primario.....	61
Tabla 23: Cálculo del volumen total del fluido .....	63
Tabla 24: Cálculo del coeficiente de expansión .....	63
Tabla 25: Cálculo del coeficiente de presión.....	64
Tabla 26: Cálculo del volumen total del vaso de expansión.....	64
Tabla 27: Características de la tubería del circuito secundario .....	68
Tabla 28: Pérdidas de carga totales del circuito secundario .....	68
Tabla 29: Cálculo del volumen total del circuito secundario.....	70
Tabla 30: Cálculo del coeficiente de expansión .....	70
Tabla 31: Cálculo del coeficiente de presión.....	70
Tabla 32: Cálculo del volumen total del vaso de expansión.....	71

\*Todas las tablas sin fuente son de elaboración propia\*

## Índice de Figuras

Figura 1: Esquema de instalación solar con consumo y apoyo centralizado. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica).....	14
Figura 2: Esquema de instalación solar con acumulación centralizada. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica).....	15
Figura 3: Esquema de instalación solar con acumulación individual. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica) .....	16
Figura 4: Esquema de la instalación solar con todo individual. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica) .....	17
Figura 5: Demanda de agua caliente por persona en una vivienda. (Fuente: CTE) .....	18
Figura 6: Estructura del acumulador. (Fuente: Catálogo multifabricante acae).....	19
Figura 7: Captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Tarifa de precios Salvador Escoda) .....	20
Figura 8: Dimensiones y características captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Catalogo técnico de Salvador Escoda) .....	21
Figura 9: Datos de eficiencia captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Catálogo técnico de Salvador Escoda) .....	21
Figura 10: Gráfico de pérdidas por sombras según la elevación. (Fuente: CTE).....	22
Figura 11: Zonas y puntos de estudio para el cálculo de sombras .....	22
Figura 12: Plano de la localización de las baterías para el cálculo de sombras .....	23
Figura 13: Estructura para soporte de captadores ESCOSOL 2300. (Fuente: Tarifa de precios Salvador Escoda) .....	24
Figura 14: Gráfico para el cálculo de la mezcla de fluido. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica).....	25
Figura 15: Intercambiador de placas M3-FG 15H. (Fuente: Tarifa PVP de Salvador Escoda) .....	26
Figura 16: Gráfico para el cálculo del diámetro de las tuberías. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica) .....	27
Figura 17: Plano y dimensiones de los tramos de tuberías .....	28
Figura 18: Dimensiones y esquema de la bomba ALPHA1 L. (Fuente: Gasfriocalor) .....	29
Figura 19: Vaso de expansión 80 SMR-P. (Fuente: PVP de Salvador Escoda).....	29
Figura 20: Conexión del sistema de apoyo en cada vivienda. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica) .....	31
Figura 21: Resultados de Cheq4 y fracción solar. (Fuente: Cheq4) .....	33
Figura 22: Parámetros de la instalación. (Fuente: Cheq4) .....	34
Figura 23: Ecuación para el cálculo de la demanda energética. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica) .....	38
Figura 24: Esquema elegido para la instalación. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica).....	39
Figura 25: Esquema para calcular separación de captadores necesaria. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica).....	40
Figura 26: Plano con las zonas donde colocar los captadores y sus puntos de estudio	42
Figura 27: Cálculo de pérdidas por sombras zona A .....	43

Figura 28: Cálculo de pérdidas por sombras zona B.....	44
Figura 29: Localización de las baterías .....	45
Figura 30: Cálculo de sombras batería 1 .....	46
Figura 31: Cálculo de sombras batería 2 .....	47
Figura 32: Piezas y medidas del soporte de los captadores .....	48
Figura 33: Concentración de anticongelante en función la temperatura.....	49
Figura 34: Densidad del fluido en función de la temperatura.....	49
Figura 35: Calor específico en función de la temperatura .....	50
Figura 36: Viscosidad del fluido en función de la temperatura.....	50
Figura 37: Dimensiones y conexiones acumulador IMVV 2000 RB. (Fuente: Catálogo multifabricante acae).....	51
Figura 38: Intercambiador individual. (Fuente: Tarifa PVP Salvador Escoda).....	53
Figura 39: Cálculo de diámetro de tubería 1 .....	55
Figura 40: Cálculo del diámetro de la tubería 2 .....	56
Figura 41: Fórmula factor corrector 2. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica).....	57
Figura 42: Ecuación para obtener el espesor real del aislante. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica) .....	58
Figura 43: Plano con dimensiones de las tuberías circuito primario .....	59
Figura 44: Bomba ALPHA1 L 15-65 130. (Fuente: Grundfos).....	62
Figura 45: Curvas bomba ALPHA1 L 15-65 130. (Fuente: Grundfos) .....	62
Figura 46: Ecuación cálculo volumen del vaso de expansión. (Fuente: UNE 100-155)..	63
Figura 47: Características del vaso de expansión 80 SMP-P. (Fuente: PVP Salvador Escoda) .....	65
Figura 48: Purgador. (Fuente: Tualentadoreconomico) .....	66
Figura 49: Plano con dimensiones de tuberías para el circuito secundario.....	67
Figura 50: Bomba ALPHA1 L 25-60 180. (Fuente: Grundfos).....	69
Figura 51: Curvas bomba ALPHA1 L 25-60 180. (Fuente: Grundfos) .....	69
Figura 52: Ecuación vaso de expansión circuito secundario. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica) .....	70
Figura 53: Características del vaso de expansión 350 SMR. (Fuente: PVP Salvador Escoda) .....	71
Figura 54: Caldera GILS. (Fuente: Leroy Merlin).....	72
Figura 55: Tabla con el plan de mantenimiento de los captadores. (Fuente: CTE DB HE) .....	88
Figura 56: Tabla con el plan de mantenimiento del sistema de acumulación. (Fuente CTE DB HE).....	88
Figura 57: Tabla con el plan de mantenimiento del intercambiado. (Fuente: CTE DB HE) .....	89
Figura 58: Tabla de mantenimiento del sistema hidráulico primario de la instalación. (Fuente: CTE DB HE).....	89

\*Todas las figuras sin fuente son de elaboración propia\*

DIMENSIONAMIENTO DE UNA  
INSTALACION SOLAR DE ACS EN VALENCIA

# 1. MEMORIA

## Índice

1. Memoria.....	8
1.1 Objeto .....	10
1.2 Alcance .....	10
1.3 Antecedentes .....	10
1.4 Energía solar térmica.....	10
1.5 Factores a considerar .....	12
1.5.1 Factores técnicos .....	12
1.5.2 Factores Cronológicos.....	13
1.6 Soluciones alternativas.....	13
1.7 Componentes de la solución .....	18
1.8 Resumen de la solución.....	18
1.8.1 Demanda y acumulador.....	18
1.8.2 Demanda energética.....	19
1.8.3 Captadores y separación.....	20
1.8.4 Sombras .....	21
1.8.5 Anclaje captadores .....	24
1.8.6 Fluido .....	24
1.8.7 Intercambiador de calor centralizado e individual.....	25
1.8.8 Circuito hidráulico primario .....	26
1.8.9 Circuito hidráulico secundario .....	30
1.8.10 Sistema de apoyo.....	30
1.8.11 Sistema de control .....	31
1.8.12 Comprobación software Cheq4 .....	32
1.9 Estudio económico .....	34

## **1.1 Objeto**

Se pretende diseñar una instalación fototérmica para suministrar agua caliente a un edificio en el medio urbano en Valencia, España (concretamente en el barrio de Marxalenes, calle Periodista Llorente).

Con la incorporación de gente más joven en las viviendas se ha decidido llevar a cabo varias reformas en el edificio con la finalidad de mejorarlo y modernizarlo, siendo la instalación fototérmica en la azotea una de estas mejoras, para reducir el gasto económico en las viviendas y reducir también la contaminación al medio ambiente.

## **1.2 Alcance**

Este documento tiene como finalidad mostrar el proceso para dimensionar una instalación solar fototérmica en un edificio de manera viable y acorde a la normativa.

Sin embargo, el proyecto no abarcará las conexiones de la instalación a cada una de las viviendas, ni la conexión de los elementos dentro de estas. Además de esto, el proyecto tampoco contará con un diagrama detallado de la duración de cada uno de los trabajos, aunque sí que establecerá el plazo con el que se contará para finalizar la instalación.

## **1.3 Antecedentes**

Debido al buen clima y la gran incidencia del sol en la ciudad, así como al hecho de que el edificio dispone de una azotea de gran tamaño y despejada, se decide aprovechar estas características mediante la proposición de una instalación fototérmica.

Esta instalación que además de las ventajas anteriores cuenta con el beneficio de que los edificios colindantes son de la misma altura reduciendo así la cantidad de sombras, se coloca con la finalidad de suministrar, de una manera más ecológica y económica, agua caliente sanitaria para el uso de los vecinos, sin sustituir totalmente a las instalaciones tradicionales de las que dispongan las viviendas, pero si reduciendo en gran medida su uso.

## **1.4 Energía solar térmica**

La energía solar consiste en la transformación de la radiación solar que llega a la tierra en energía, esto se produce mediante el uso de captadores solares. Según la tecnología que se utilice con esta energía se puede generar calor, frío o electricidad. En el caso de esta instalación lo que se va a querer obtener es calor, ya que se trata de una instalación solar fototérmica.

Cabe destacar que dentro de la generación de calor existen diversos usos según el rango de temperaturas en el que se trabaje:

- **Baja temperatura (menores a 125°C)**
  - Cocinas solares
  - Obtención de agua caliente sanitaria
  - Calentamiento de piscinas
  - Alimentación de sistemas de calefacción
  
- **Media temperatura (entre 125°C y 400°C)**
  - Calentamiento de fluidos para procesos industriales (tratamientos químicos, calentamiento del aire, piscifactorías...
  - Calentamiento de fluidos para la producción de electricidad mediante el vapor
  
- **Alta temperatura (entre 400°C y 1500°C)**
  - Hornos solares

De todos estos usos los más frecuentes son los que utilizan bajas temperaturas, debido a que los otros dos tipos necesitan mayor inversión y mayor terreno, suelen ocupar bastante espacio y tienen un mercado más reducido.

Dentro del rango de bajas temperaturas, el calentamiento de aguas es el que mayor uso tiene, que es el uso que se le va a dar también en este proyecto.

La principal razón, es que para el calentamiento de agua en el uso cotidiano no se necesita una temperatura excesivamente alta, lo que provoca que el rendimiento de cada captador sea muy alto, llegando a valores de entorno al 80%, reduciendo de esta manera el número de captadores y con ello el precio de la instalación.

Otros aspectos para su éxito tienen que ver con que el consumo de agua en un edificio suele ser más o menos constante por lo que no se somete la instalación a grandes variaciones según el periodo, además de tener un gran mercado siendo viable tanto para viviendas unifamiliares como para grandes edificios o empresas.

Es tal la utilidad y la versatilidad de este sistema que con la aprobación del código Técnico de la Edificación en el año 2007, se implementó que en los edificios de nueva construcción un mínimo del 30% del agua caliente sanitaria debe obtenerse mediante una instalación solar. También es obligado desde ese año el calentamiento de piscinas al aire libre mediante instalaciones solares, prohibiendo que se utilice cualquier combustible fósil para ese fin.

## 1.5 Factores a considerar

En cuanto a los factores a considerar, la orientación ideal para los captadores, dada la localización del proyecto, será mirando al sur.

Al estar colocada en la terraza, habrá que tener especial cuidado con donde se colocarán los captadores por los elementos o edificios cercanos que pudiesen hacerles sombra a estos. Además, la estructura que soporte los captadores deberá ser resistente a la lluvia y el viento.

Por último, habrá que tener en cuenta que el espacio en el cuartito de la azotea es limitado, dificultando una gran centralización de la instalación.

### 1.5.1 Factores técnicos

Para llevar a cabo este proyecto de la manera correcta se ha hecho uso de la normativa establecida para cada ámbito.

Normativa para la elaboración del proyecto:

- **UNE 157001:2014** Criterios generales para la elaboración formal de proyectos.  
Esta norma se utiliza para conocer los objetivos y características mínimas que debe de tener un proyecto de ámbito técnico.
- **UNE-ISO 10006:2018** Gestión de calidad  
Esta norma consiste en establecer unas directrices sobre cómo llevar a cabo la gestión de calidad de los proyectos.

Normativa para la elaboración de planos:

- **UNE EN ISO 128-1:2020** Principios generales de representación, parte 1  
Esta norma consiste en establecer los requisitos generales de un dibujo técnico.
- **UNE EN ISO 128-2:2020** Principios generales de representación, parte 2  
Esta norma consiste en establecer como se deben de confeccionar las líneas en los dibujos técnicos.
- **UNE EN ISO 128-3:2020** Principios generales de representación, parte 3  
Esta norma consiste en establecer como se deben de representar las vistas, secciones y cortes en los dibujos técnicos.

Normativa para el cálculo y funcionamiento de la instalación:

- **CTE DB Sección HE 4**  
Esta parte del Código Técnico de Edificación se utiliza para establecer la contribución solar mínima que debe tener la instalación. Además de hacer de guía para los cálculos de los componentes y establecer los planes de mantenimiento de estos.
- **UNE 100030:2017** Prevención y control de proliferación *Legionella*

Esta norma establece los métodos o controles a seguir para evitar la proliferación y diseminación de la *Legionella* en instalaciones.

- **RITE 2021** (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios)

Este reglamento establece las condiciones que debe cumplir una instalación térmica para que se haga un uso racional y responsable de la energía. Sustituye a la antigua sección HE 2 de CTE.

### **1.5.2 Factores Cronológicos**

El plazo para la colocación y pruebas de funcionamiento de la instalación será de una semana. Al finalizar la semana se dará paso a la recepción definitiva y con esta el fin de los trabajos y proyecto.

## **1.6 Soluciones alternativas**

Una vez establecido el uso de placas solares para cumplir con la demanda de ACS, hay distintos tipos de configuraciones que se pueden llevar a cabo para realizar este proceso en edificios de viviendas.

➤ **Consumo y apoyo centralizados, Figura 1:**

La instalación se basa en un acumulador centralizado y en un sistema de apoyo grande ya que también está centralizado. Con este sistema, el agua es repartida a las viviendas que no tienen ningún tipo de instalación en su interior.

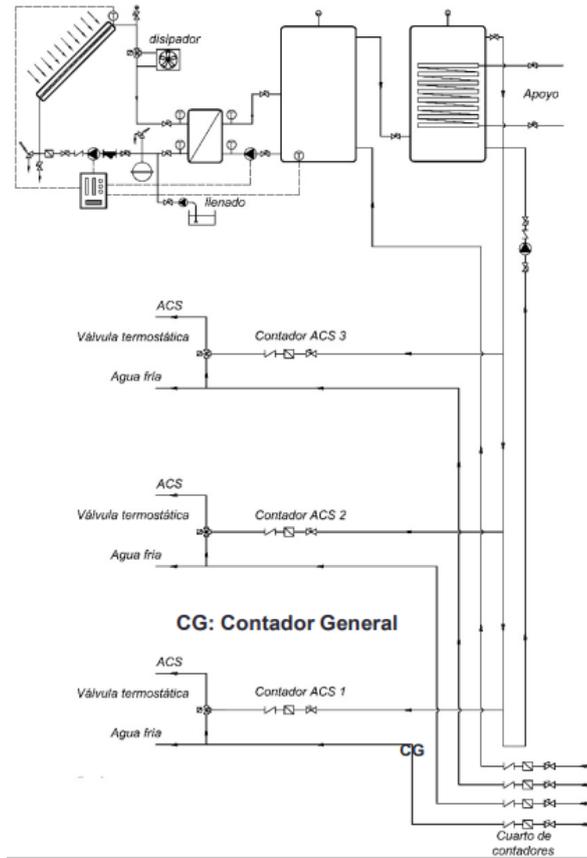


Figura 1: Esquema de instalación solar con consumo y apoyo centralizado. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

➤ **Consumo individual:**

- Acumulación centralizada, Figura 2:

Se basa en un acumulador central que es el encargado de suministrar agua caliente a cada uno de los intercambiadores de los pisos. Estos a su vez suministrarán el calor a el circuito de la vivienda, contando con un sistema de apoyo en la salida del intercambiador por si fuera necesario su uso para cubrir la demanda.

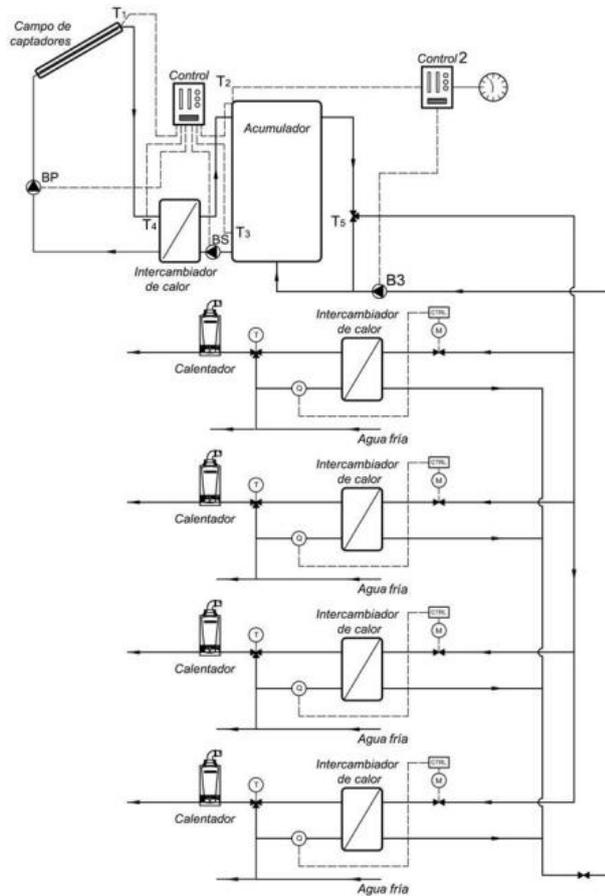


Figura 2: Esquema de instalación solar con acumulación centralizada. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

- Acumulación individual, Figura 3:

Este método mantiene el intercambiador central, pero sustituye el acumulador central por interacumuladores de un tamaño proporcional a la demanda de la vivienda, en cada una de estas. Estas a su vez contarán con un sistema de apoyo en la salida del interacumulador para asegurar el cumplimiento de la demanda en todo momento en la vivienda.

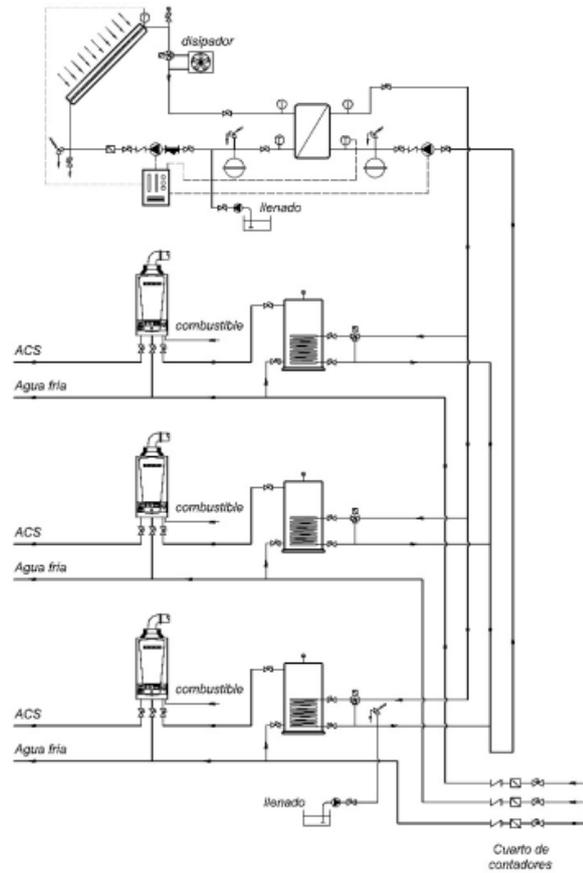


Figura 3: Esquema de instalación solar con acumulación individual. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

- Todo individual, Figura 4:

Este modelo elimina todo lo central de la instalación dejando únicamente los captadores. En este caso no existe intercambiador centralizado por lo que toda el agua va directamente a los sistemas de las viviendas, que son iguales a los usados en la acumulación individual.

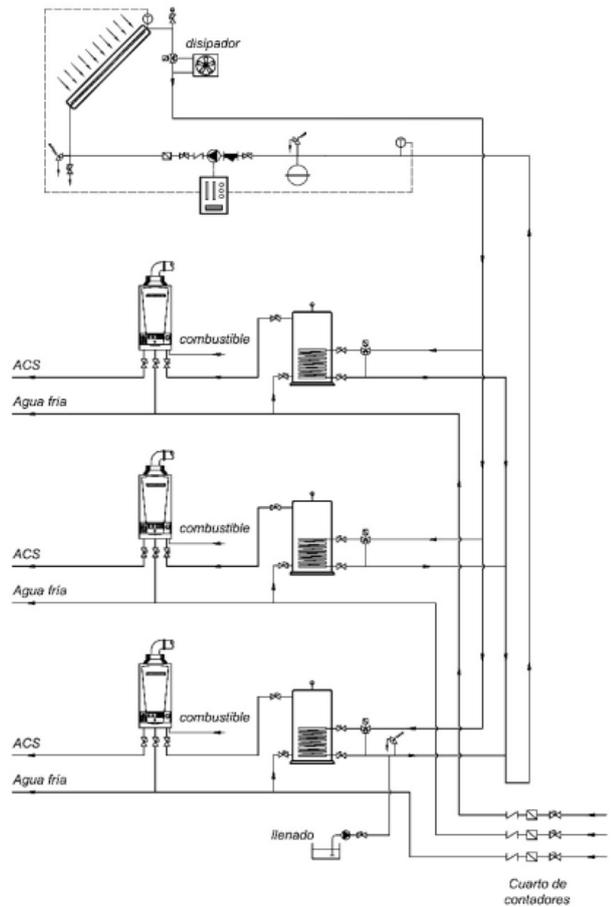


Figura 4: Esquema de la instalación solar con todo individual. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

Una vez con todas las opciones, se ha decidido el esquema de consumo individual y acumulación centralizada para realizar esta instalación, siendo el mostrado en la Figura 2.

La razón de esta elección ha sido que el consumo es individual, controlando cada piso su gasto de agua y con ello lo que pagarán. Y dentro del consumo individual, este sistema es el que mejor mantiene un buen balance entre espacio común que utiliza y en las viviendas, evitando ser molesto por ocupar espacio en exceso mientras que mantiene un precio asequible.

## 1.7 Componentes de la solución

Los elementos que forman parte de la instalación son los siguientes:

- **Acumulador:** Es un depósito con aislamiento térmico, cuya finalidad es almacenar el agua caliente que se produce en la instalación y mantenerla en este estado, para poder suministrarla cuando sea necesario.
- **Captador solar plano:** Son los encargados de capturar la radiación solar para poder calentarse y de esta manera transmitir el calor al fluido que se esté utilizando en la instalación.
- **Sistema de anclaje:** Es el elemento sobre el que se colocan los captadores para sujetarse y asegurarse de que se mantengan en la posición adecuada.
- **Intercambiador de calor:** Es el elemento encargado de llevar a cabo la transmisión de calor, del fluido caliente al fluido frío para calentarlo.
- **Circuito hidráulico primario:** Es el conjunto de los elementos hidráulicos (tuberías, bombas, válvulas, vaso de expansión...) que hacen posible la correcta circulación del fluido, desde el intercambiador a los captadores y la vuelta desde estos.
- **Circuito hidráulico secundario:** Es igual al circuito hidráulico primario, solo que este se desarrolla desde el acumulador al intercambiador y de vuelta a este.
- **Sistema de apoyo:** Es el encargado de calentar el agua para el suministro cuando la instalación solar no sea capaz de suministrarla.
- **Sistema de control:** Son los procesos o medidas que se implementan en una instalación para que su funcionamiento sea el correcto.

## 1.8 Resumen de la solución

En este punto se expondrá una versión simplificada de los cálculos, resultados y los elementos seleccionados. Todo el proceso para el cálculo y la elección de los elementos de la instalación se encuentra detallada en el documento “Anexo Cálculos de la instalación”.

### 1.8.1 Demanda y acumulador

La demanda de la instalación se calculará mediante los valores de consumo que propone el Código Técnico de la Edificación para una persona por vivienda.

**Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>**

<b>Criterio de demanda</b>	<b>Litros/día·unidad</b>	<b>unidad</b>
Vivienda	28	Por persona

*Figura 5: Demanda de agua caliente por persona en una vivienda. (Fuente: CTE)*

Teniendo en cuenta este valor y sabiendo que el edificio cuenta con 21 viviendas con una media de 3 personas en cada una. El gasto diario de ACS será de **1764 Litros/día**.

Una vez obtenido el volumen de demanda, este se ampliaría hasta los 2000 Litros. De esta manera ya entraría dentro de los valores comerciales y además proporcionaría un margen de seguridad a la hora de su llenado.

El acumulador seleccionado es el IMVV 2000 RB de acero inoxidable de Salvador Escoda, cuyo esquema se muestra en la Figura 6.

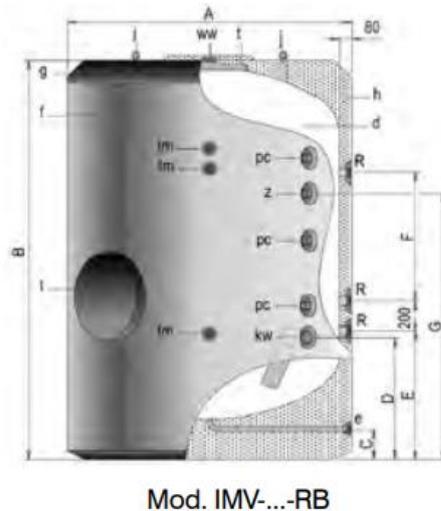


Figura 6: Estructura del acumulador. (Fuente: Catálogo multifabricante acae)

### 1.8.2 Demanda energética

Conocer la demanda mensual y anual energética será fácil. Para calcularla sólo será necesario averiguar la temperatura media de agua caliente y la temperatura media del agua de red, siendo valores de fácil acceso en registros públicos o bases de datos como Cheq4. Con esos datos se sustituye en la Figura 23, del documento anexo de cálculos, y se obtienen los gastos expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1: Demanda energética de la instalación

Mes	Días	Demanda (KJ/mes)	Demanda (KWh/mes)
Enero	31	11428956,00	3174,74
Febrero	28	10116469,44	2810,15
Marzo	31	10971797,76	3047,75
Abril	30	10396663,20	2887,99
Mayo	31	10286060,40	2857,26
Junio	30	9511840,80	2642,20
Julio	31	9371743,92	2603,28
Agosto	31	9143164,80	2539,79
Septiembre	30	9290635,20	2580,75
Octubre	31	10057481,28	2793,77
Noviembre	30	10396663,20	2887,99
Diciembre	31	11200376,88	3111,24
<b>Anual</b>	<b>365</b>	<b>122171852,88</b>	<b>33936,90</b>

### 1.8.3 Captadores y separación

Para saber el número de captadores y su separación es necesario saber primero las características del captador a instalar. En este proyecto el captador seleccionado es el ESCSOL FMAX 2.0 de Salvado Escoda, debido a su bajo precio frente a sus buenas prestaciones, mostradas en las Figuras 8 y 9



Figura 7: Captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Tarifa de precios Salvado Escoda)

<b>Modelo</b>	<b>FMAX 2.0</b>
<b>Código</b>	<b>SO01090</b>
<b>Area Bruta (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2,00</b>
<b>Area Apertura (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1,87</b>
<b>Dimensines totales (mm)</b>	<b>Alto:1980 Ancho:1010 Grosor:86</b>
<b>Presión Max. De Trabajo (bar)</b>	
<b>Capacidad (lt)</b>	<b>1,40</b>

Figura 8: Dimensiones y características captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Catalogo técnico de Salvador Escoda)

	<b>Datos Eficiencia (Área Apertura)</b>
<b>Eficiencia Óptica <math>\eta_{0a}</math></b>	0,823
<b>Perdidas Térmicas A1</b>	3,36
<b>Perdidas Térmicas A2</b>	0,013
<b>Temp. Estancamiento</b>	163,8 °C

Figura 9: Datos de eficiencia captador solar ESCOSOL FMAX 2.0. (Fuente: Catálogo técnico de Salvador Escoda)

Con los datos del captador, usando una relación volumen/superficie captador de 75 que es la propuesta por la normativa y el volumen de acumulación se calcula la superficie de captación, que es 26,67 m<sup>2</sup>.

$$\frac{26,67 \text{ m}^2}{1,86 \text{ m}^2} = 14 \text{ captadores}$$

Siendo necesarios 14 captadores se decide dividirlos en dos ramas paralelas de 7 captadores cada una. Cuya separación se establece en 2,8 metros para evitar que se produzcan sombras entre las baterías.

#### 1.8.4 Sombras

El estudio de las sombras es necesario para reducir las pérdidas por sombras al máximo posible y para asegurarse que se cumple con la normativa y no se supera el valor máximo de estas siendo del 10%.

El estudio se centrará en las dos posibles zonas en las que se pueden colocar las baterías de captadores. Tomando como referencia el centro de cada una en el cálculo. Para cada una de las zonas se estudiarán todos los puntos que pueden provocar sombras, plasmándolos en el diagrama solar, Figura 10, mediante sus coordenadas y viendo cuantas pérdidas producen en total.

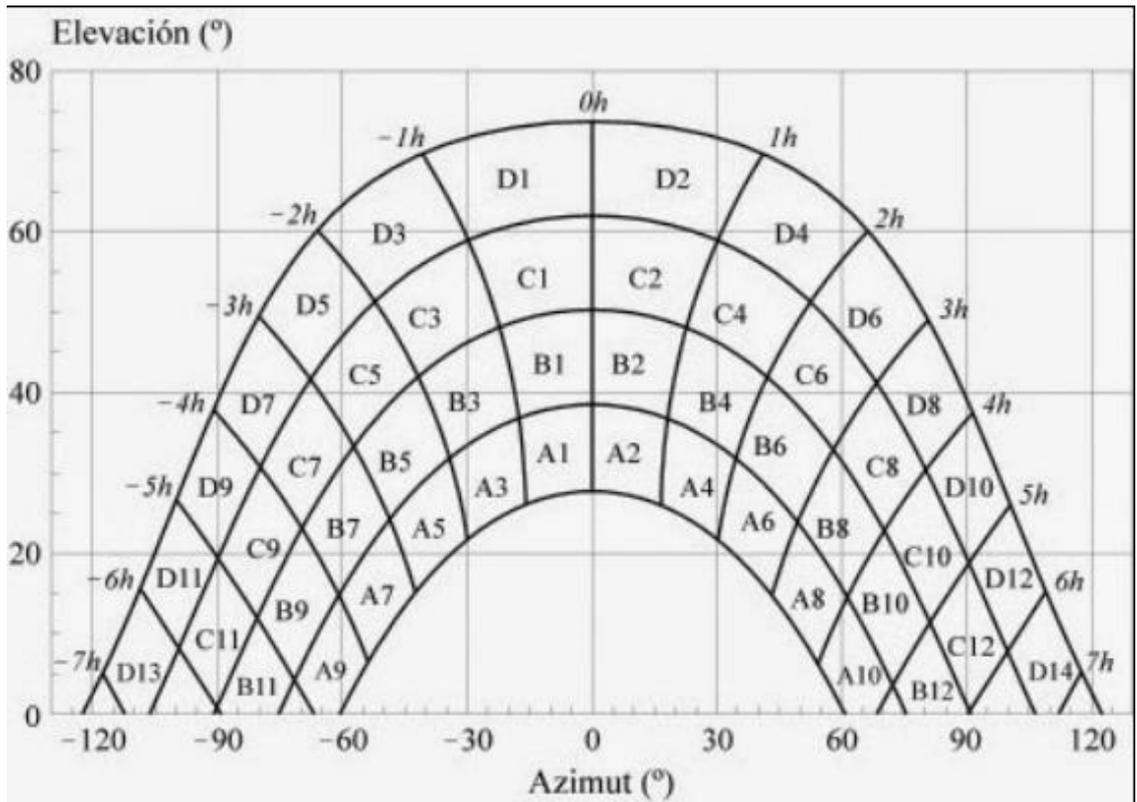


Figura 10: Gráfico de pérdidas por sombras según la elevación. (Fuente: CTE)

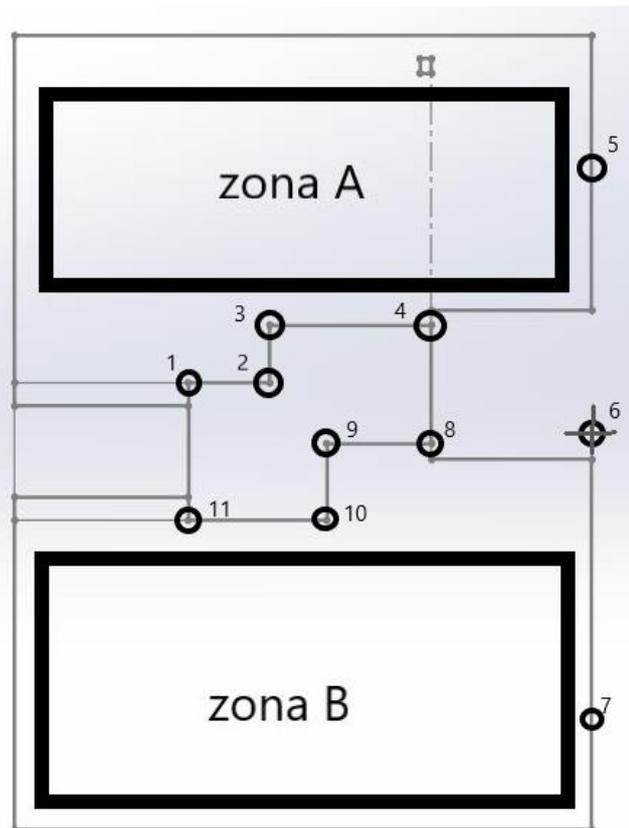


Figura 11: Zonas y puntos de estudio para el cálculo de sombras

➤ **Zona A de estudio:**

Los puntos de estudio son: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Las pérdidas por sombras son 0,80%.

➤ **Zona B de estudio:**

Los puntos de estudio son: 6, 7, 8, 9, 10, 11. Las pérdidas por sombras son 9,40%.

Mediante los resultados, se observa que la mejor zona es la A y, por lo tanto, en la que se colocarán las baterías. Una vez teniendo la zona exacta, se pasa a calcular las pérdidas por sombras concretas para la instalación.

Para el cálculo concreto de las sombras, se establecerá la posición de las dos baterías y se tendrán en cuenta el centro de cada una para el cálculo de los puntos 1, 2 y 3 que son los que generan sombras. Todo esto se puede observar en la Figura 12

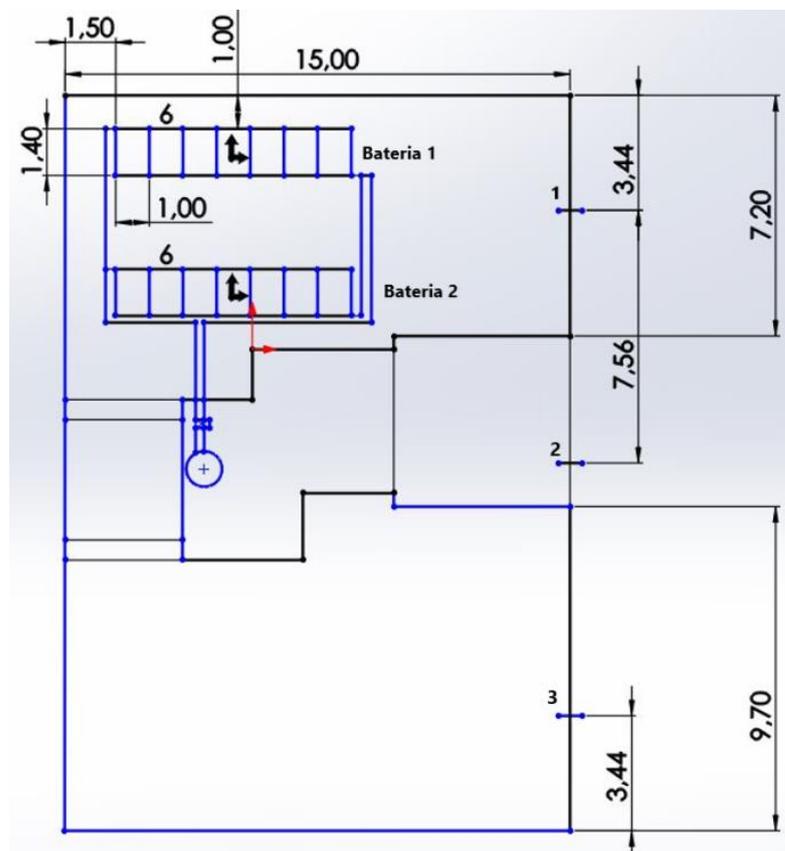


Figura 12: Plano de la localización de las baterías para el cálculo de sombras

Mediante el plano y los puntos se establece que la batería 1 cuenta con unas sombras de 0,12% y la batería 2 unas sombras de 0,56%. Dando como resultado unas sombras totales en la instalación de 0,68%.

### 1.8.5 Anclaje captadores

El anclaje de los captadores será el recomendado por el fabricante para este tipo de captadores. Siendo un soporte de superficie plana, con inclinación de 45° y que puede soportar cualquier número de captadores. El soporte seleccionado es el SO 05 079 ESCOSOL 2300, siendo su apariencia la mostrada en la Figura 13.

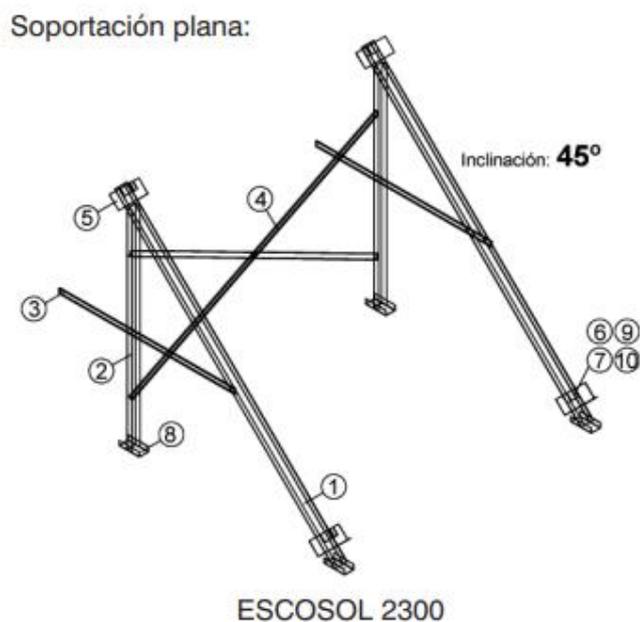


Figura 13: Estructura para soporte de captadores ESCOSOL 2300. (Fuente: Tarifa de precios Salvador Escoda)

### 1.8.6 Fluido

Con la finalidad de evitar la congelación del fluido, este se mezclará con un anticongelante. De esta forma, se asegura que la instalación siga funcionando cuando se den temperaturas muy bajas, siendo en Valencia -13°C la más fría.

El anticongelante seleccionado será el propilenglicol siendo uno de los anticongelantes más comunes en este tipo de instalaciones. Por lo que empleando una gráfica como la de la Figura 14 se obtiene que el fluido será 29% propilenglicol y 71% agua.

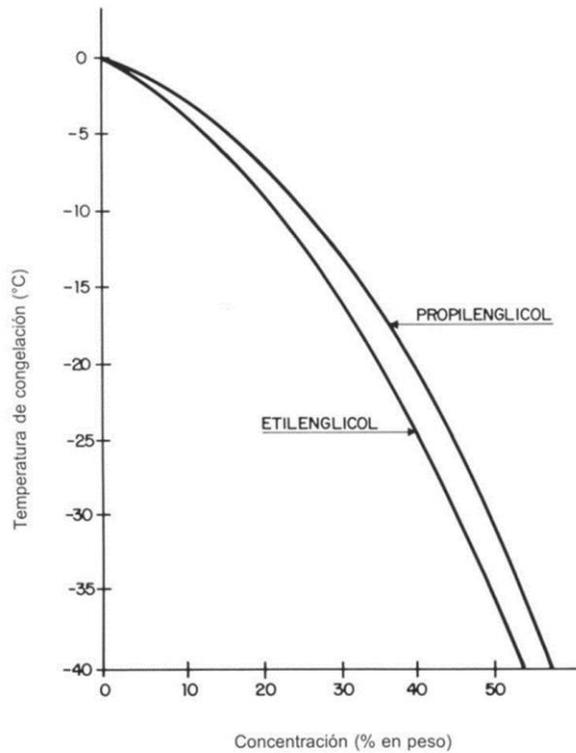


Figura 14: Gráfico para el cálculo de la mezcla de fluido. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

### 1.8.7 Intercambiador de calor centralizado e individual

Los intercambiadores que se utilizarán en la instalación serán de dos tipos:

➤ **Intercambiador centralizado:**

Hará de nexo entre el circuito primario y el secundario. Para su cálculo se tendrá en cuenta la superficie total de captación y la potencia mínima por  $m^2$  aconsejada.

$$\text{Potencia mínima (KW)} = \frac{\text{Superficie total} \cdot \text{Potencia mínima}}{1000} = 17,19 \text{ kW}$$

Para satisfacer esa potencia, se seleccionará el intercambiador M3-FG 15H de Salvador Escoda Figura 15.



Figura 15: Intercambiador de placas M3-FG 15H. (Fuente: Tarifa PVP de Salvador Escoda)

➤ **Intercambiadores individuales:**

Se colocará uno por piso, encargándose de transmitir el calor que proviene desde el acumulador al circuito de cada una de las viviendas. Al ser la potencia recomendada de entre 25 kW y 35 kW para estos intercambiadores, se selecciona el CC 08 004 IDS 14-40H de Salvador Escoda cuya potencia es de 35 kW

### 1.8.8 Circuito hidráulico primario

El sistema hidráulico primario constara de las siguientes partes:

➤ **Tuberías:**

Para el material de las tuberías se seleccionará el cobre, ya que es un material con un buen balance entre prestaciones y precio.

En cuanto al dimensionado se distinguirán dos tipos de tramos los de tubería 1 con un caudal de 1953 L/h y los de tubería 2 con 976,5 L/h. Mediante este dato y sabiendo que la velocidad tiene que estar comprendida entre 0,3 y 1,3 m/s y que las pérdidas tienen que ser menores a 40 mm c.a. por m, se utiliza la Figura 16 que se muestra a continuación para sacar el diámetro de cada una.

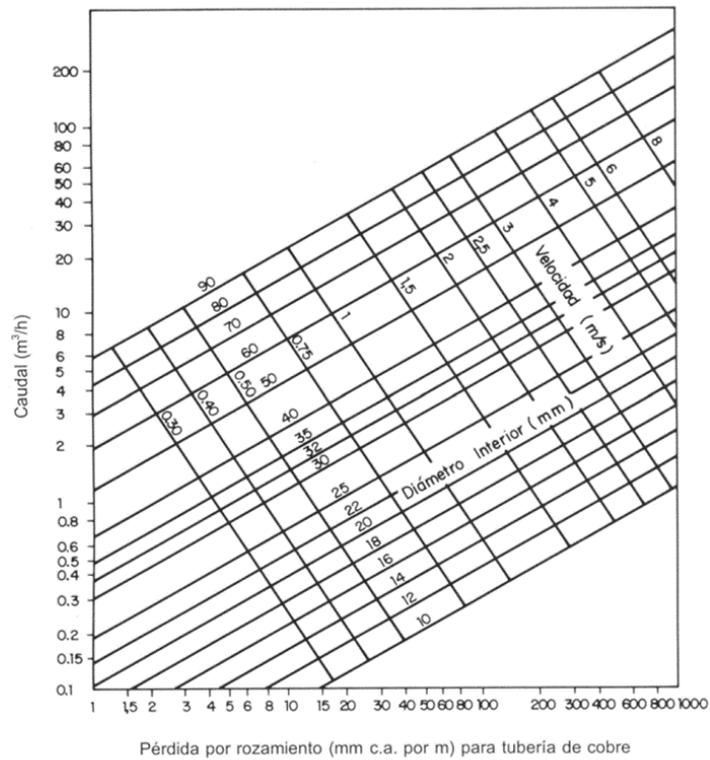


Figura 16: Gráfico para el cálculo del diámetro de las tuberías. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

Diámetro interno de la tubería tipo 1: 32 mm

Diámetro interno de la tubería tipo 2: 25 mm

Una vez con los diámetros ya se puede sacar los espesores del aislante que en este caso serán de lana de vidrio:

$$\text{Espesor tubería tipo 1} = \frac{32}{2} * \left( \text{EXP} \left( \frac{0,033}{0,04} * \ln \left( \frac{32+2*25}{32} \right) \right) - 1 \right) = 34 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor tubería tipo 2} = \frac{25}{2} * \left( \text{EXP} \left( \frac{0,033}{0,04} * \ln \left( \frac{25+2*25}{32} \right) \right) - 1 \right) = 34 \text{ mm}$$

Por último, mediante el uso del mapa de las tuberías, Figura17, se establece cuantos metros harán falta de cada una:

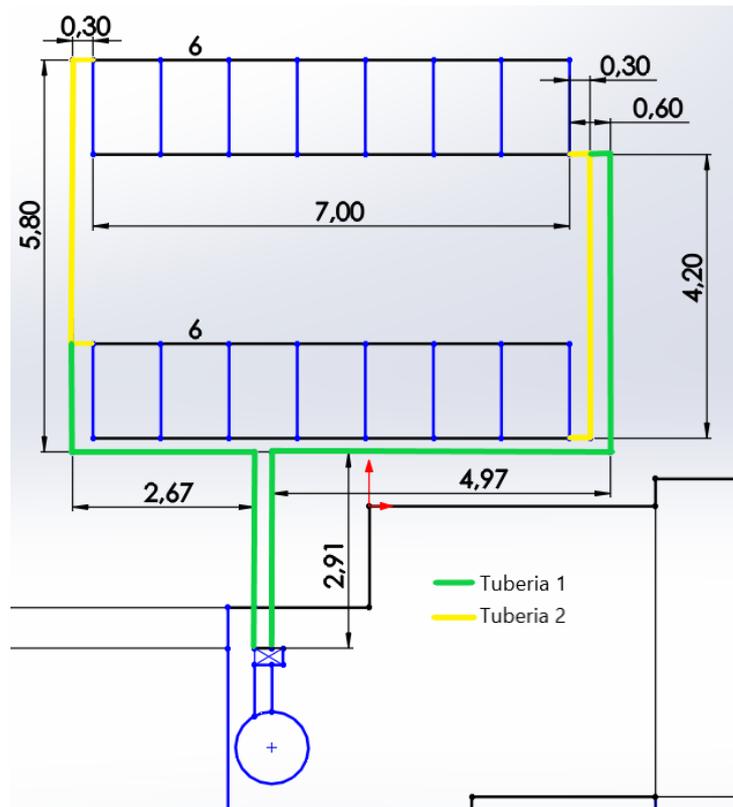


Figura 17: Plano y dimensiones de los tramos de tuberías

Tabla 2: Características de cada tubería

Tubería	Diámetro (mm)	Espesor aislante (mm)	Longitud (m)
Tipo 1	32	34	19,8
Tipo 2	25	34	9,6

➤ **Bombas de circulación:**

Mediante el caudal total de la instalación que es 1953 L/h y la suma de todas las pérdidas de este circuito que son 4,16 m.c.a, se busca una bomba que cumpla con estas condiciones. La bomba seleccionada para usarse en la instalación es ALPHA1 L 15-65-130 y sus dimensiones son las mostradas en la Figura 18.

## DIMENSIONES Y ESQUEMAS

MODELO	DIMENSIONES en mm						
	L3	L4	B1	B2	H1	H2	H3
ALPHA1 L 15-XX 130	88,3	71,6	45,9	46,6	25,1	102,1	127,2
ALPHA1 L 20-XX 130	88,3	71,6	45,9	46,6	25,1	102,1	127,2
ALPHA1 L 25-XX 130	88,3	71,6	45,9	46,6	25,1	102,1	127,2
ALPHA1 L 25-XX 180	88,3	71,6	46,3	46,4	25,3	102,1	127,4
ALPHA1 L 32-XX 180	88,3	71,6	46,3	47,7	26,3	102,1	128,4

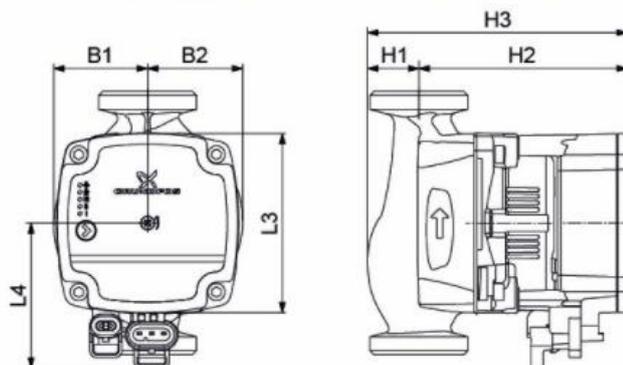


Figura 18: Dimensiones y esquema de la bomba ALPHA1 L. (Fuente: Gasfriocalor)

### ➤ Vaso de expansión:

El volumen del vaso de expansión se sacará mediante la fórmula que proporciona la UNE 100-155, en la que se emplean los valores calculados para la instalación.

$$V_t = (44,08 * 0,112 + 1,1 * 21,56) * 1,947 = 55,76 \text{ Litros}$$

Una vez con el volumen el vaso de expansión seleccionado es el 80 SMR-P de Salvador Escoda, siendo su aspecto el mostrado en la Figura 19.



Figura 19: Vaso de expansión 80 SMR-P. (Fuente: PVP de Salvador Escoda)

### ➤ Purgador:

Los purgadores se colocarán en las salidas de las baterías de captadores y en puntos sensibles de la instalación para liberar excesos de aire

### 1.8.9 Circuito hidráulico secundario

El sistema hidráulico constará de las siguientes partes:

➤ **Tuberías:**

Para el cálculo de las tuberías del circuito secundario, se seguirá el mismo procedimiento que en las del primario. Al ser el caudal de 1953 L/h tanto el diámetro, como el espesor de la tubería serán los mismos que la tubería 1, variando únicamente la longitud necesaria.

*Tabla 3: Características de la tubería del circuito secundario*

Tubería	Diámetro (mm)	Espesor aislante (mm)	Longitud (m)
Tipo 1	32	34	1,45

➤ **Bomba de circulación:**

El caudal será el mismo 1953 L/h, sin embargo, las pérdidas disminuirán y serán de 2,835 m.c.a. La bomba seleccionada es la ALPHA1 L 25-60 180 cuyo diseño es igual a la bomba del circuito primario.

➤ **Vaso de expansión:**

El vaso de expansión se calcula igual al del circuito primario, solo que ajustándose a los elementos de este circuito.

$$V_t = 2003,64 * 0,039 * 3,5 = 274,97 \text{ Litros}$$

En este caso el vaso de expansión será mayor, siendo el elegido el vaso 350 SMR de Salvador Escoda.

### 1.8.10 Sistema de apoyo

El sistema de apoyo de la instalación consistirá en una caldera de gas natural por vivienda, como se muestra en la Figura 20. Estas calderas se encargarán de calentar el agua, cuando la instalación no sea capaz por algún motivo de hacerlo. Las calderas seleccionadas son de la marca GILS de 12 litros y 24kW de potencia.

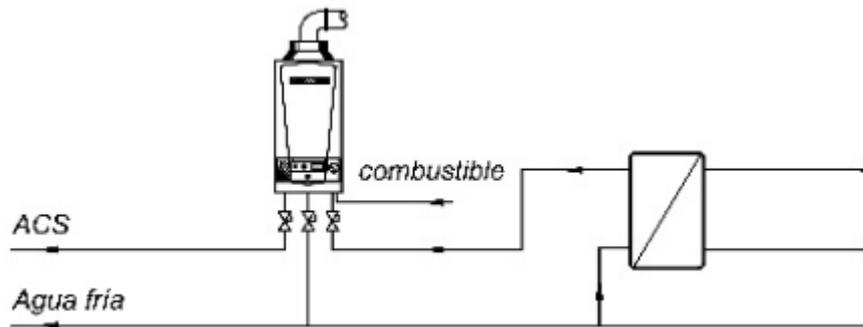


Figura 20: Conexión del sistema de apoyo en cada vivienda. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica)

### 1.8.11 Sistema de control

El sistema de control contará de varias medidas para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación:

➤ **Mezcla anticongelante:**

Es la combinación del agua con el propilenglicol como se ha mostrada antes, para evitar cambios de estado en el fluido que puedan dañar la instalación.

➤ **Sondas de temperatura:**

Se colocan en la salida de los captadores y el acumulador. Su finalidad es controlar la temperatura y determinar cuándo tendrá que trabajar la bomba.

➤ **Disipadores de calor:**

Se colocan a lo largo del circuito para evitar los excesos de calor, siendo estos extremadamente peligrosos para los componentes de la instalación.

➤ **Sistema prevención *Legionella*:**

El sistema que seguirá será elevar la temperatura del acumulador a 70°C durante un periodo mínimo de 2 horas. Este proceso se repetirá periódicamente, asegurando así que la bacteria no se desarrolle en el sistema.

### **1.8.12 Comprobación software Cheq4**

Con la finalidad de comprobar que la instalación es eficiente y cumple con la legislación vigente se hace uso del programa Cheq4.

Cheq4 es un software de alta fiabilidad y utilidad en la realización de este tipo de instalaciones solares. En el programa se elige la localización donde va a estar la instalación, el esquema con el que va a contar, las dimensiones de los circuitos y los componentes que se han seleccionado. Con toda esta información el programa suministra la contribución solar que va a tener la instalación e información sobre la demanda, consumo y aportación solar según los meses. Además de esto el programa también indica si la instalación cumple con los requerimientos mínimos de la legislación vigente.

En el caso de este proyecto, se introducen todos los valores calculados de antemano expuestos en la Figura 22 y se observa que la instalación cumple con la normativa, como se indica en la Figura 21, por lo que su dimensionamiento ha sido el correcto. Además, la fracción solar obtenida es del 79%, siendo un valor bastante bueno haciendo que la instalación sea eficiente, pero manteniendo un buen equilibrio, sin llegar a producirse sobrecalentamientos en esta.

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

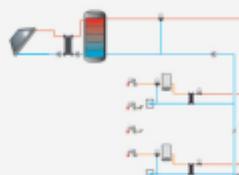
## Datos del proyecto

Nombre del proyecto	Instalación solar fototérmica
Comunidad	Valenciana
Localidad	Valencia
Dirección	Calle periodista llorente, nº5

## Datos del autor

Nombre	Manuel Arriola Portilla
Empresa o institución	
Email	maarpor1@etsid.upv.es
Teléfono	

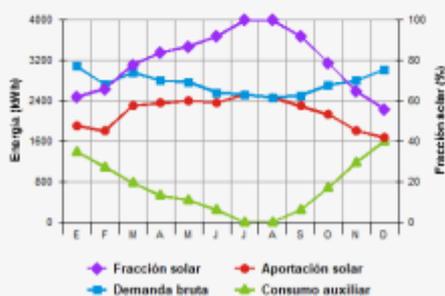
## Características del sistema solar



Localización de referencia	Valencia (Valencia/València)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple con intercambiadores independientes
Demanda [l/día a 60°C]	1.714

Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

## Resultados



Fracción solar [%]	79
Demanda neta [kWh]	32.975
Demanda bruta [kWh]	32.975
Aporte solar [kWh]	26.092
Consumo auxiliar [kWh]	8.225
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	6.575

Figura 21: Resultados de Cheq4 y fracción solar. (Fuente: Cheq4)

La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
<b>Campo de captadores</b>		
Captador seleccionado	ESCOSOL FMAX 2.0 ( Salvador Escoda )	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	GPS-8608 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	14,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,7	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	45,0	<input type="checkbox"/>
<b>Circuito primario/secundario</b>		
Caudal circuito primario [l/h]	2.152,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	29,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	31,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	24,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	34,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	lana de vidrio	<input type="checkbox"/>
<b>Sistema de apoyo</b>		
Tipo de sistema	Caldera convencional	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gas natural	<input type="checkbox"/>
<b>Acumulación</b>		
Volumen [l]	2.000,0	<input type="checkbox"/>
<b>Distribución</b>		
Longitud del circuito de distribución [m]	40,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	32,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	34,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	lana de vidrio	<input type="checkbox"/>
Potencia del intercambiador [kW]	24,0	<input type="checkbox"/>
<b>Distribución subestaciones</b>		
Longitud del circuito de distribución [m]	6,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	34,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	lana de vidrio	<input type="checkbox"/>

Figura 22: Parámetros de la instalación. (Fuente: Cheq4)

## 1.9 Estudio económico

El estudio económico se especificará en el documento de presupuesto. En este documento se detallará los costes de los materiales, la mano de obra, precios unitarios y precios descompuestos.

DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACION  
SOLAR DE ACS EN VALENCIA

**2. ANEXO**  
**CÁLCULOS DE LA**  
**INSTALACIÓN**

## Índice cálculos

1.	Cálculo de la demanda .....	37
2.	Cálculo de la demanda energética .....	38
3.	Esquema de la instalación.....	39
4.	Cálculo de captadores, separación y colocación .....	39
5.	Cálculo de sombras .....	41
6.	Sistema de anclaje captadores.....	47
7.	Selección del fluido .....	48
8.	Acumulador .....	51
9.	Intercambiador de calor.....	52
9.1	Intercambiador centralizado.....	52
9.2	Intercambiador individual.....	53
10.	Circuito hidráulico primario.....	54
10.1	Tuberías .....	54
10.2	Accesorios.....	60
10.3	Bomba de circulación.....	61
10.4	Vaso de expansión .....	63
10.5	Purgador .....	65
10.6	Válvulas.....	66
11.	Circuito hidráulico secundario .....	66
11.1	Tuberías .....	67
11.2	Bomba de circulación.....	68
11.3	Vaso de expansión .....	70
12.	Sistema de apoyo .....	72
13.	Sistema de control.....	73

## 1. Cálculo de la demanda

El primer paso para crear la instalación será saber la demanda de ACS que esta tendrá. Para el cálculo del consumo de ACS se recurrirán a los valores que propone el CTE, mostrados en la Tabla 4. Usando el criterio de vivienda se obtiene como valor 28 L/día por persona en la vivienda.

Tabla 4: Consumos de persona por día. (Fuente: CTE DB HE4)

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 5: Consumo diario de una persona

Demanda	Litros/día	Unidad
Vivienda	28	persona

En el edificio hay un total de 21 viviendas, haciendo un sondeo se establece que de media viven 3 personas en cada vivienda. Con esto ya se puede calcular el gasto de ACS total que va a tener la instalación en un día, mostrado en la Tabla 6.

Tabla 6: Gasto total diario de la instalación

Gasto vivienda	84	litros/día
Número viviendas	21	viviendas
Gasto total día	1764	litros/día

## 2. Cálculo de la demanda energética

Una vez calculada la demanda de ACS, se pasa a calcular la demanda energética que esta supondrá. Para poder calcularla se hará uso de la fórmula de la Figura 23:

$$D_i = V_{i,T_c} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_c - T_f)$$

Figura 23: Ecuación para el cálculo de la demanda energética. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica)

- $V_{i,T_c}$  = consumo de agua caliente a  $T_c$  durante el intervalo  $i$
- $\rho$  = la densidad del agua que es 1 kg/l
- $c_p$  = calor específico del agua a presión constante que es 4,18 kJ/kgK
- $T_c$  = Temperatura media del agua caliente en el intervalo de tiempo
- $T_f$  = Temperatura media del agua de red en el intervalo de tiempo

Para el cálculo de la  $V_{i,T_c}$  el intervalo será un día, por lo que este valor sea el consumo medio diario. El valor de la  $T_c$  será de 60°C, que es el dado por la normativa como se muestra en el punto anterior. En cuanto al valor de  $T_f$ , este se sacará para cada mes mediante la base de datos de Cheq4. Todos los valores obtenidos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Consumos mensuales y anual de energía

Mes	Días	T agua fría	Demanda (KJ/día)	Demanda (KWh/día)	Demanda (KJ/mes)	Demanda (KWh/mes)
Enero	31	10	368676,00	102,41	11428956,00	3174,74
Febrero	28	11	361302,48	100,36	10116469,44	2810,15
Marzo	31	12	353928,96	98,31	10971797,76	3047,75
Abril	30	13	346555,44	96,27	10396663,20	2887,99
Mayo	31	15	331808,40	92,17	10286060,40	2857,26
Junio	30	17	317061,36	88,07	9511840,80	2642,20
Julio	31	19	302314,32	83,98	9371743,92	2603,28
Agosto	31	20	294940,80	81,93	9143164,80	2539,79
Septiembre	30	18	309687,84	86,03	9290635,20	2580,75
Octubre	31	16	324434,88	90,12	10057481,28	2793,77
Noviembre	30	13	346555,44	96,27	10396663,20	2887,99
Diciembre	31	11	361302,48	100,36	11200376,88	3111,24
Anual	365				122171852,88	33936,90

La demanda total anual será de **33936,9 KWh**

### 3. Esquema de la instalación

El tipo de configuración elegida para la instalación ha sido de consumo individual. Esta configuración consiste en un acumulador e intercambiador centralizados, y luego pequeños sistemas de apoyo en cada vivienda que consisten en una caldera y un intercambiador. Su esquema es el mostrado en la Figura 24.

Este sistema este compuesto por dos circuitos:

- **Circuito primario:** Estará compuesto por todos los componentes que salen del intercambiador centralizado a los captadores y luego vuelven a este.
- **Circuito secundario:** Estará compuesto por los componentes que salen del acumulador al intercambiador centralizado y luego vuelven a este.

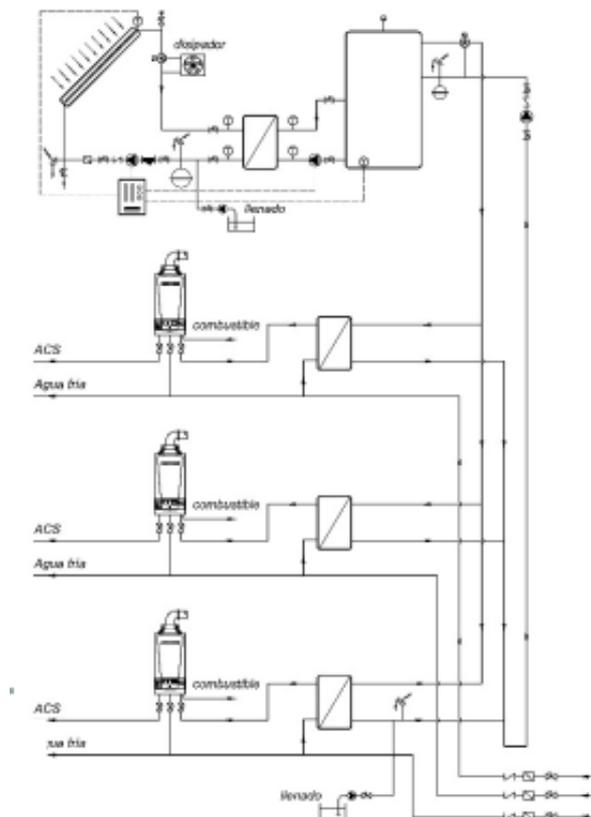


Figura 24: Esquema elegido para la instalación. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

### 4. Cálculo de captadores, separación y colocación

Una vez se tiene el gasto por día que va a tener la instalación, se procede a calcular el número de captadores que serán necesarios para satisfacer esta demanda. Para realizar este proceso se aumenta el volumen del acumulador a 2000 Litros, para que sea más fácil encontrar modelos comerciales y para que exista un margen de seguridad y no se vea sobrepasado en algún caso puntual. Además de esto se establece una relación entre el volumen del acumulador y la superficie total de los captadores de 75, siendo este un valor estándar dado por la normativa.

Tabla 8: Estimación de captadores necesarios

Estimación de captadores		
Volumen acumulador	2000	litros
Volumen/Superficie captador	75	Valor estándar
Superficie total captación	26,67	m <sup>2</sup>
Superficie de cada captador	2,1	m <sup>2</sup>
Estimación de captadores	13	uds

Con este cálculo y teniendo en cuenta las dimensiones de la azotea donde se van a colocar, se decide establecer dos baterías de 7 captadores, mediante esto, se busca favorecer la estética y hacer que el equilibrio hidráulico sea más fácil. Al ser necesarias dos baterías se busca un captador con unas dimensiones menores, lo que supondrá una longitud menor en el captador y por lo tanto una distancia menor entre ambas filas de captadores, manteniendo la inclinación óptima por cada captador. Con este factor en cuenta, se selecciona el captador de Salvador Escola ESCOSOL FMAX 2.0 debido a su tamaño, su precio y prestaciones. Calculando el número necesario de captadores de este tipo que serán necesarios y la distancia que será necesaria entre las baterías de captadores.

Tabla 9: Cálculo de captadores necesarios realmente

Número de captadores		
Volumen acumulador	2000	litros
Volumen/Superficie captador	75	Valor estándar
Superficie total captación	26,67	m <sup>2</sup>
Superficie de cada captador (útil)	1,86	m <sup>2</sup>
Número de captadores	14	uds

Una vez con el modelo y número de captadores establecido, se pasa a calcular la separación que deberán tener las dos baterías de captadores, de forma que no se produzcan sombras entre ellos. Para este cálculo se sigue el esquema de la Figura 25 y fórmula de distancia:

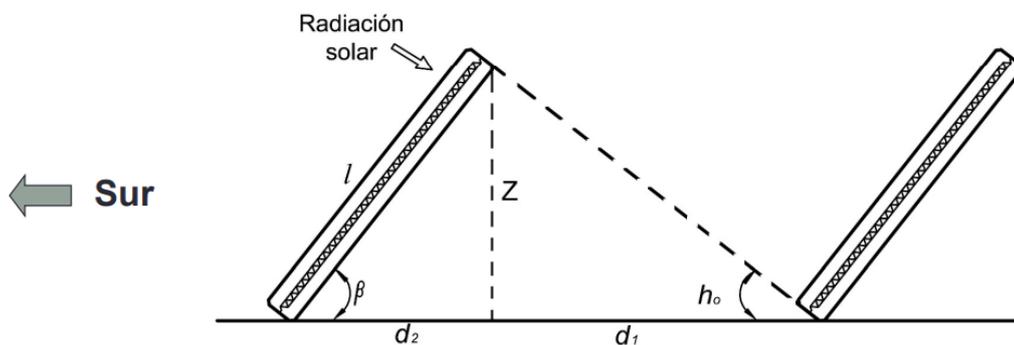


Figura 25: Esquema para calcular separación de captadores necesaria. (Fuente: asignatura energía solar fototérmica)

$$\text{Distancia} = l * \frac{\text{sen}(\beta)}{\tan(h_0)} + l * \frac{\text{sen}(\beta)}{\tan(\beta)}$$

Tabla 10: Cálculo de la separación entre baterías

Distancia entre baterías		
Inclinación del captador	45	º
Longitud del captador	1,98	m
Altura del punto más alto	1,4	m
Latitud de Valencia	39,47	º
Latitud ho	27,03	º
Separación de las baterías	2,74	m

Al final se obtiene que la separación que deberán tener las baterías será de 2,74 metros, aunque en la instalación se colocará 2,8 metros para facilitar la colocación y el resto de las medidas.

## 5. Cálculo de sombras

Una vez con el número de captadores necesarios para la instalación, se pasa a analizar el lugar donde va a ser colocada la instalación. Al ver la superficie disponible en este caso, se observa que hay dos zonas posibles donde se puede colocar la instalación, por lo que se realizara un cálculo de las pérdidas por sombras en el centro de cada zona para ver cuál es más apta.

Los captadores se colocarán hacia el sur y con una inclinación de 45º con la finalidad de que las pérdidas debidas a la orientación sean nulas. Una vez se tiene esto claro se pasa a calcular las sombras, para ello se establecerán los puntos que pueden provocar sombras en la instalación, mostrados en la Figura 26. De estos puntos se obtendrá el azimut y la inclinación para sacar las sombras usando la gráfica como indica la normativa HE4.

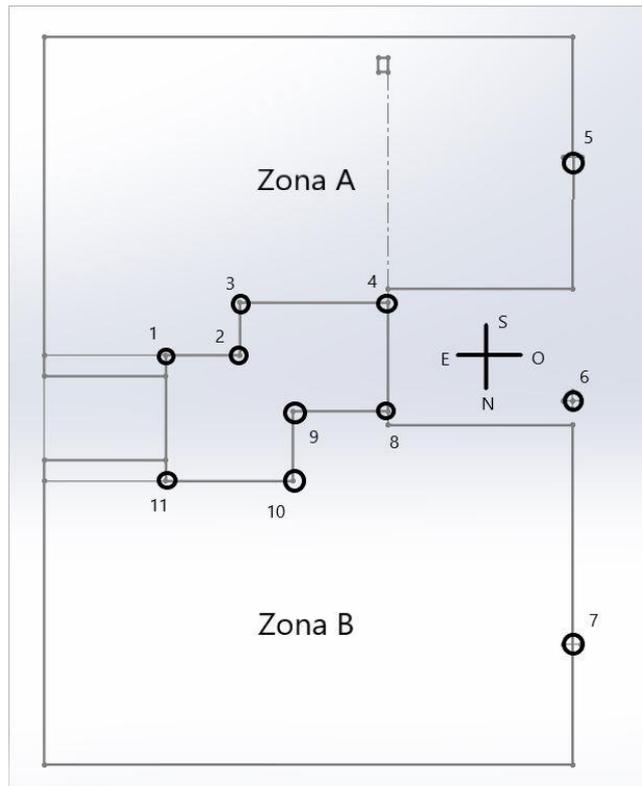


Figura 26: Plano con las zonas donde colocar los captadores y sus puntos de estudio

Los puntos a estudio provendrán del cuartito por el que se accede a la azotea y del edificio colindante al oeste ya que es algo más alto, siendo el resto de los edificios de igual medida o más bajos y por lo tanto descartados como puntos de sombras.

En la zona A los puntos se estudió serían 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Sin embargo, dada la orientación sur de los captadores y estando el cuartito detrás de ellos, además del movimiento del sol estos puntos son descartables dejando solo el 5, 6 y 7, mostrados en la Tabla 11. Por lo tanto, se calculan las sombras para el centro de la zona, Figura 27.

Tabla 11: Puntos y coordenadas para el cálculo de las sombras en la zona A

Centro Zona A			
Azimut captadores	0		
Puntos a estudiar	5	6	7
X (m)	7,5	7,5	7,5
Y (m)	0,16	-6,8	-13,6
Z (m)	3,33	6,36	3,33
Azimut	89	132	151
Inclinación	24	32	12

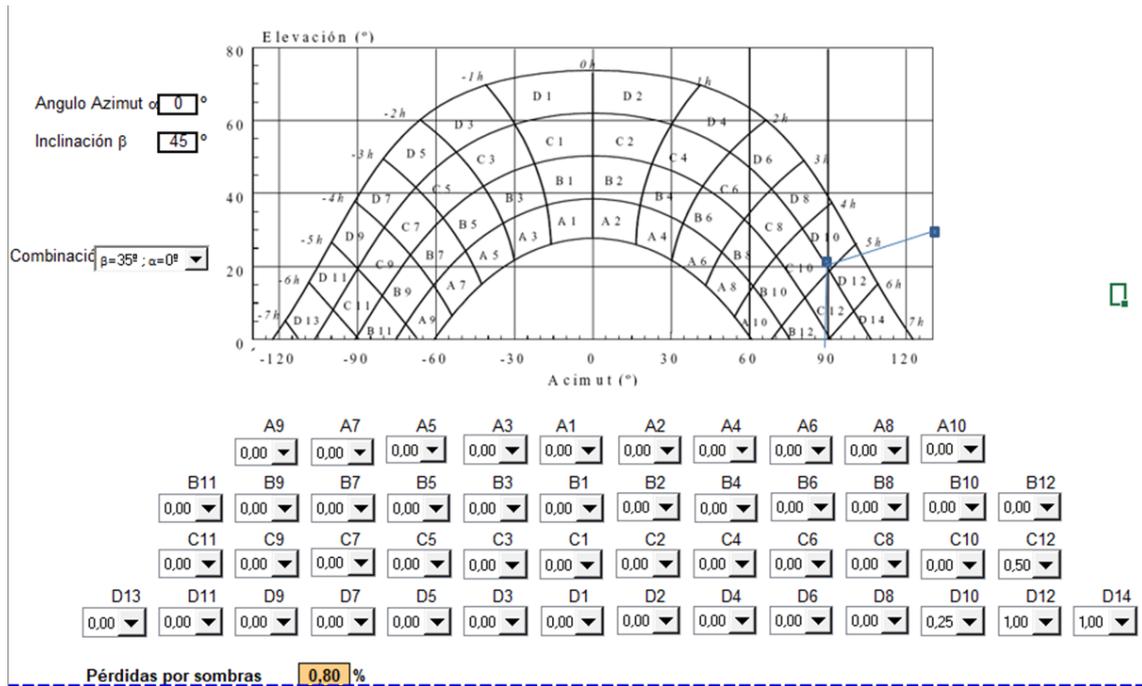


Figura 27: Cálculo de pérdidas por sombras zona A

En la zona B los puntos de estudio serán 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11, mostrados en la Tabla 12. En este caso al estar la caseta en el sur justo delante de los captadores se considerará un punto importante de estudio. Con esto se procede a estudiar las sombras en el centro de esta zona, Figura 28.

Tabla 12: Puntos y coordenadas para el cálculo de las sombras en la zona B

Centro Zona B							
Azimut captadores	0						
Puntos a estudiar	5	6	7	8	9	10	11
X (m)	7,5	7,5	7,5	2,26	-0,44	-0,44	-4,04
Y (m)	13,31	6,35	-0,61	6,05	6,05	4,05	4,05
Z (m)	3,33	6,36	3,33	2,64	2,64	2,64	2,64
Azimut	29	50	95	20	-4	-6	-45
Inclinación	12	33	24	22	24	33	25

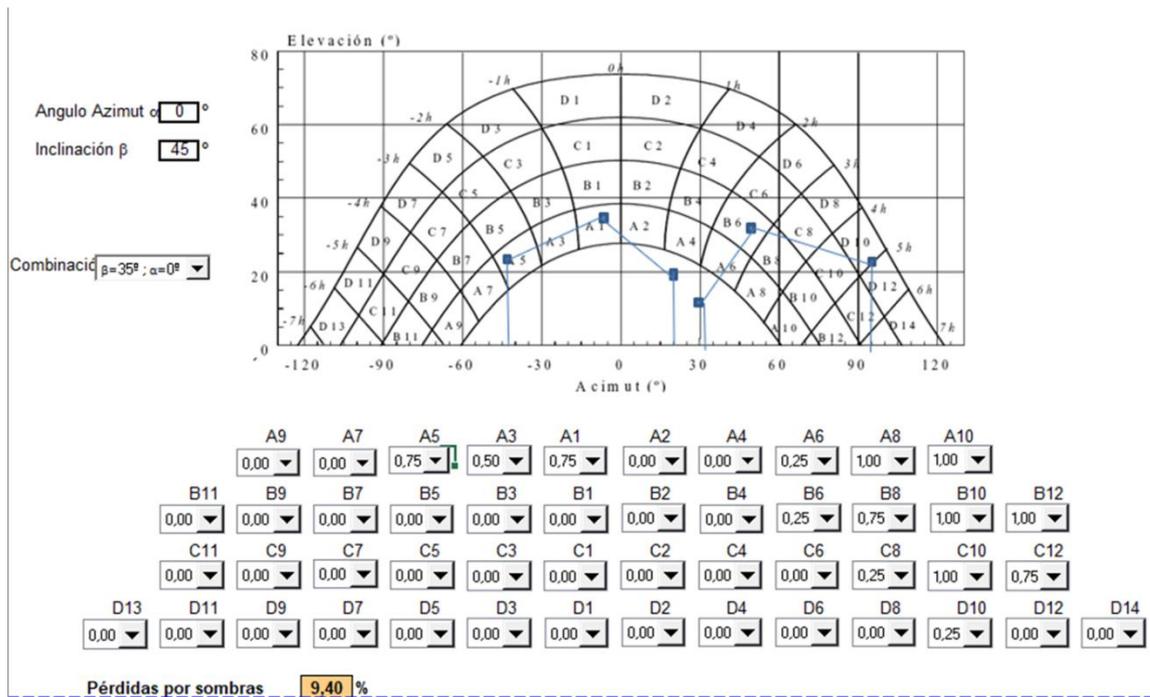


Figura 28: Cálculo de pérdidas por sombras zona B

Una vez comparadas ambas se obtiene que la Zona A es mejor zona para colocar la instalación, ya que producirá menos sombras y por lo tanto un mayor rendimiento en la instalación, además de cumplir que en ningún momento se supere el 10% de pérdidas por sombras. Con todo esto se pasa a calcular las sombras que se producirán en las baterías de la instalación de manera exacta, mostrando las de la batería 1 en la Figura 30 y las de la batería 2 en la Figura 31.

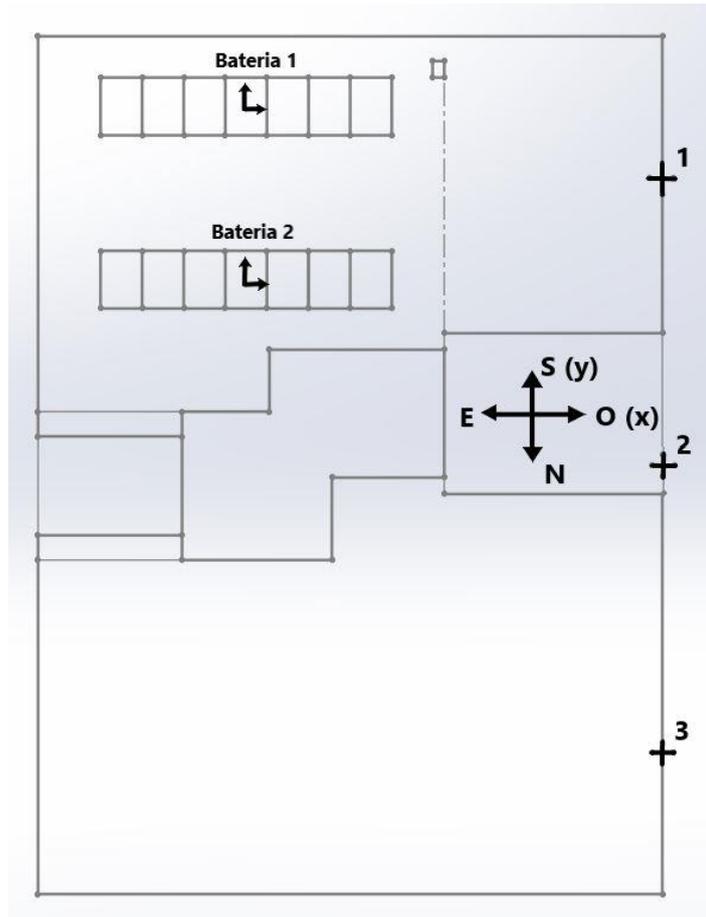


Figura 29: Localización de las baterías

Tabla 13: Puntos y coordenadas de estudio para la batería 1

Batería 1			
Azimut captadores	0		
Puntos a estudiar	1	2	3
X (m)	10	10	10
Y (m)	-1,94	-8,74	-15,54
Z (m)	3,33	6,36	3,33
Azimut	101	131	147
Inclinación	18	26	10

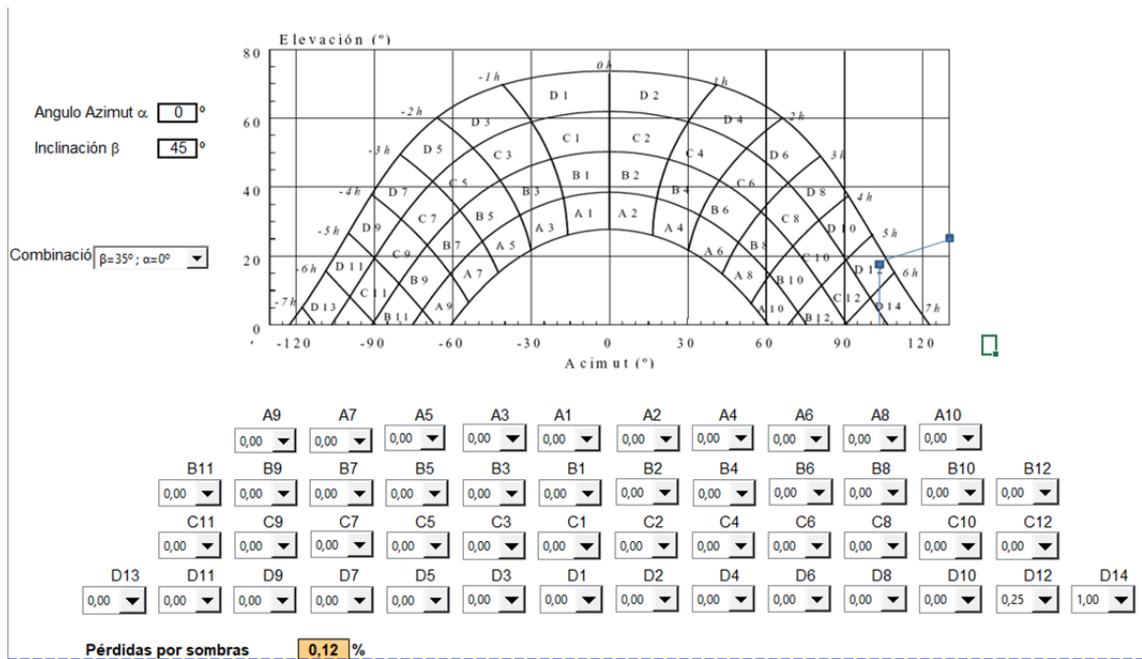


Figura 30: Cálculo de sombras batería 1

Tabla 14: Puntos y coordenadas de estudio para la batería 2

Batería 2			
Azimut captadores	0		
Puntos a estudiar	1	2	3
X (m)	10	10	10
Y (m)	1,86	-4,94	-11,74
Z (m)	3,33	6,36	3,33
Azimut	79	116	140
Inclinación	18	30	12

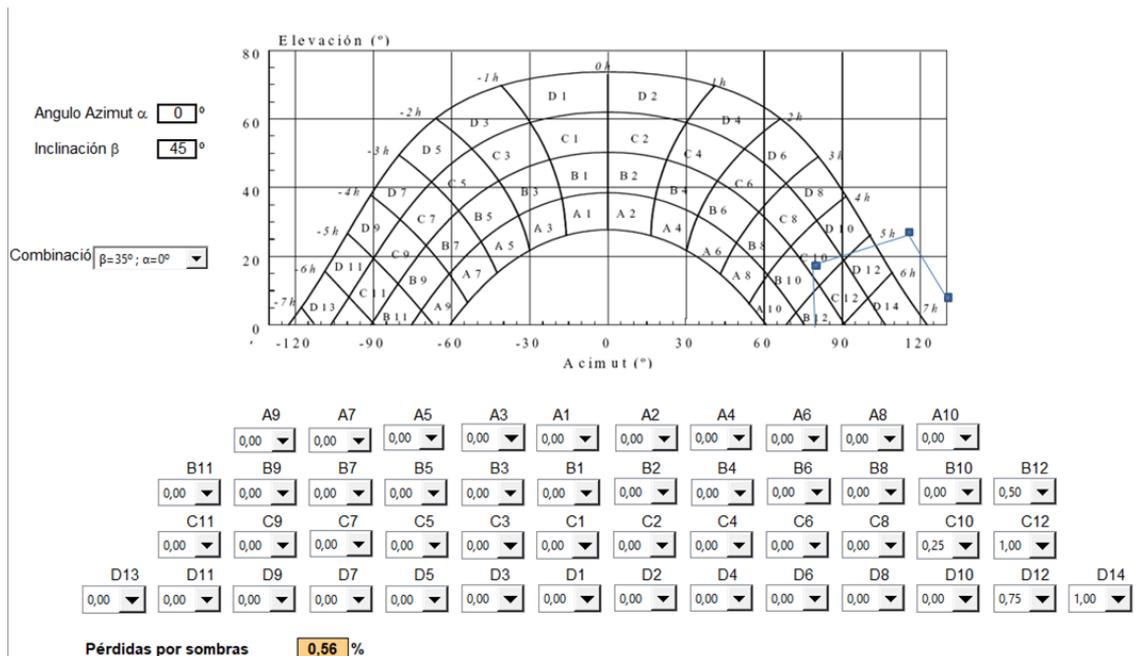


Figura 31: Cálculo de sombras batería 2

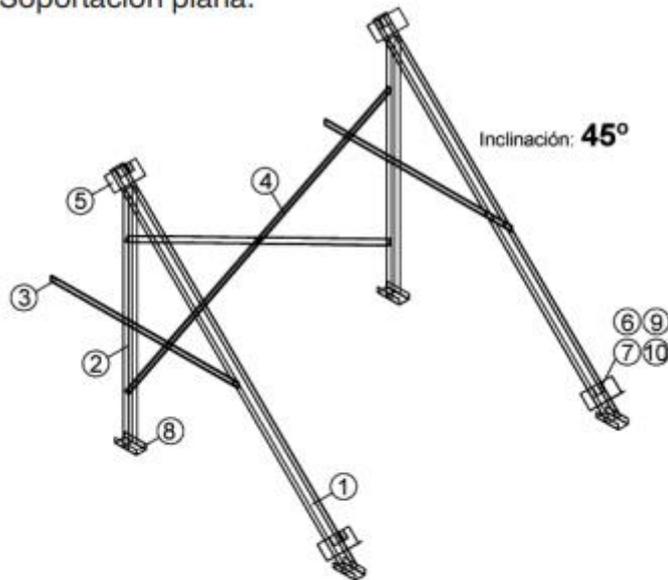
Una vez calculado se establece que la instalación tendrá un 0,68% de pérdidas por sombras totales.

## 6. Sistema de anclaje captadores

La selección del sistema de anclaje para los captadores será sencilla. Una vez decidido el captador solar a utilizar que en este caso es el ESCOSOL FMAX 2.0 de Salvador Escoda. Se hace uso del catálogo del propio fabricante ya que en este, el fabricante recomienda o propone modelos de anclaje apropiados.

Teniendo en cuenta que el soporte se colocará sobre una superficie plana que será la azotea del edificio y que la inclinación será de 45°. El soporte seleccionado será el SO 05 079 ESCOSOL 2300, mostrado en la Figura 32. Esto se debe a que es un modelo adecuado para el tipo de captador, se puede colocar a la inclinación adecuada y además permite colocar baterías de cualquier número de captadores. Como sistema de sujeción al suelo, los soportes se colocarán sobre zapatas de hormigón para una mayor sujeción.

Soportación plana:



ESCOSOL 2300

		Medidas (mm)	Unid.
1		1710	1
2		1153	1
3		965	1
4		760	4
5		Accesorios	1
6		Accesorios	1
7		Accesorios	4
8		Accesorios	2
9		M8 X 20	14
10		Tuerca M8	8

Figura 32: Piezas y medidas del soporte de los captadores

## 7. Selección del fluido

Para evitar la congelación del agua en las tuberías de la instalación se hará uso de la normativa UNE-EN ISO 12251 que establece como se debe de obtener la mezcla de agua con anticongelante. Para obtener los porcentajes de esta mezcla se usa la temperatura mínima histórica en Valencia que es de  $-8^{\circ}\text{C}$  y se le suman  $-5^{\circ}\text{C}$  para que sea superior a esta. Una vez con esto se hace uso de la gráfica de la Figura 33 para obtener las cantidades del fluido:

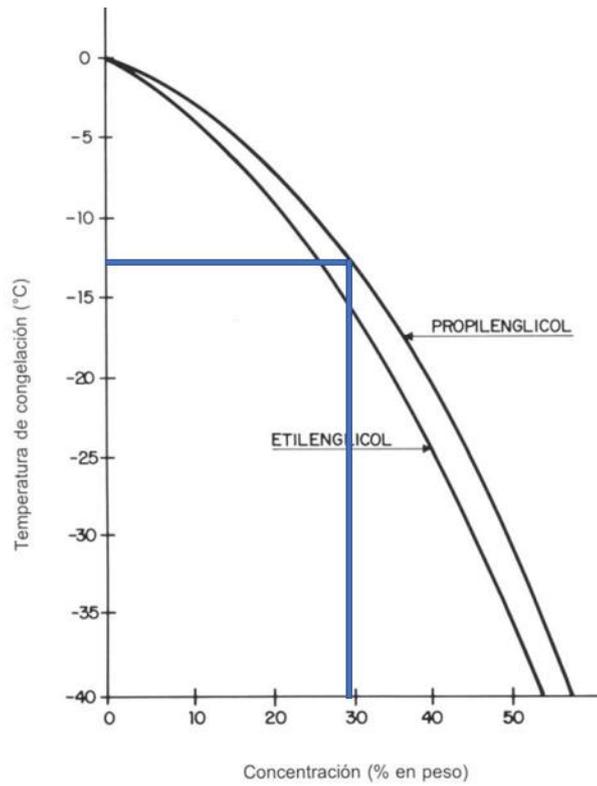


Figura 33: Concentración de anticongelante en función la temperatura

Se obtiene que el porcentaje de propilenglicol es de 29% siendo el 71% restante agua y dando como resultado características mostradas en la Tabla 15 con el fluido a 65°C:

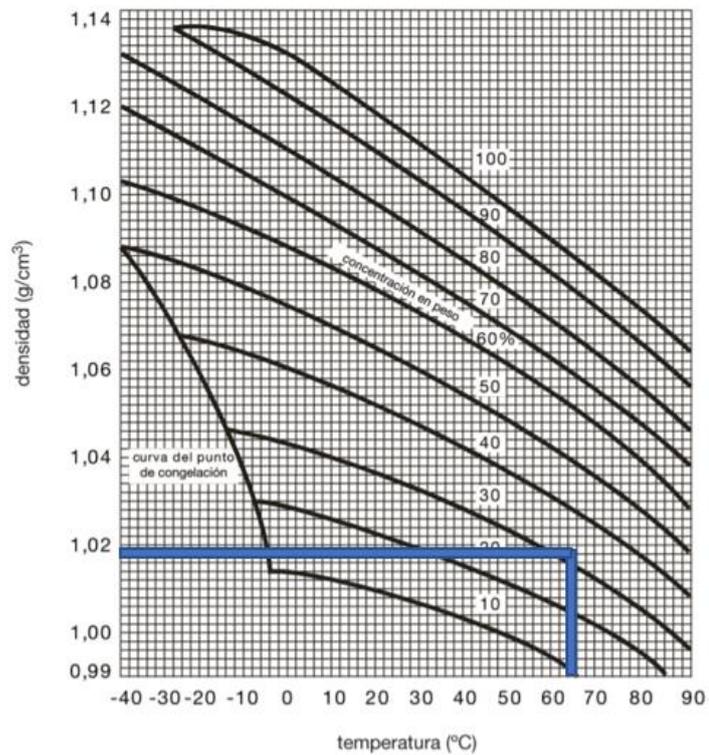


Figura 34: Densidad del fluido en función de la temperatura

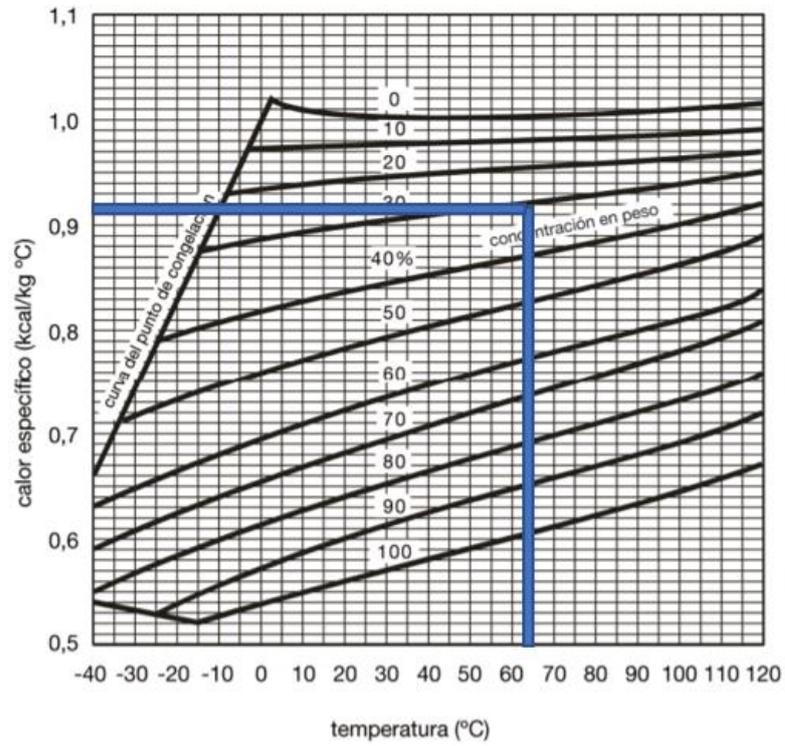


Figura 35: Calor específico en función de la temperatura

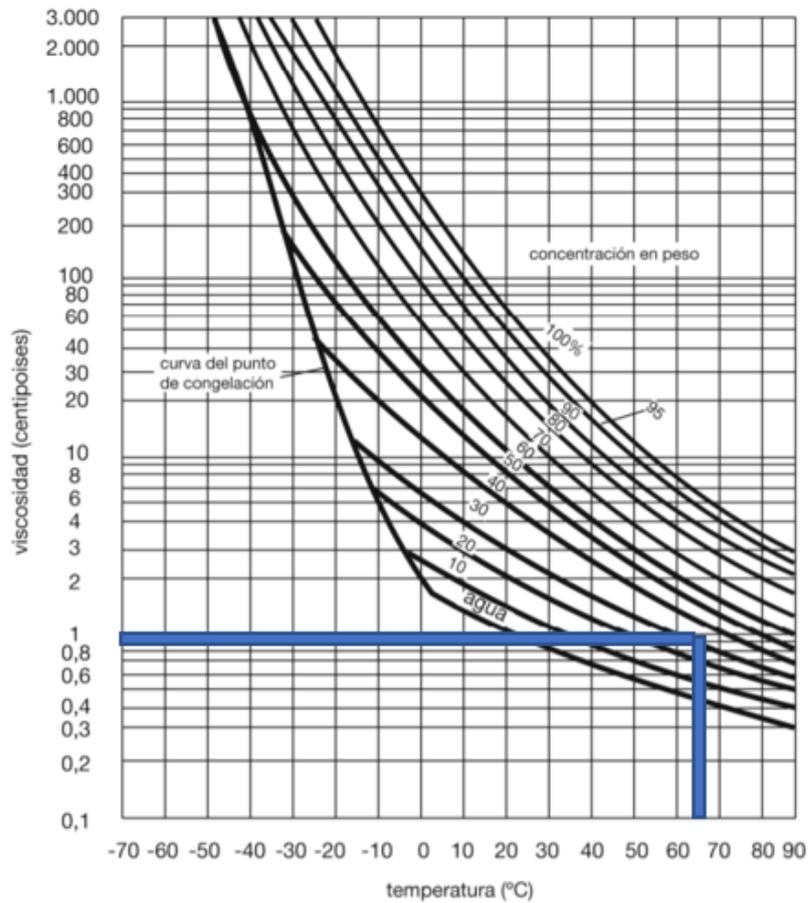


Figura 36: Viscosidad del fluido en función de la temperatura

Tabla 15: Propiedades del fluido a 65°C

Propiedades del fluido a 65°C		
Densidad	1,02	g/m <sup>3</sup>
Calor específico	3,85	KJ/Kg°C
Viscosidad	0,9	centipoises

## 8. Acumulador

El acumulador se colocará en el cuartito próximo a la instalación.

Como se ha comentado en los apartados anteriores, para evitar problemas en la instalación el volumen de acumulación se aumentará hasta los 2000 Litros. Siendo este a su vez un volumen comercial se seleccionará como acumulador el modelo IMVV 2000 RB de acero inoxidable de Salvador Escoda, mostrado en la Figura 37.

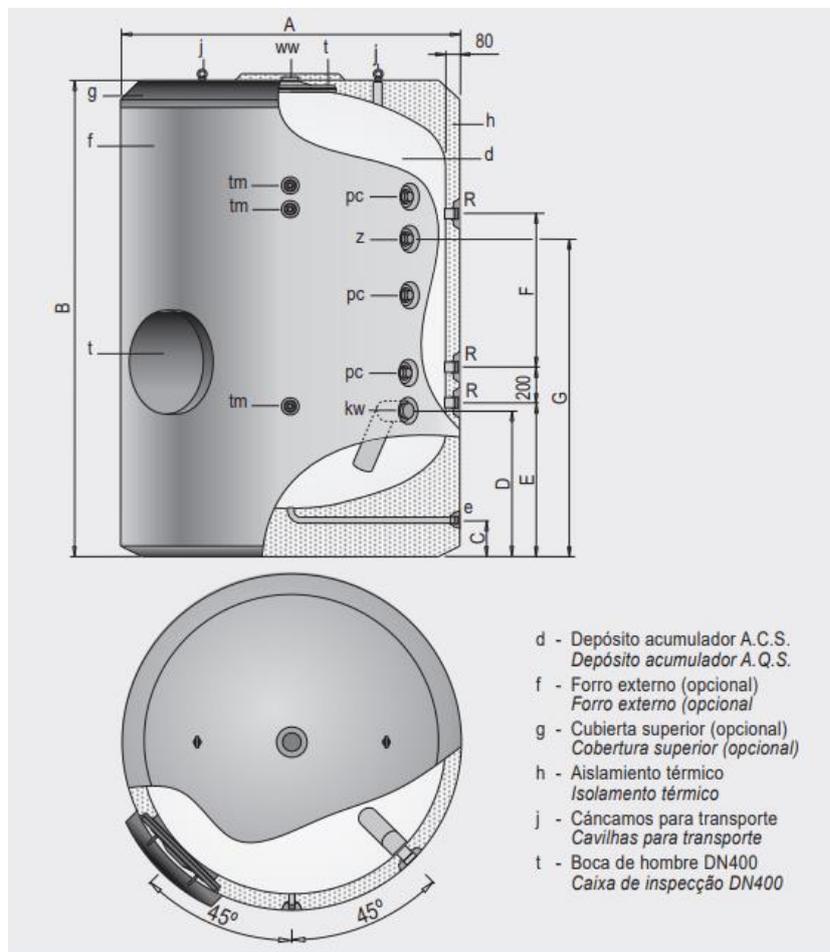


Figura 37: Dimensiones y conexiones acumulador IMVV 2000 RB. (Fuente: Catálogo multifabricante acae)

Cuyas características son:

- Capacidad: 2000 Litros
- Temperatura máxima: 90°C
- Presión máxima: 8 bar
- Altura: 2280 mm
- Diámetro: 1360 mm

## 9. Intercambiador de calor

Para hacer posible la transmisión de calor entre los fluidos se hará uso de los intercambiadores. Como se comentó en el esquema de la instalación, esta contará con dos tipos uno centralizado y luego uno individual para cada vivienda.

### 9.1 Intercambiador centralizado

Al ser el volumen de acumulación superior a 1000 Litros por depósito, el intercambiador tendrá que ser externo de placas, ya que este volumen también supera la capacidad de un intercambiador de serpentín.

Para saber la potencia mínima que necesitara el intercambiador de la instalación, se realizara un cálculo mediante la superficie total de captadores que existe y la potencia de intercambio aconsejada por cada m<sup>2</sup> según el CTE, con esto, ya se puede seleccionar un intercambiador comercial y funcional.

$$\text{Potencia mínima (KW)} = \frac{\text{Superficie total} * \text{Potencia mínima}}{1000}$$

Tabla 16: Cálculo de potencia mínima del intercambiador centralizado

Intercambiador		
Número de captadores	14	uds
Superficie de cada captador (útil)	1,86	m <sup>2</sup>
Superficie total	26,04	m <sup>2</sup>
Potencia mínima	660,00	W/m <sup>2</sup>
Potencia mínima intercambiador	17,19	kW
Potencia mínima intercambiador	14777,64	kcal/h

Una vez obtenida la potencia mínima del intercambiador, obtenida en la Tabla 16, se busca en el catálogo un intercambiador que sea capaz de proporcionar la potencia necesaria, siendo el elegido el M3-FG 15H de Salvador Escoda.

Tabla 17: Características de los intercambiadores. (Fuente PVP de Salvador Escoda)

**CLIMATIZACIÓN ACS CON PANEL SOLAR:**

Modelo	Nº placas	Paneles	55°C -> 45°C		35°C -> 45°C		Potencia Kcal/h
			panel - 30% P. glicol		A.C.S		
			l/h	m.c.a.	l/h	m.c.a.	
T2-BFG	11H	5	600	0,29	600	0,24	6.000
T2-BFG	18H	10	1.200	0,38	1.200	0,38	11.400
<b>M3-FG</b>	<b>15H</b>	<b>20</b>	<b>2.400</b>	<b>2,8</b>	<b>2.300</b>	<b>2,4</b>	<b>22.800</b>
M3-FG	20H	30	3.600	3,1	3.500	3,3	34.200
M3-FG	25H	40	4.800	3,8	4.600	3,4	45.600
M3-FG	30H	50	6.000	3,8	5.700	3,8	56.400
M3-FG	35H	60	7.200	4,4	6.800	3,9	67.800
M3-FG	40H	70	8.400	4,5	8.000	4,3	79.200
M3-FG	45H	80	9.600	5	9.100	4,4	90.600
M3-FG	52H	90	10.800	4,8	10.300	4,6	102.000

## 9.2 Intercambiador individual

Cada vivienda contará con un intercambiador propio, cuya función será pasar el calor del agua del acumulador al agua de red. De esta manera se evitará un mayor uso de la caldera a la vez que se cumple de una manera eficiente con la demanda.

Para este tipo de intercambiador se seleccionará uno con una potencia de entre 25 kW y 35 kW, como se recomienda para este tipo de instalaciones. El intercambiador seleccionado es el CC 08 004 IDS 14-40H de Salvador Escoda cuya potencia es de 35 kW.

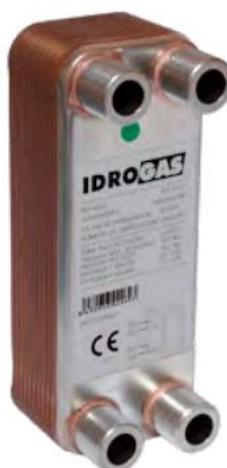


Figura 38: Intercambiador individual. (Fuente: Tarifa PVP Salvador Escoda)

## 10. Circuito hidráulico primario

El sistema hidráulico primario será el conjunto de todos los componentes hidráulico que salgan del intercambiador a los captadores y vuelvan a este.

### 10.1 Tuberías

Para el dimensionado de las tuberías se necesitarán en primer lugar dos características siendo estas el material de las tuberías y el caudal que pasa por cada uno de los captadores.

En el caso del material, se usará el cobre ya que es un material que combina una buena prestación con un buen precio, además de ser uno de los materiales que se recomiendan en el CTE para este tipo de instalaciones.

En el caso del caudal de cada captador, este dato vendrá dado por el fabricante del captador y debe de estar comprendido entre 50 y 75 L/h/m<sup>2</sup>. Para el captador seleccionado el fabricante dice que puede tener un caudal máximo de 82,65 L/h/m<sup>2</sup>, por lo que para cumplir con la normativa se establecerá el máximo que esta permite, siendo de 75 L/h/m<sup>2</sup>. Con todo esto ya se podrá dimensionar las tuberías.

Primero, se establece que habrá dos tramos de tuberías las del tramo inicial y final que trasportaran el caudal máximo. Este caudal vendrá dado por la multiplicación del caudal del captador por la superficie total de captación, siendo de 1953 L/h. El segundo tramo vendrá dado por las tuberías que entren y salgan de cada una de las baterías, tendiendo una caudal de 976,5 L/h. Con estos datos y sabiendo que las pérdidas de carga es recomendable que sean menores de 40m m.c.a y que la velocidad debe estar comprendida entre 0,3 y 1,3 m/s, se puede obtener el diámetro de las tuberías.

**Tubería 1:** Caudal 1953 L/h, Figura 39

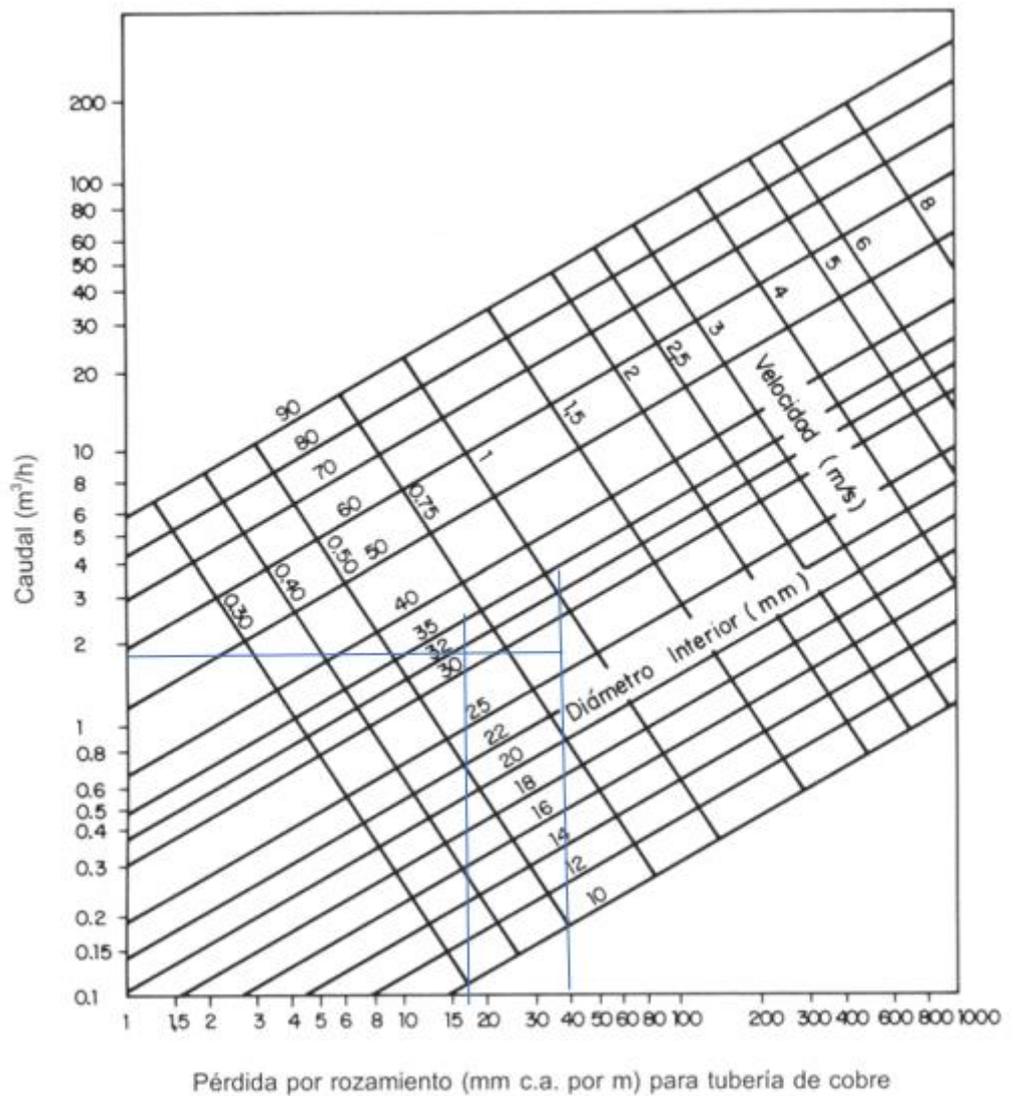


Figura 39: Cálculo de diámetro de tubería 1

Se obtiene por lo tanto que para la tubería 1 el diámetro interno/nominal será de 32mm, mediante este dato y mirando en los catálogos de tuberías de cobre se establece que el diámetro externo será de 35mm.

**Tubería 2:** Caudal 976,5 L/h, Figura 40

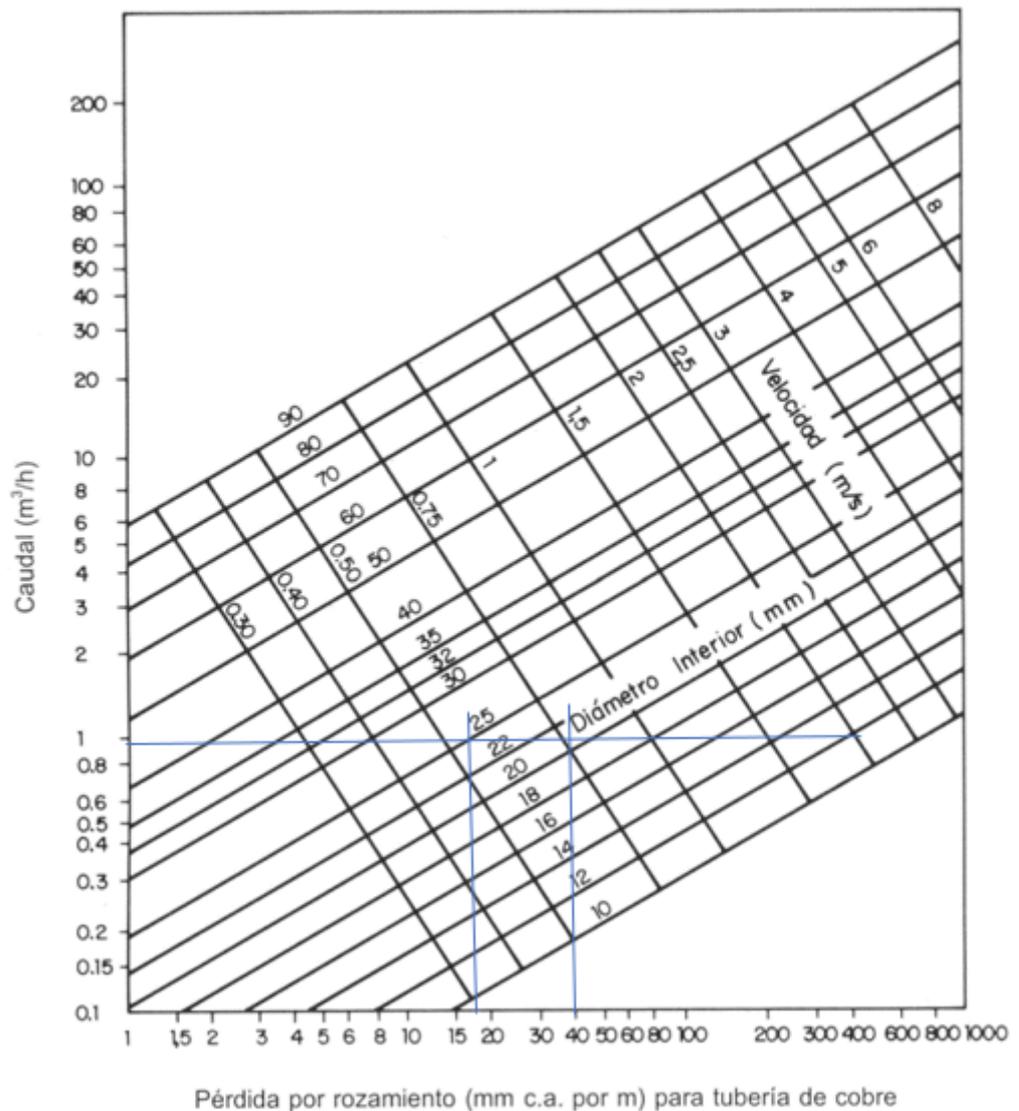


Figura 40: Cálculo del diámetro de la tubería 2

Se obtiene que para la tubería 2 el diámetro interno/nominal será de 25mm, mediante este dato y mirando en los catálogos de tubería de cobre se establece que su diámetro exterior será de 28mm.

Una vez obtenidos los diámetros internos y externos de ambas tuberías, se puede calcular las pérdidas de carga por cada metro, la velocidad del fluido y el espesor del aislante que deberán tener las tuberías.

Las pérdidas de carga por metros vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$P_{\text{carga}} = P_{\text{carga}}(\text{gráfico}) * K1 * K2$$

- K1 = factor corrector de temperatura (para 65°C es de 0,95)
- K2 = factor corrector de viscosidad del fluido, Figura 41

$$k_2 = \sqrt[4]{\frac{\text{viscosidad de la mezcla}}{\text{viscosidad del agua}}}$$

Figura 41: Fórmula factor corrector 2. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica)

- Viscosidad de la mezcla = 0,9 centipoises (obtenida en la gráfica del fluido)
- Viscosidad del agua = 0,434 centipoises (obtenida para el agua a 65°C)

Dando las siguientes pérdidas por cada metro de tubería:

- **Tubería 1 (diámetro 32mm) = 17\*0,95\*1,2 = 19,38 mm.c.a/m**
- **Tubería 2 (diámetro 25mm) = 18\*0,95\*1,2 = 20,52 mm.c.a/m**

La velocidad del fluido por esta expresión:

$$V = \frac{Q}{\pi * \left(\frac{D^2}{4}\right)}$$

- V = velocidad del fluido (m/s)
- Q = caudal (m<sup>3</sup>/h)
- D = diámetro interior de la tubería (m)

Dando las siguientes velocidades:

- **Tubería 1 (diámetro 32mm) =  $\frac{1,953}{\pi * \left(\frac{0,032^2}{4}\right)} = 0,67 \text{ m/s}$**
- **Tubería 2 (diámetro 25mm) =  $\frac{0,9765}{\pi * \left(\frac{0,025^2}{4}\right)} = 0,55 \text{ m/s}$**

Para el caso del espesor del aislante, primero habrá que calcular un espesor genérico de referencia y luego para el caso concreto de la instalación. En la instalación el aislante seleccionado será lana de vidrio.

Para el cálculo del aislante de referencia se utiliza la Tabla 18:

Tabla 18: Espesores de referencia según diámetro exterior. (Fuente: CTE)

Fluido interior caliente			
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 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

Una vez se obtiene el aislante de referencia se utiliza la ecuación de la Figura 42 para sacar el espesor del aislante real:

$$e = \frac{D_i}{2} \cdot \left[ \text{EXP} \left( \frac{\lambda}{\lambda_{\text{ref}}} \cdot \ln \frac{D_i + 2 \cdot e_{\text{ref}}}{D_i} \right) - 1 \right]$$

Figura 42: Ecuación para obtener el espesor real del aislante. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica)

- e = espesor real (mm)
- $D_i$  = diámetro interno (mm)
- $e_{\text{ref}}$  = espesor aislante de referencia
- $\lambda$  = conductividad térmica de lana de vidrio (0,033 W/mK)
- $\lambda_{\text{ref}}$  = conductividad térmica de referencia (0,04 W/mK)

Dando los siguientes espesores de aislante:

- **Tubería 1 (diámetro 32mm) = 34 mm**
- **Tubería 2 (diámetro 25mm) = 34 mm**

Cabe destacar que al espesor que dé hay que sumarle 10mm ya que va a estar en el exterior y otros 5mm por funcionamiento continuo del sistema.

Por último, falta conocer cuantos metros de tuberías serán necesarios para cada tipo. Para esto se seguirá el siguiente plano de la instalación midiendo los tramos establecidos entre intercambiador y captador y sumándoselos al tipo de tubería necesaria, esto se realizará mediante el uso de la Figura 43.

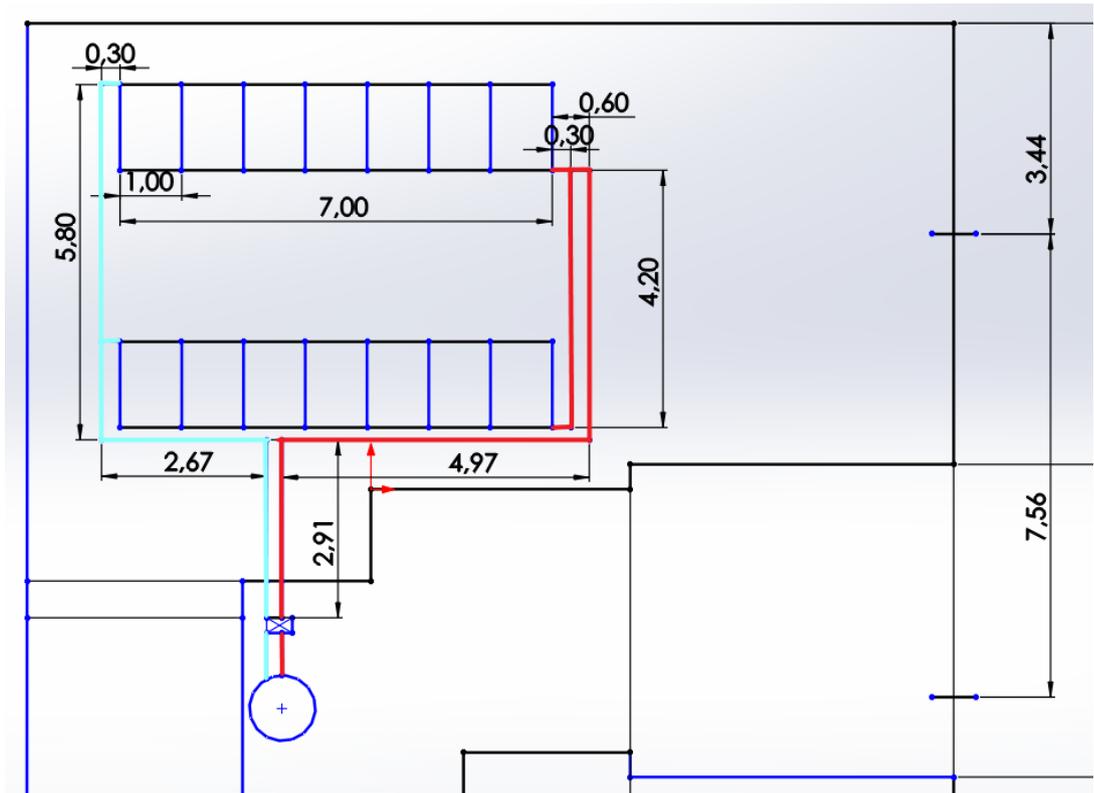


Figura 43: Plano con dimensiones de las tuberías circuito primario

Tramos de agua fría (azul):

- Tubería 1 =  $2,91 + 2,67 + 1,6 = 7,18$  m
- Tubería 2 =  $0,30 \cdot 2 + 4,20 = 4,8$  m

Tramo agua caliente de los colectores (rojo):

- Tubería 1 =  $0,3 + 4,4 + 4,97 + 2,91 = 12,58$  m
- Tubería 2 =  $0,30 \cdot 2 + 4,20 = 4,8$  m

Con todo esto el sistema de tuberías primario quedaría como se muestra en la Tabla 19 y 20:

Tabla 19: Características de la tubería 1, circuito primario

Tubería 1		
Material	Cobre	
Longitud total	19,76	m
Diámetro interior (nominal)	32,00	mm
Diámetro exterior	35,00	mm
Pérdidas de carga	19,38	mmca/m
Espesor aislante referencia	25,00	mm
Espesor aislante lana de vidrio	34,00	mm
Velocidad del fluido	0,67	m/s

Tabla 20: Características de la tubería 2, circuito primario

Tubería 2		
Material	Cobre	
Longitud total	9,6	m
Diámetro interior (nominal)	25,00	mm
Diámetro exterior	28,00	mm
Pérdidas de carga	20,52	mmca/m
Espesor aislante referencia	25,00	mm
Espesor aislante lana de vidrio	34,00	mm
Velocidad del fluido	0,55	m/s

## 10.2 Accesorios

Para determinar los accesorios que serán necesarios en la instalación, se hará uso del plano utilizado en el apartado de tuberías. Mediante el uso de ese plano, se establece los siguientes accesorios:

- 5 codos de 90º para la tubería de 32mm
- 1 codo en T para la tubería de 32mm
- 2 codos de 90º para la tubería de 25mm
- 1 codo en T para la tubería de 25mm

Estos accesorios también tendrán unas pérdidas asociadas, que se calcularán mediante el uso de las longitudes equivalentes, especificadas en la Tabla 21:

Tabla 21: Longitudes equivalentes de los accesorios. (Fuente: UNE 149201:2017)

LONGITUDES EQUIVALENTES (m) DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE ALGUNOS ACCESORIOS DE LAS CONDUCCIONES		Diámetros nominales de las tuberías									
Clase de accesorio		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100
Curva de 90º		0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
Codo de 90º		0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
Reducción		0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
T divergente		0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
T directa con derivación		0,18	0,24	0,29	0,36	0,47	0,62	0,80	0,91	0,94	1,03
T derivación ramal		1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
Válvula de bola		0,18	0,24	0,29	0,36	0,47	0,62	0,80	0,91	0,94	1,03
Llaves y válvulas de paso y cierre		0,57	0,76	0,82	0,84	0,94	1,43	1,60	1,82	1,88	2,06

Longitud equivalente para tubería de 32mm = 5\*1,01 + 0,47 = 5,52 m

Longitud equivalente para tubería de 25mm = 2\*0,76 + 0,40 = 1,92 m

Una vez obtenidas las longitudes equivalentes, solo hará falta multiplicarlas por las pérdidas de cada tubería. Una vez hecho esto además de le añadirá un 30% de su valor en concepto de otros elementos como puedes ser válvulas, llaves, disipadores o elementos varios.

Pérdidas de carga accesorios =  $(5,52 \cdot 19,38 + 1,92 \cdot 20,52) \cdot 1,3 = \mathbf{189,98}$   
**mm.c.a**

### 10.3 Bomba de circulación

Para seleccionar la bomba que más se adecue a las necesidades de la instalación, es necesario saber dos cosas, el caudal y las pérdidas de carga totales de la instalación. El caudal se sabe que son 1953 L/h y las pérdidas serán la suma de todas las pérdidas que se han ido calculando para los componentes, mostradas en la Tabla 22.

Pérdidas de tuberías =  $19,76 \cdot 19,38 + 9,6 \cdot 20,52 = 580$  mm.c.a

*Tabla 22: Pérdidas de carga totales de la instalación en el circuito primario*

Pérdidas de la instalación		
Pérdidas de tuberías	0,580	mca
Pérdidas de accesorios	0,190	mca
Pérdidas de intercambiador de calor	2,8	mca
Pérdidas por captador	27	mmca
Pérdidas totales de captador	0,378	mca
Pérdidas de carga totales	3,95	mca

Con estos dos datos se busca y con la ayuda de la aplicación de Grundfos de busca una bomba de circulación adecuada para la instalación. De todas las opciones se selecciona la bomba de ALPHA1 L 15-65-130 debido a su buen precio, siendo su aspecto el de la Figura 45. Además, al tratarse de una instalación de menos de 50 m<sup>2</sup> solo necesitará una bomba para el circuito.



**BOMBAS CIRCULADORAS**

**ALPHA1 L 15-65 130**

Número de producto 99165123

Figura 44: Bomba ALPHA1 L 15-65 130. (Fuente: Grundfos)

**RENDIMIENTO**

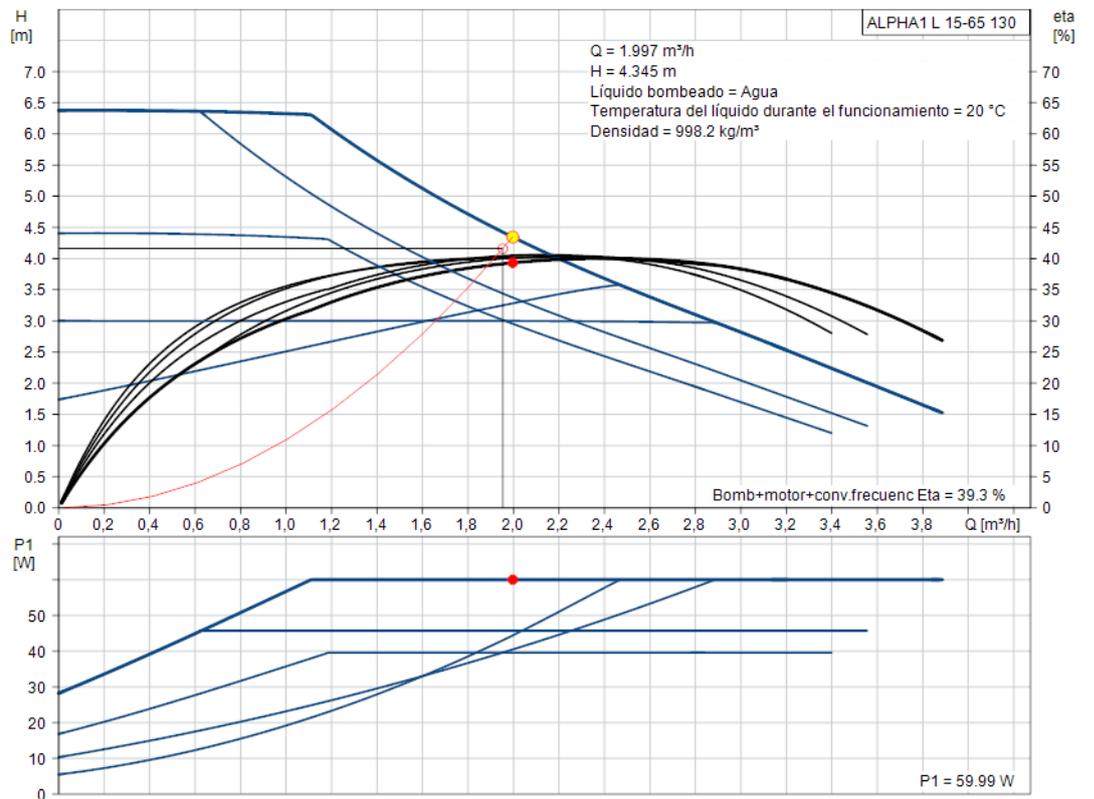


Figura 45: Curvas bomba ALPHA1 L 15-65 130. (Fuente: Grundfos)

## 10.4 Vaso de expansión

Para calcular el vaso de expansión se hará uso de la norma UNE 100-155, que establece la fórmula de la Figura 47 para el cálculo del volumen del vaso.

$$V_t = (V \cdot C_e + 1.1 \cdot V_{vap}) \cdot C_{pre}$$

Figura 46: Ecuación cálculo volumen del vaso de expansión. (Fuente: UNE 100-155)

- V = contenido total del fluido del circuito (L)
- C<sub>e</sub> = coeficiente de expansión o dilatación del fluido
- C<sub>pre</sub> = Coeficiente de presión
- V<sub>vap</sub> = Volumen contenido entre captadores y tuberías de conexión

Antes de aplicar la fórmula se calcula los componentes necesarios de esta, comenzando por el volumen total del fluido, obtenido en la Tabla 23:

Tabla 23: Cálculo del volumen total del fluido

Elementos de la instalación	Longitud (m)	Diámetro (m)	Volumen tubo (L/m)	Volumen total (L)
Tubería 1	19,76	32	0,86	16,99
Tubería 2	9,6	25	0,53	5,09
Volumen total captadores				19,6
Volumen total intercambiador				2,4
Volumen total				44,08

El coeficiente de expansión se calculará mediante las siguientes formulas, en la que la T será la temperatura máxima admisible por el captador y la G el porcentaje de propilenglicol que se encuentra en el fluido:

$$C_e = (3,24 * T^2 + 102,13 * T - 2708,3) * 10^{-6} * a * (1,8 * T + 32)^b$$

$$a = -0,0134 * (G^2 - 143,8 * G + 1918,2)$$

$$b = 3,5 * 10^{-4} * (G^2 - 94,57 * G + 500)$$

Tabla 24: Cálculo del coeficiente de expansión

Volumen del captador	1,4	L
Temperatura máx estancamiento	163,8	°C
Porcentaje propiglecol	29	%
Factor a	18,91	
Factor b	-0,49	
Coeficiente de expansión	0,112	

El volumen contenido entre tuberías y captadores consistirá simplemente en multiplicar por 1,1 el volumen total de captadores

$$V_{\text{vap}} = 19,6 * 1,1 = 21,56$$

Por último, el coeficiente de presión se calculará mediante las presiones mínimas y máximas, siendo su valor el mostrado en la Tabla 25:

$$P \text{ estática} = h \text{ (altura max en m)} * 0,1$$

$$P \text{ mínima} = 0,5 + P \text{ estática}$$

$$P \text{ máxima} = P \text{ vs} - 0,1 * P \text{ tarado}$$

$$\text{Coeficiente de presión} = \frac{P \text{ máxima} + 1}{P \text{ máxima} - P \text{ mínima}}$$

Tabla 25: Cálculo del coeficiente de presión

P estática	0,3	bar
P mínima	0,8	bar
P máxima	2,7	bar
C presión	1,95	

Una vez calculados todos los parámetros, se puede calcular el volumen del vaso de expansión Tabla 26 y con este, seleccionar un vaso de expansión adecuado para la instalación. El vaso de expansión seleccionado es el 80 SMR-P de Salvador Escoda, mostrado en la Figura 48.

Tabla 26: Cálculo del volumen total del vaso de expansión

Volumen vaso		
Volumen contenido fluido	44,08	L
Coeficiente de expansion	0,112	
Coeficiente de presión	1,947	
V <sub>vap</sub>	21,56	L
Volumen total vaso	55,76	L

### 4.3.3. Vasos de expansión para energía solar

#### IT 1.3.4.2.4

Los circuitos cerrados de agua o soluciones acuosas estarán equipadas con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

Código	Artículo	Capacidad l	Presión máx. bar	Dimensiones D x H	Conex. de agua Ø	Precarga bar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura máxima: 130°C</li> <li>• Precarga: 2,5 bar</li> <li>• Apto para el uso hasta 50% anticongelante</li> </ul>						
<b>MEMBRANA FIJA</b>						
SO 09 021	5 SMF	5	10	200x240	3/4"	2,5
SO 09 022	8 SMF	8	10	200x335	3/4"	2,5
SO 09 023	12 SMF	12	10	270x304	3/4"	2,5
SO 09 024	18 SMF	18	10	270x405	3/4"	2,5
SO 09 025	24 SMF	24	8	320x425	3/4"	2,5
<b>MEMBRANA INTERCAMBIABLE</b>						
SO 09 026	35 SMR-P	35	10	360x615	1"	2,5
SO 09 027	50 SMR-P	50	10	360x750	1"	2,5
SO 09 028	80 SMR-P	80	10	450x750	1"	2,5
SO 09 029	100 SMR-P	100	10	450x850	1"	2,5
SO 09 030	220 SMR	200	10	485x1400	1-1/2"	2,5
SO 09 031	350 SMR	300	10	485x1965	1-1/2"	2,5
SO 09 032	500 SMR	500	10	600x2065	1-1/2"	2,5
SO 09 033	700 SMR	700	10	700x2215	1-1/2"	2,5

#### Cálculo del vaso de expansión:

El vaso de expansión de una instalación térmica será siempre cerrado, tiene la función de absorber las variaciones de volumen del fluido calor-transporte, contenido en el circuito solar, al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa de fluido.

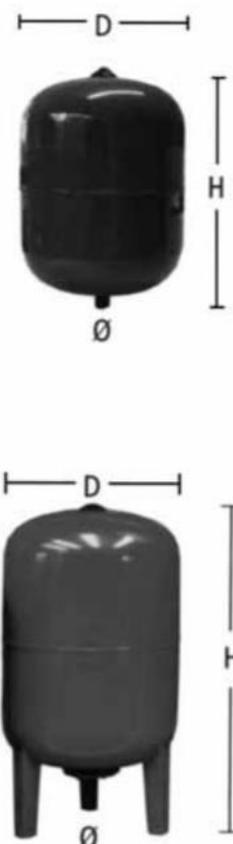


Figura 47: Características del vaso de expansión 80 SMP-P. (Fuente: PVP Salvador Escoda)

## 10.5 Purgador

Para evitar la acumulación de aire dentro del circuito se usarán los purgadores, evitando así que este aire se acumule y produzca problemas en la circulación del fluido. Siendo esta su función, los purgadores se colocarán en las cotas más altas de la instalación que serán las salidas de cada batería de captadores. Además de estos, también se colocarán en otros puntos de la instalación sensibles a poder tener concentraciones de aire como medida de prevención. Los purgadores que se instalarán serán como los mostrados en la Figura 49.



Figura 48: Purgador. (Fuente: Tucaentadoreconomico)

## 10.6 Válvulas

Para controlar y asegurar el correcto movimiento del fluido en la instalación se hará uso de las siguientes válvulas:

- **Válvula de corte:** Se colocarán estas tanto a la entrada como a la salida de cada componente de la instalación. Su función será cortar el agua en el tramo en el que sea necesario para poder llevar a cabo reparaciones o la sustitución de alguno de los componentes de una manera fácil.
- **Válvulas de seguridad:** Estas serán válvulas de resorte cuya finalidad es proteger la instalación de excesos de presión que puedan resultar peligrosos
- **Válvulas antirretornos:** Estas serán de disco y se colocara a la salida del acumulador. Su finalidad será evitar que el fluido vuelva al acumulador en caso de que su temperatura sea demasiado elevada.

## 11. Circuito hidráulico secundario

El circuito hidráulico secundario será el circuito que transporte el agua fría de red del acumulador al intercambiador y que retorne el agua caliente del intercambiador al acumulador.

## 11.1 Tuberías

El dimensionado de las tuberías del circuito secundario será más fácil. Esto es debido a que ambos tramos del circuito cuentan con el mismo caudal, siendo este el máximo de la instalación y causando que solo exista un tipo de tubería. Al ser su caudal 1953 L/h las características serán las mismas que las de la tubería 1 en el circuito hidráulico primario, ya que los cálculos se realizan de la misma manera.

Sin embargo, cabe destacar que las pérdidas de carga sufrirán un cambio ya que la temperatura cambiará al ser de 80°C en el acumulador. Esta variación en la temperatura se produce para evitar problemas con la *Legionella*, como indica la normativa, y por lo tanto su factor de corrección pasa a ser de  $F = 0,92$

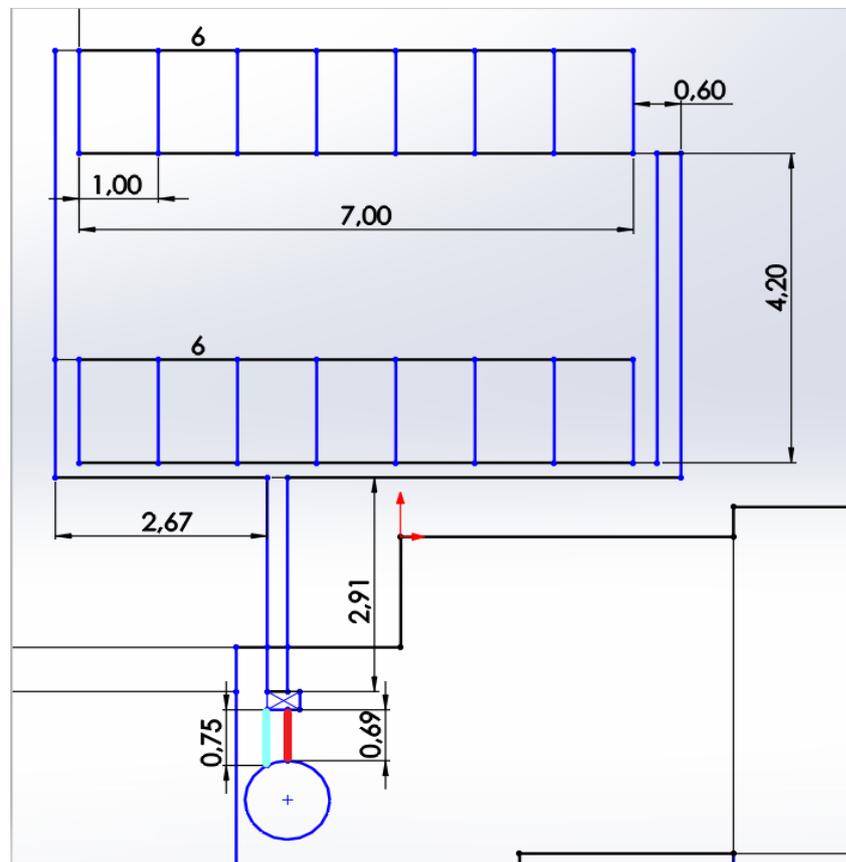


Figura 49: Plano con dimensiones de tuberías para el circuito secundario

Tabla 27: Características de la tubería del circuito secundario

<b>Tubería 1</b>		
Material	Cobre	
Longitud total	1,44	m
Diámetro interior (nominal)	32,00	mm
Diámetro exterior	35,00	mm
Pérdidas de carga	18,77	mmca/m
Espesor aislante referencia	25,00	mm
Espesor aislante lana de vidrio	34,00	mm
Velocidad del fluido	0,67	m/s

## 11.2 Bomba de circulación

El cálculo para seleccionar la bomba adecuada será igual que el circuito hidráulico principal. Para poder seleccionar una bomba será necesario conocer las pérdidas de carga totales del tramo Tabla 28, ya que el caudal sigue siendo el mismo que antes.

Tabla 28: Pérdidas de carga totales del circuito secundario

<b>Pérdidas de la instalación</b>		
Pérdidas de tuberías	0,027	mca
Pérdidas accesorios (30% tuberías)	0,008	mca
Pérdidas del intercambiador del calor	2,8	mca
<b>Pérdidas de carga totales</b>	<b>2,835</b>	<b>mca</b>

Ahora con las pérdidas de carga totales y el caudal 1953 L/h, se buscan opciones y se selecciona la bomba ALPHA1 L 25-60 180, cuyo aspecto se muestra en la Figura 51.

## ALPHA1 L 25-60 180



Product No.: 99160584

Figura 50: Bomba ALPHA1 L 25-60 180. (Fuente: Grundfos)

### RENDIMIENTO

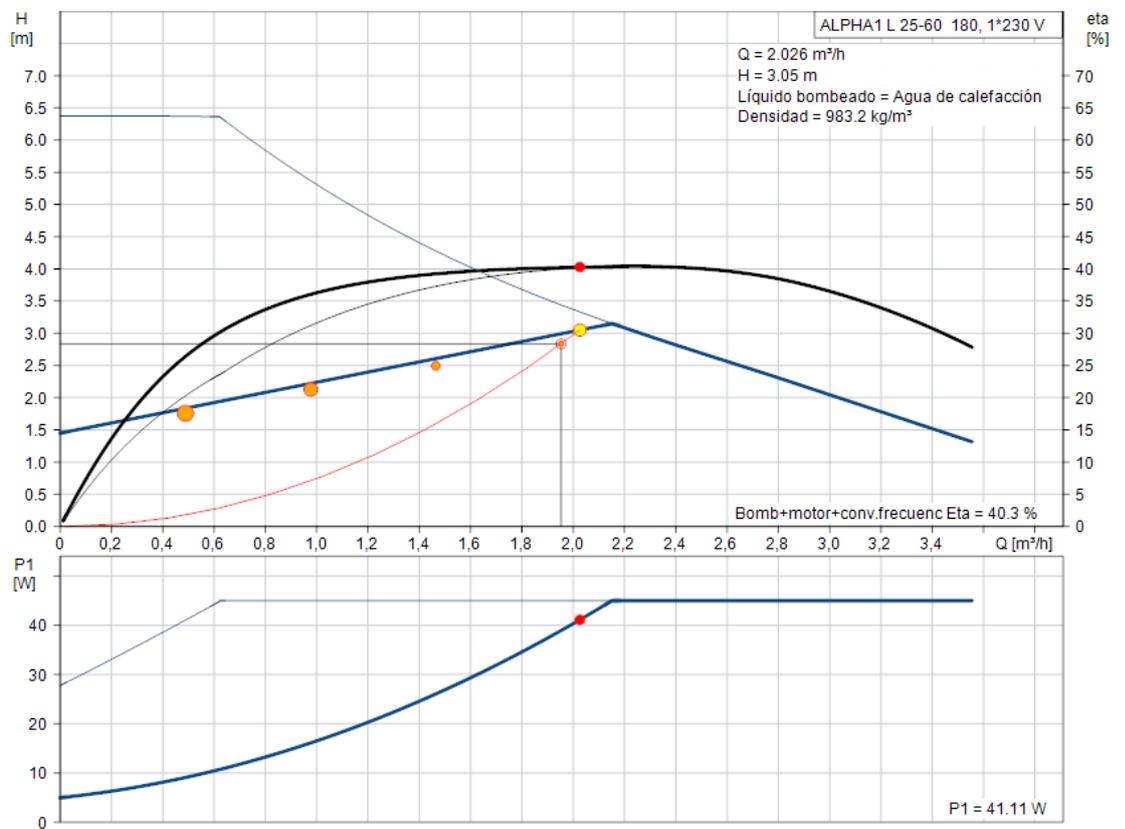


Figura 51: Curvas bomba ALPHA1 L 25-60 180. (Fuente: Grundfos)

### 11.3 Vaso de expansión

El cálculo del vaso de expansión se hará de la misma manera que en el circuito primario, aunque con algunas variaciones en sus parámetros de cálculo Figura 53:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_{pre}$$

Figura 52: Ecuación vaso de expansión circuito secundario. (Fuente: Asignatura energía solar fototérmica)

- V = volumen total del fluido en el circuito
- C<sub>e</sub> = Coeficiente de expansión o dilatación fluido
- C<sub>pre</sub> = Coeficiente de presión

El volumen total del circuito será el obtenido en la Tabla 29:

Tabla 29: Cálculo del volumen total del circuito secundario

Elementos de la instalación	Longitud (m)	Diámetro (m)	Volumen tubo (L/m)	Volumen total (L)
Tubería 1	1,44	32	0,86	1,24
Volumen total acumulador				2000
Volumen total intercambiador				2,4
Volumen total				2003,64

En el caso del coeficiente de expansión, la temperatura para su cálculo sera de 80°C como se ha comentado anteriormente para prevenir la *Legionella*, siendo su valor el mostrado en la Tabla 30:

Tabla 30: Cálculo del coeficiente de expansión

Temperatura máx estancamiento	80	°C
Porcentaje propiglecol	29	%
Factor a	18,91	
Factor b	-0,49	
Coeficiente de expansión	0,039	

Por último, se calcula el coeficiente de presión, siendo la presión máxima en la válvula donde se encuentra el vaso y la mínima al llenar el acumulador:

Tabla 31: Cálculo del coeficiente de presión

P mínima	1,5	bar
P máxima	2,5	bar
C presión	3,50	

Con todo esto se calcula el volumen total del vaso Tabla 32 y se selecciona el vaso 350 SMR de Salvador Escoda, mostrado en la Figura 54:

Tabla 32: Cálculo del volumen total del vaso de expansión

Volumen vaso		
Volumen contenido fluido	2003,64	L
Coefficiente de expansión	0,039	
Coefficiente de presión	3,50	
Volumen total vaso	274,97	L

#### 4.3.3. Vasos de expansión para energía solar

##### IT 1.3.4.2.4

Los circuitos cerrados de agua o soluciones acuosas estarán equipadas con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permita absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

Código	Artículo	Capacidad l	Presión máx. bar	Dimensiones D x H	Conex. de agua Ø	Precarga bar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura máxima: 130°C</li> <li>• Precarga: 2,5 bar</li> <li>• Apto para el uso hasta 50% anticongelante</li> </ul>						
<b>MEMBRANA FIJA</b>						
SO 09 021	5 SMF	5	10	200x240	3/4"	2,5
SO 09 022	8 SMF	8	10	200x335	3/4"	2,5
SO 09 023	12 SMF	12	10	270x304	3/4"	2,5
SO 09 024	18 SMF	18	10	270x405	3/4"	2,5
SO 09 025	24 SMF	24	8	320x425	3/4"	2,5
<b>MEMBRANA INTERCAMBIABLE</b>						
SO 09 026	35 SMR-P	35	10	360x615	1"	2,5
SO 09 027	50 SMR-P	50	10	360x750	1"	2,5
SO 09 028	80 SMR-P	80	10	450x750	1"	2,5
SO 09 029	100 SMR-P	100	10	450x850	1"	2,5
SO 09 030	220 SMR	200	10	485x1400	1-1/2"	2,5
SO 09 031	350 SMR	300	10	485x1965	1-1/2"	2,5
SO 09 032	500 SMR	500	10	600x2065	1-1/2"	2,5
SO 09 033	700 SMR	700	10	700x2215	1-1/2"	2,5

##### Cálculo del vaso de expansión:

El vaso de expansión de una instalación térmica será siempre cerrado, tiene la función de absorber las variaciones de volumen del fluido calor-transporte, contenido en el circuito solar, al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la masa de fluido.

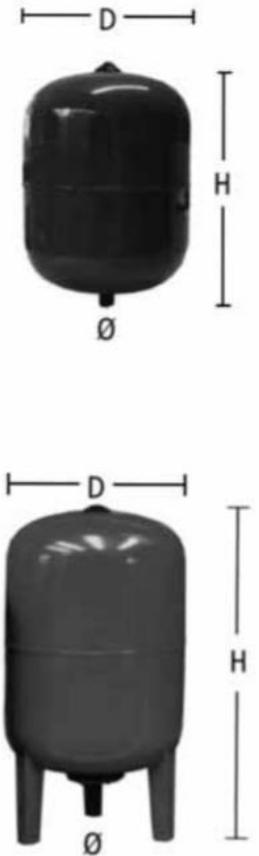


Figura 53: Características del vaso de expansión 350 SMR. (Fuente: PVP Salvador Escoda)

## 12. Sistema de apoyo

Será esencial contar con un sistema de apoyo en la instalación, ya que este asegura poder satisfacer la demanda de ACS cuando la instalación no pueda satisfacerla por causas como aumento de la demanda u otras como días de escasa radiación.

Como se ha podido observar en el esquema de la instalación, los sistemas de apoyo serán individuales para cada una de las 21 viviendas consistiendo estos en una caldera de gas natural que irá conectada al intercambiador de cada vivienda. Al ser su uso más puntual y no principal como en las calderas normales de las viviendas, bastará con una caldera de gas de la marca GILS de 12 litros y 24kW de potencia, como la mostrada en la Figura 55.



Figura 54: Caldera GILS. (Fuente: Leroy Merlin)

Características de la caldera GILS:

- Caudal de agua: 12 L/min
- Potencia: 24 kW
- Tipo de gas: Gas natural
- Alto: 57 cm
- Ancho: 34,4 cm

### 13. Sistema de control

El sistema de control tendrá como finalidad el correcto funcionamiento de la instalación en todo momento. Este control en la instalación se realizará mediante distintas medidas de seguridad y de regulación.

Como forma de evitar cambios de estado en el fluido de la instalación, se empleará una mezcla de agua y anticongelante, como se especifica en la selección de este.

En la instalación se hará uso de sondas de temperatura, que se colocaran en la salida de los captadores y en la parte de abajo del acumulador. Siendo estos dos los puntos más calientes y fríos de la instalación, cuya finalidad será la de regir el funcionamiento de la bomba, desconectándola cuando la diferencia entre estas dos temperaturas sea casi nula.

Otro elemento importante en la instalación y su seguridad serán los disipadores de calor. Estos se pondrán en funcionamiento cuando haya un sobrecalentamiento en el circuito, disipando este exceso de calor y por consiguiente protegiendo los elementos del circuito.

Por último, será importante implementar un sistema en contra de la *Legionella*. Siendo esta una bacteria que se puede dar en agua caliente que se encuentra estancada, como puede ser la almacenada en el acumulador.

El sistema seguido para evitar esta bacteria será el marcado por la normativa, que consiste en incrementar la temperatura del acumulador hasta los 70°C. El acumulador necesitará estar a esta temperatura por un periodo mínimo de 2 horas. Este proceso deberá repetirse periódicamente para asegurar que la instalación está libre de la bacteria. Cabe destacar que durante este proceso la producción solar será menor y el trabajo de calentamiento recaerá en mayor medida sobre las calderas.

DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACION  
SOLAR DE ACS EN VALENCIA

# 3. PLIEGO DE CONDICIONES

## Índice

3. Pliego de condiciones .....	74
3.1 Definición y alcance del pliego .....	77
3.2 Normas de carácter general .....	77
3.3 Normativa para la selección de los componentes .....	77
3.3.1 Captadores solares .....	78
3.3.2 Acumuladores.....	78
3.3.3 Intercambiadores de calor .....	79
3.3.4 Bombas de circulación .....	79
3.3.5 Tuberías .....	79
3.3.6 Válvulas.....	79
3.3.7 Vasos de expansión .....	80
3.3.8 Purgadores.....	80
3.3.9 Sistema de llenado.....	80
3.3.10 Sistema de control .....	80
3.4 Protecciones .....	81
3.4.1 Protección contra heladas .....	81
3.4.2 Protección contra sobrecalentamientos .....	81
3.4.3 Protección contra quemaduras.....	81
3.4.4 Resistencia a presión .....	81
3.5 Componentes de la instalación .....	82
3.5.1 Acumulador de agua: IMVV 2000 RB .....	82
3.5.2 Captador solar: ESCOSOL FMAX 2.0 .....	82
3.5.3 Intercambiador de calor .....	82
3.5.4 Bomba de circulación.....	83
3.5.5 Vaso de expansión .....	83
3.5.6 Tuberías .....	84
3.6 Condiciones facultativas.....	84
3.6.1 Obligaciones y derechos del contratista .....	84
3.6.2 Controles de Calidad y Ensayos .....	85
3.6.3 Trabajos defectuosos y modificaciones .....	85
3.6.4 Recepción de la instalación.....	86

3.6.5 Garantía .....	86
3.6.6 Recepción definitiva .....	86
3.7 Condiciones económicas .....	86
3.7.1 La fianza .....	86
3.7.2 Composición de precios .....	87
3.7.3 Penalizaciones .....	87
3.7.4 Forma de pago .....	87
3.8 Condiciones de ejecución .....	87
3.9 Mantenimiento .....	88

### **3.1 Definición y alcance del pliego**

Este Pliego de Condiciones Técnicas comprende las características que se deberán cumplir a lo largo de la colocación y ejecución de la instalación, así como de otros accesorios u obras que sean necesarias para ejecutarlo.

El proyecto contará con los siguientes documentos:

- Documento nº1: Memoria
- Documento nº2: Anexo – Cálculos de la instalación
- Documento nº3: Pliego de Condiciones
- Documento nº4: Bibliografía
- Documento nº5: Presupuesto
- Documento nº6: Planos

### **3.2 Normas de carácter general**

Para garantizar el correcto funcionamiento, así como la seguridad en la instalación, es necesario cumplir con la normativa. De esta manera se puede asegurar que la instalación está dentro del marco legal y que, por lo tanto, se puede llevar a cabo. Las condiciones generales que deberá seguir la instalación según el CTE son las siguientes:

- El objetivo básico del sistema solar es dar a los usuarios una instalación segura, que optimice el ahorro de energía y sea duradera.
- En las instalaciones se contará con un circuito primario y uno secundario que sean independientes. Implantando en el fluido la mezcla de anticongelante necesario para evitar la congelación.
- Las instalaciones con más de 10 m<sup>2</sup> de superficie de captación en el circuito primario se considerarán instalaciones de circulación forzada.
- Si la instalación alcanza una temperatura de 60°C o más, no se podrá hacer uso de componentes hechos con acero galvanizado.
- La instalación debe contar con las protecciones adecuadas contra descargas eléctricas, marcadas por el reglamento que se encuentre vigente.
- En la instalación se hará uso de manguitos electrolíticos entre elementos de distintos materiales.

### **3.3 Normativa para la selección de los componentes**

Una vez presentadas las normas de carácter general que la instalación tiene que seguir. Se exponen todas las medidas implementadas en los elementos de la instalación, para que estos cumplan con la legislación vigente y sean aptos para funcionar.

### **3.3.1 Captadores solares**

Los captadores seleccionados se montarán siguiendo las especificaciones y recomendaciones del fabricante en todo momento.

Todos los captadores serán del mismo modelo y especificaciones en cada una de las baterías. Cumpliendo cada batería con la limitación de captadores establecida en el CTE según la zona y forma de conexión, siendo esta en paralelo para todos los captadores de la batería.

Además de esto, cada captador llevará una placa metálica visible con la siguiente información en castellano:

- Nombre y domicilio de la empresa fabricante, así como su logo
- Modelo, tipo de captador y año en que se produjo
- Número de serie de fabricación
- Área total del captador
- Peso del captador en vacío y capacidad en litros del captador
- Presión máxima de servicio

### **3.3.2 Acumuladores**

El acumulador estará recubierto con un material aislante de forma que mantengan el calor.

Al tratarse de un acumulador superior a 750 Litros, este contará con una boca de hombre en la parte inferior del depósito. La boca tendrá un diámetro mínimo de 400 mm y servirá como un acceso rápido al interior del depósito. Además de esto, el acumulador también contará con una placa igual a la de los captadores, añadiéndole las pérdidas de carga.

Por último, el acumulador vendrá equipado de fábrica con los siguientes manguitos:

- Manguitos roscados a la entrada del agua fría y salida del agua caliente
- Manguitos roscados a la entrada y salida del circuito primario
- Manguitos roscados para colocar accesorios, como termómetros
- Manguitos para el vaciado del acumulador

### **3.3.3 Intercambiadores de calor**

El intercambiador centralizado deberá garantizar la eficiencia de los captadores, aun cuando haya un incremento en la temperatura normal de estos. Además, todos los intercambiadores deben de soportar las temperaturas y presiones establecidas por la instalación.

### **3.3.4 Bombas de circulación**

La bomba del circuito primario será compatible con la mezcla de anticongelante que se utilizará en la instalación. Además de esto, la bomba tendrá que poder desairear o purgar la instalación de forma sencilla.

Para calcular el caudal que moverá la bomba se multiplicará el caudal nominal por la superficie total de captación, esto es debido a que la instalación está conectada en paralelo.

### **3.3.5 Tuberías**

Las tuberías tanto del circuito primario como del secundario serán de cobre o acero inoxidable. En las que se encuentren a la intemperie será necesario usar una pintura exterior anticorrosiva. Cabe destacar que mientras el material aguante las temperaturas, para las tuberías de servicio o secundarias se podrá usar también materiales plásticos.

### **3.3.6 Válvulas**

Para la elección de las válvulas a utilizar se seguirá el siguiente criterio:

- Para aislamiento: válvulas de esfera
- Para equilibrado: válvulas de asiento
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho
- Para llenado: válvulas de esfera
- Para purga de aire: válvulas de esfera o macho
- Para seguridad: válvulas de resorte
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta o de clapeta

Las válvulas de seguridad también contarán con la condición añadida, de que deben ser capaces de derivar la potencia, aun cuando exista vapor en la instalación.

### **3.3.7 Vasos de expansión**

Los vasos de expansión estarán dimensionados de manera que, aunque la bomba se detenga, el circuito pueda volver a funcionar cuando esta tenga energía. Además de esto, los vasos de conectarán a las tuberías de manera que usen solo el hueco necesario sin dejar zonas visibles en el aislamiento

### **3.3.8 Purgadores**

Los purgadores de la instalación serán manuales, ya que los automáticos pueden causar un mal funcionamiento al formarse vapor.

### **3.3.9 Sistema de llenado**

Los circuitos de la instalación contarán con un sistema de llenado manual o automático, de forma que se pueda llenar el circuito y mantenerse presurizado. Cabe destacar, que el circuito primario debido a su mezcla con anticongelante no se podrá rellenar con agua de red, siendo necesario un sistema de llenado manual adecuado al fluido.

Por último, no se usarán para el llenado válvulas de llenado automáticas. Esto se debe a que estas pueden fallar y suministrar agua en exceso o dejar entrar aire.

### **3.3.10 Sistema de control**

Para la colocación de los sensores de temperatura será necesario buscar puntos que tengan un buen contacto térmico, dentro de las zonas que se quieran controlar.

Las sondas que se utilizarán serán de inmersión, dando un control más exacto de las temperaturas. Estas sondas, se colocarán en puntos en contra corriente con el fluido y deberán estar correctamente aisladas de las condiciones ambientales.

## **3.4 Protecciones**

En la instalación también se deberán tener en cuenta unas cuantas protecciones para garantizar su correcto funcionamiento.

### **3.4.1 Protección contra heladas**

Todas las piezas que se coloquen en el exterior deberán ser capaces de soportar las temperaturas mínimas de la zona sin que dañen el sistema. El fluido de la instalación tendrá que estar mezclado con la cantidad adecuada de anticongelante para evitar su congelación.

### **3.4.2 Protección contra sobrecalentamientos**

La instalación contará con un sistema de control automático con el fin de evitar el sobrecalentamiento.

Este dispositivo estará programado de manera que evite usar los siguientes mecanismos:

- Las pérdidas del fluido anticongelante.
- El relleno de la instalación directamente con el agua de red.
- El sobrecalentamiento usando una excesiva cantidad de agua de red.

### **3.4.3 Protección contra quemaduras**

La temperatura límite del suministro en las viviendas será de 60°C, en caso de que la temperatura de salida sea mayor se colocará un sistema de mezcla con la toma de red para reducir la temperatura.

### **3.4.4 Resistencia a presión**

La instalación deberá probarse varias veces a una presión 1,5 veces mayor a la máxima. La razón de esto es asegurar que en un momento puntual la instalación podrá soportar una presión excesiva sin causar daños.

### **3.4.5 Prevención contra el fluido inverso**

Para evitar que en la instalación se den flujos inversos y con estos problemas en el funcionamiento, se instalarán diversas válvulas antirretorno a lo largo de la instalación.

## **3.5 Componentes de la instalación**

Además de la normativa empleada la selección y cálculo de los componentes, también será necesario conocer las especificaciones de cada uno de los componentes que entrarán en juego en la instalación.

### **3.5.1 Acumulador de agua: IMVV 2000 RB**

- Altura: 2280 mm
- Diámetro: 1360 mm
- Material: Acero Inoxidable
- Peso: 305 kg
- Capacidad: 2000 Litros
- Temperatura máxima: 90°C
- Presión máxima: 8 bar
- Conexiones: 2 entradas de agua y 2 salidas de agua

### **3.5.2 Captador solar: ESCOSOL FMAX 2.0**

- Dimensiones: 1980mm x 1010mm
- Peso: 36 kg
- Máxima temperatura: 140°C
- Rendimiento: 83%
- Perdidas térmicas A1: 3,36
- Perdidas térmicas A2: 0,013

### **3.5.3 Intercambiador de calor**

Intercambiador centralizado: M3-FG 15H

- Temperatura máxima de trabajo 140°C
- Presión de trabajo: 16 bar
- Caudal máximo: 2,4 m<sup>3</sup>/h
- Material conexiones y placas: Acero inoxidable

Intercambiador por vivienda: CC 08 004 IDS 14-40H

- Temperatura máxima de trabajo: 225°C
- Presión de trabajo: 0 a 30 bar
- Caudal máximo: 3,63 m<sup>3</sup>/h
- Material conexiones y placas: Acero inoxidable

### 3.5.4 Bomba de circulación

Circuito primario: ALPHA1 L 15-65-130

- Material carcasa: Hierro fundido
- Presión máxima de trabajo: 10 bar
- Longitud de puerto a puerto: 130 mm
- Rango de temperatura del líquido: 2 a 95°C
- Temperatura durante funcionamiento: 60°C
- Potencia: 4 a 60 W

Circuito secundario: ALPHA1 L 25-60 180

- Material carcasa: Hierro fundido
- Presión máxima de trabajo: 10 bar
- Longitud de puerto a puerto: 180 mm
- Rango de temperatura del líquido: 2 a 95°C
- Temperatura durante funcionamiento: 60°C
- Potencia: 4 a 45 W

### 3.5.5 Vaso de expansión

Circuito primario: 80 SMR-P

- Volumen: 80 Litros
- Diámetro: 450 mm
- Altura: 750 mm
- Temperatura máxima: 130 °C
- Presión máxima: 10 bar
- Precarga: 2,5 bar
- Anticongelante: máximo uso anticongelante 50%

Circuito secundario:

- Volumen: 300 Litros
- Diámetro: 485 mm
- Altura: 1965 mm
- Temperatura máxima: 130°C
- Presión máxima: 10 bar
- Precarga: 2,5 bar
- Anticongelante: máximo uso anticongelante 50%

### **3.5.6 Tuberías**

Tubería de tipo 1:

- Material: Cobre
- Diámetro interior: 32 mm
- Diámetro exterior: 35 mm
- Espesor aislante: 34 mm
- Aislante: Lana de vidrio
- Longitud total: 22 m más un 15% de margen

Tubería de tipo 2:

- Material: Cobre
- Diámetro interior: 25 mm
- Diámetro exterior: 28 mm
- Espesor aislante: 34 mm
- Aislante: Lana de vidrio
- Longitud total: 10 m más un 15% de margen

## **3.6 Condiciones facultativas**

### **3.6.1 Obligaciones y derechos del contratista**

Serán las obligaciones del contratista:

- Conocer la legislación vigente
- Conocer todas las partes del proyecto
- Cumplir las indicaciones marcadas por el libro de ordenes
- Conseguir los medios necesarios para la realización del proyecto

Serán los derechos del contratista:

- Exigir una copia completa del proyecto
- Que le sean suministrados los materiales y maquinarias por parte de los suministradores en los plazos y condiciones acordadas.
- Recibir soluciones a problemas técnicos que se den en el transcurso de la obra y que no estuviesen contemplados en el proyecto.

### **3.6.2 Controles de Calidad y Ensayos**

Una vez colocados todos los componentes de la instalación se realizarán una serie de pruebas hidráulicas y térmicas, esto se realiza con el fin de garantizar que la instalación funciona y se encuentra en perfecto estado. Los ensayos para realizar son los siguientes:

- Suministrar agua por el circuito con las bombas en funcionamiento para comprobar que no existen fugas en la instalación, que las presiones y temperaturas están dentro de los parámetros, así como que los elementos de seguridad funcionan correctamente.
- Comprobar que todos los accesorios funcionan como es debido y no hay deformaciones ni roturas.
- Se hará una prueba a una temperatura más elevada a la normal del circuito, con esto se comprobará que todos los componentes son aptos y que pueden soportar una temperatura mayor de manera puntual sin dañar el circuito.
- Se comprobarán los certificados de calidad, ahorro energético y seguridad.

### **3.6.3 Trabajos defectuosos y modificaciones**

Durante la realización del proyecto el contratista será el responsable del correcto uso de los componentes especificados, así como de la correcta ejecución de los trabajos. En caso de retrasos o problemas debido a una mala praxis en alguno de los aspectos anteriores, será el contratista el responsable de asumir el coste extra. Además de esto, si durante el proyecto el ingeniero tuviese sospechas de algún vicio oculto podrá solicitar que se realicen ensayos como los expuestos en el punto anterior para comprobar si se está procediendo de la manera adecuada. En caso de que los ensayos muestren algún vicio oculto, el arreglo y los ensayos correrán por cuenta del contratista, además de la responsabilidad legal, en caso contrario el coste de los ensayos deberá ser abonado por el ingeniero o demandante de los ensayos.

### **3.6.4 Recepción de la instalación**

Una vez terminada la instalación se procederá a la inspección final de todos sus componentes con el fin de garantizar que se ha realizado de manera correcta. En caso de que en esta inspección final se observen defectos, se dará un plazo máximo para la corrección de estos, quedando el proyecto abierto hasta que sean solventados. Una vez sean solventados se dará por finalizada la ejecución del proyecto y se entrará en el plazo de garantía.

### **3.6.5 Garantía**

El periodo de garantía se extenderá durante 5 años empezando después de que se finalice la ejecución del proyecto. Durante el periodo de garantía, si se diesen indicios de vicios ocultos, se realizarán los estudios pertinentes para determinar si esto es cierto. En caso de existir el contratista será responsable de su arreglo y coste. Cabe destacar, que el periodo de garantía se mantendrá siempre que no se realice ningún tipo de modificación en la instalación original por medio de personal no autorizado. Durante este periodo se llevará a cabo una retención económica, cuyo valor quedará estipulado en el contrato.

### **3.6.6 Recepción definitiva**

Para llevar a cabo la recepción definitiva de la instalación, 15 días antes de que acabe la garantía se realizara una última inspección. Si la inspección sale favorable se firma la recepción definitiva y se da por finalizado totalmente el proyecto. En caso de que la inspección muestre algún defecto se establece un plazo y se procederá a corregirlos. Una vez reparados los defectos se firma la recepción definitiva y como antes se da por finalizado totalmente el proyecto. Con la firma de la recepción definitiva se abonará la retención que se había llevado a cabo durante el proceso de garantía, descontando de ella los gastos ocasionados en el caso de que hubiese sido necesaria alguna reparación.

## **3.7 Condiciones económicas**

### **3.7.1 La fianza**

La fianza, también llamado garantía, será un 5% del precio total del proyecto. Este porcentaje será depositado por la contrata al inicio de los trabajos.

El objetivo de la fianza será cubrir los siguientes gastos, en caso de producirse:

- Penalización por demora de los trabajos en los tiempos acordados
- Reparaciones de la instalación debido a una mala ejecución del proyecto
- Abandono de las obras por parte del contratista

La fianza será devuelta una vez se apruebe la recepción definitiva de la instalación, descontando de ella los gastos que se hayan producido debido a las causas expuestas anteriormente.

### **3.7.2 Composición de precios**

El precio de todas las partes de la instalación se obtendrá a partir de los precios unitarios. Estos precios saldrán teniendo en cuenta costes directos, indirectos, gastos y el beneficio.

### **3.7.3 Penalizaciones**

La penalización establecida por cada día de retraso, respecto a la fecha establecida de finalización de la obra será de 100€.

### **3.7.4 Forma de pago**

La forma de pago del proyecto quedara estipulada de la siguiente manera:

- 50% al inicio del proyecto
- 45% al finalizar la instalación
- 5% a los 5 años, una vez finalizada la garantía

## **3.8 Condiciones de ejecución**

Para garantizar que la instalación este en las condiciones adecuadas de funcionamiento, es necesario seguir un orden en su colocación:

El primer paso será colocar el acumulador y montar los soportes de los captadores en sus respectivos lugares. A continuación, cuando los soportes estén colocados y con la inclinación adecuada se colocarán los captadores encima. Con los captadores y el acumulador en posición se pasará a colocar el sistema hidráulico de la instalación, conectándolo también a el intercambiador de calor. La conexión de todos los elementos

quedará expuesta de manera más gráfica en un esquema de la instalación que se proporciona en el apartado de planos.

### 3.9 Mantenimiento

El mantenimiento es una parte esencial de la instalación, esto se debe a que un correcto mantenimiento asegura unas condiciones óptimas de funcionamiento y durabilidad en la instalación. Al tratarse de una instalación de más de 20 m<sup>2</sup> de superficie de captación, será necesario hacer una revisión cada 6 meses. A continuación, en las Figuras 56, 57, 58 y 59, se expondrán las operaciones que se han de realizar para cada uno de los componentes de la instalación, así como la frecuencia con la que se han de realizar:

**Tabla 5.2 Plan de mantenimiento. Sistema de captación**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
<b>Captadores</b>	6	IV diferencias sobre original
<b>Cristales</b>	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
<b>Juntas</b>	6	IV condensaciones y suciedad
<b>Absorbedor</b>	6	IV agrietamientos, deformaciones
<b>Carcasa</b>	6	IV corrosión, deformaciones
<b>Conexiones</b>	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
<b>Estructura</b>	6	IV aparición de fugas
<b>Captadores*</b>	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
<b>Captadores*</b>	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
<b>Captadores*</b>	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
<b>Captadores*</b>	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
<b>Captadores*</b>	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

Figura 55: Tabla con el plan de mantenimiento de los captadores. (Fuente: CTE DB HE)

**Tabla 5.3 Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
<b>Depósito</b>	12	Presencia de lodos en fondo
<b>Ánodos sacrificio</b>	12	Comprobación de desgaste
<b>Ánodos de corriente impresa</b>	12	Comprobación del buen funcionamiento
<b>Aislamiento</b>	12	Comprobar que no hay humedad

Figura 56: Tabla con el plan de mantenimiento del sistema de acumulación. (Fuente CTE DB HE)

**Tabla 5.4 Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
<b>Intercambiador de placas</b>	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
<b>Intercambiador de serpentín</b>	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

*Figura 57: Tabla con el plan de mantenimiento del intercambiado. (Fuente: CTE DB HE)*

**Tabla 5.5 Plan de mantenimiento. Sistema de captación**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
<b>Fluido refrigerante</b>	12	Comprobar su densidad y pH
<b>Estanqueidad</b>	24	Efectuar prueba de presión
<b>Aislamiento al exterior</b>	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
<b>Aislamiento al interior</b>	12	IV uniones y ausencia de humedad
<b>Purgador automático</b>	12	CF y limpieza
<b>Purgador manual</b>	6	Vaciar el aire del botellín
<b>Bomba</b>	12	Estanqueidad
<b>Vaso de expansión cerrado</b>	6	Comprobación de la presión
<b>Vaso de expansión abierto</b>	6	Comprobación del nivel
<b>Sistema de llenado</b>	6	CF actuación
<b>Válvula de corte</b>	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
<b>Válvula de seguridad</b>	12	CF actuación

*Figura 58: Tabla de mantenimiento del sistema hidráulico primario de la instalación. (Fuente: CTE DB HE)*

DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACION  
SOLAR DE ACS EN VALENCIA

## 4. BIBLIOGRAFÍA

## Fuentes

- Asignatura energía solar fototérmica
- BOE Reglamento instalaciones en edificios RITE
- CTE: Código Técnico de la Edificación DB HE
- CHEQ4
- CYPE

Fuente	Página Web	Fecha de consulta
Bombas Gasfriocalor especificaciones	<a href="https://www.gasfriocalor.com/bomba-de-circulacion-electronica-grundfos-alpha1-l-25-60-180">https://www.gasfriocalor.com/bomba-de-circulacion-electronica-grundfos-alpha1-l-25-60-180</a>	20/04/2022
Captador de Salvador Escoda	<a href="https://www.acae.es/catalogos/salvador-escoda/fiebdc/SO01090-94-colectores-solar-ESCOSOL-FMAX-ficha-tecnica.pdf">https://www.acae.es/catalogos/salvador-escoda/fiebdc/SO01090-94-colectores-solar-ESCOSOL-FMAX-ficha-tecnica.pdf</a>	20/03/2022
Catálogo de tubería	<a href="http://www.catalogo.sitasa.com/">http://www.catalogo.sitasa.com/</a>	03/03/2022
Catálogo intercambiadores y acumuladores Salvador Escoda	Link abajo	20/02/2022
Catálogo PVP de Salvador Escoda	Link abajo	20/02/2022
Especificaciones componentes acae	<a href="https://www.acae.es/BD/">https://www.acae.es/BD/</a>	20/03/2022
Grundfos	<a href="https://www.grundfos.com/">https://www.grundfos.com/</a>	03/04/2022
Leroy Merlin	<a href="https://www.leroymerlin.es/">https://www.leroymerlin.es/</a>	22/04/2022
Manual de energía solar térmica	<a href="https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-energia-solar-termica">https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-de-energia-solar-termica</a>	17/02/2022

Catálogo intercambiadores y acumuladores Salvador Escoda:

[https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Agua\\_Caliente\\_Sanitaria\\_Tarifa\\_PVP\\_SalvadorEscoda.pdf](https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Agua_Caliente_Sanitaria_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf)

Catálogo PVP de Salvador Escoda:

[https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Energias\\_Renovables\\_Tarifa\\_PVP\\_SalvadorEscoda.pdf](https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Energias_Renovables_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf)

DIMENSIONAMIENTO DE UNA INSTALACION  
SOLAR DE ACS EN VALENCIA

# 5. PRESUPUESTO

## Índice

5. PRESUPUESTO.....	92
5.1 Presupuesto de ejecución material (P.E.M).....	94
5.2 Resumen del P.E.M .....	99
5.3 Costes de mantenimiento .....	100
5.4 Honorarios.....	100
5.5 Presupuesto final.....	100
5.6 Ahorro anual y amortización de la instalación .....	100

## 5.1 Presupuesto de ejecución material (P.E.M)

1.Descompuesto Captador solar	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt38csg005a	Ud	Captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1980x1010x86 mm, superficie útil 1,87 m <sup>2</sup> , rendimiento óptico 0,83 y coeficiente de pérdidas primario 3,36 W/m <sup>2</sup> K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.	14,00	395,00	5530,00
mt38csg006a	Ud	Estructura soporte, para cubierta plana, para varios captadores solares térmicos.	2,00	235,00	470,00
mt38csg040	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	2,00	91,67	183,34
mt38csg120	Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	2,00	72,75	145,50
mt38csg110	Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	2,00	38,80	77,60
mt38csg100	L	Solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.	16,80	4,00	67,20
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	9,81	19,62
mo009	H	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	14	19,42	271,88
mo108	H	Ayudante instalador de captadores solares.	14	17,86	250,04
	%	Medios auxiliares	3,00	7015,18	210,77
	%	Costes indirectos	3,00	7225,64	216,77

			<b>TOTAL</b>	<b>7.442,40</b>
--	--	--	--------------	-----------------

2.Descompuesto Acumulador	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt38csg060v	Ud	Acumulador de acero inoxidable, de suelo, 2000 l, 1360 mm de diámetro y 2280 mm de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio.	1,00	3685,50	3685,50
mt37sve010e	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	4,00	15,25	61,00
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,00	1,45	1,45
mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	2,10	19,42	40,78
mo103	H	Ayudante calefactor.	2,10	17,86	37,51
	%	Medios auxiliares	3,00	3826,24	114,79
	%	Costes indirectos	3,00	3941,02	118,23
			<b>TOTAL</b>		<b>4.059,26</b>

3.Descompuesto Intercambiador	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt38csg310g	Ud	Intercambiador de placas de acero inoxidable AISI 316, potencia 20 kW, presión máxima de trabajo 6 bar y temperatura máxima de 100°C.	1,00	73,00	73,00
mt37sve010d	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	2,00	9,81	19,62
mt37sve010e	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1 1/4".	2,00	15,25	30,50
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	4,00	11,00	44,00
mt42www050	Ud	Termómetro bimetálico, diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, con vaina de 1/2", escala de temperatura de 0 a 120°C.	4,00	21,00	84,00
mt38www011	Ud	Material auxiliar para instalaciones de A.C.S.	1,00	1,45	1,45

mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	1,10	19,42	21,36
mo103	H	Ayudante calefactor.	1,10	17,86	19,65
	%	Medios auxiliares	3,00	293,58	8,81
	%	Costes indirectos	3,00	302,39	9,07
			<b>TOTAL</b>		<b>311,46</b>

4.Descompuesto Bomba de circulación	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt37gru005aa	Ud	Bomba circuladora electrónica, para instalación solar térmica, modelo 98989298 ALPHA SOLAR 15-75 130 "GRUNDFOS", cuerpo de hierro fundido con revestimiento por cataforesis, índice de eficiencia energética EEI 0,2, conexiones G 1", presión máxima 10 bar, de 130 mm de longitud, panel de control del modo de funcionamiento con selección entre 4 velocidades y modo de control externo mediante señal PWM, apta para temperaturas desde 2 hasta 130°C, motor con alimentación monofásica, protección IPX4D y aislamiento clase F.	2,00	625,00	1250,00
mt37gru503a	Ud	Cable de señal PWM para control externo de la bomba, 99165309 "GRUNDFOS".	2,00	26,00	52,00
mt37sve010b	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	4,00	4,13	16,52
mt37www060b	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1/2", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	2,00	4,98	9,96
mt37svr010a	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".	2,00	2,86	5,72
mt37www050a	Ud	Manguito antivibración, de goma, con rosca de 1/2", para una presión máxima de trabajo de 10 bar.	4,00	12,13	48,52
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	2,00	11,00	22,00
mt37tca010ba	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057.	0,70	4,82	3,37

mt35aia090mb	m	Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).	6,00	1,14	6,84
mt35cun040ab	m	Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3.	18,00	0,43	7,74
mo005	H	Oficial 1ª instalador de climatización.	6,00	19,42	116,52
mo104	H	Ayudante instalador de climatización.	6,00	17,86	107,16
	%	Medios auxiliares	3,00	1646,35	49,39
	%	Costes indirectos	3,00	1695,74	50,87
			<b>TOTAL</b>		<b>1.746,62</b>

5.Descompuesto Vaso de expansión primario	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt38vex020g	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 80 l, presión máxima 10 bar.	1,00	156,00	156,00
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	11,00	11,00
mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	1,250	19,42	24,28
mo103	H	Ayudante calefactor.	1,250	17,86	22,33
	%	Medios auxiliares	3,00	213,60	6,41
	%	Costes indirectos	3,00	220,01	6,60
			<b>TOTAL</b>		<b>226,61</b>

6.Descompuesto Vaso de expansión secundario	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt38vex020k	Ud	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 300 l, presión máxima 10 bar.	1,00	448,50	448,50
mt42www040	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar.	1,00	11,00	11,00
mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	1,00	19,42	19,42
mo103	H	Ayudante calefactor.	1,00	17,86	17,86
	%	Medios auxiliares	3,00	496,78	14,90
	%	Costes indirectos	3,00	511,68	15,35
			<b>TOTAL</b>		<b>527,03</b>

7.Descompuesto Tubería 32 mm	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt37tca400f	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 33/35 mm de diámetro.	1,00	0,640	0,64
mt37tca010fe	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 33/35 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	15,40	15,40
mt17coe080db	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	1,00	5,86	5,86
mt17coe120	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	0,575	2,04	1,17
mt17coe130a	kg	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	0,048	24,03	1,15
mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	0,349	19,42	6,78
mo103	H	Ayudante calefactor.	0,349	17,86	6,23
	%	Medios auxiliares	3,00	37,24	1,12
	%	Costes indirectos	3,00	38,35	1,15
	m	Longitud total	22,00		
			<b>TOTAL</b>		<b>869,00</b>

8.Descompuesto Tubería 25 mm	Ud	Descomposición	Rend.	Precio Unitario (€)	Precio Partida (€)
mt37tca400e	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 26/28 mm de diámetro.	1,00	0,49	0,49
mt37tca010ed	m	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,00	11,17	11,17
mt17coe080db	m	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	1,00	5,86	5,86
mt17coe120	kg	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	0,575	2,04	1,17
mt17coe130a	kg	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	0,048	24,03	1,15
mo004	H	Oficial 1ª calefactor.	0,310	19,42	6,02
mo103	H	Ayudante calefactor.	0,310	17,86	5,54
	%	Medios auxiliares	3,00	31,40	0,94
	%	Costes indirectos	3,00	32,35	0,97
	m	Longitud total	10,00		
			<b>TOTAL</b>		<b>333,10</b>

## 5.2 Resumen del P.E.M

Descompuesto	Componente	Precio (€)
1	Captadores solares	7.442,40
2	Acumulador	4.059,26
3	Intercambiador	311,46
4	Bomba de circulación	1.746,62
5	Vaso expansión primario	226,61
6	Vaso expansión secundario	527,03
7	Tubería 32 mm	869,00
8	Tubería 25 mm	333,10
<b>COSTE TOTAL</b>		<b>15.515,48</b>

### 5.3 Costes de mantenimiento

Componente	Mantenimiento 1 año (€)	Mantenimiento 5 años (€)
Captador solar	266,70	1.333,50
Acumulador	85,25	426,25
Intercambiador	6,50	32,50
Bombas de circulación	15,00	75,00
Vasos de expansión	6,00	30,00
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>379,45</b>	<b>1.897,25</b>

### 5.4 Honorarios

Los honorarios se aplicarán como porcentaje respecto al P.E.M. Estos porcentajes corresponderán a un 6% por el proyecto y otro 6% para la dirección de obra.

### 5.5 Presupuesto final

<b>P.E.M</b>	15.515,48 €
13% Gastos generales	2.017,00 €
6% Base imponible	930,92 €
Subtotal	18.463,40 €
21% I.V.A	3.877,31 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>	<b>22.340,71 €</b>
<b>HONORARIOS + I.V.A</b>	
6% Proyecto	931,00 €
6% Dirección de obra	931,00 €
Subtotal	1.862,00 €
21% I.V.A	391,02 €
<b>HONORARIO + I.V.A</b>	<b>2.253,02 €</b>
<b>PRESUPUESTO FINAL</b>	<b>24.593,73 €</b>

### 5.6 Ahorro anual y rentabilidad de la instalación

El ahorro anual de la instalación se calculará mediante la contribución solar de la instalación, el rendimiento de la caldera y el precio de gas contratado.

$$\text{Ahorro} = \frac{\text{Contribución solar}}{\text{Rendimiento caldera}} * \text{Precio del gas}$$

$$\text{Ahorro} = \frac{33936,90}{0,85} * 0,07 = 2.794 \text{ € por año}$$

Siendo el ahorro de la instalación **2.794 €** por año y sabiendo que el presupuesto final es de **24.593,73 €**, la instalación será rentable al cabo de 9 años.

PROYECTO INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOTÉRMICA EDIFICIO DE VIVIENDAS

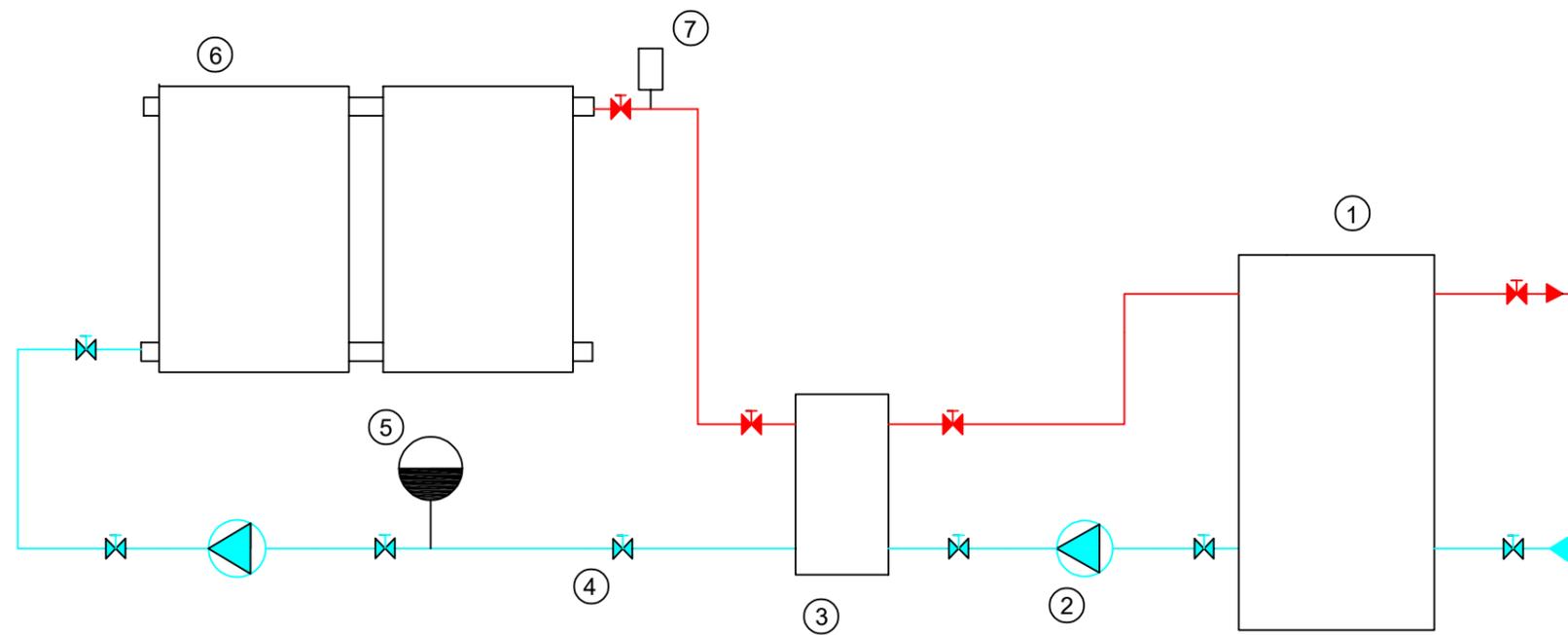
# 6. PLANOS

## Índice

6.1 00 Plano de emplazamiento.....	103
6.2 01 Esquema circuitos instalación.....	104
6.3 02 Plano de distribución azotea.....	105
6.3 03 Esquema de distribución.....	106
6.4 04 Vista 3D captadores y azotea.....	107



<b>PROYECTO:</b> Dimensionamiento de una instalación solar de ACS <b>TITULAR:</b> Manuel Arriola Portilla <b>Emplazamiento:</b> Calle Periodista Llorente nº5, Valencia, Valencia <b>Referencia:</b> 5240701YJ2754A0021AG		<b>Fecha:</b> 30/05/2022
<b>Autor:</b> Manuel Arriola Portilla I.T.I colegiado nº XXXXX		<b>Plano:</b> <b>PLANO DE EMPLAZAMIENTO</b>
		<b>Escala</b> <b>1:1000</b>
		<b>Plano N°</b> <b>00</b>



7	Purgador
6	Captador solar
5	Vaso de expansión
4	Válvula
3	Intercambiador de calor
2	Bomba de circulación
1	Acumulador
Referencia	Componente del circuito

PROYECTO: Dimensionamiento de una instalación solar de ACS

Fecha: 30/05/2022

TITULAR: Manuel Arriola Portilla

Emplazamiento: Calle Periodista Llorente nº5, Valencia, Valencia

Referencia: XXXXX

Escala  
Sin escala

Autor:  
Manuel Arriola Portilla

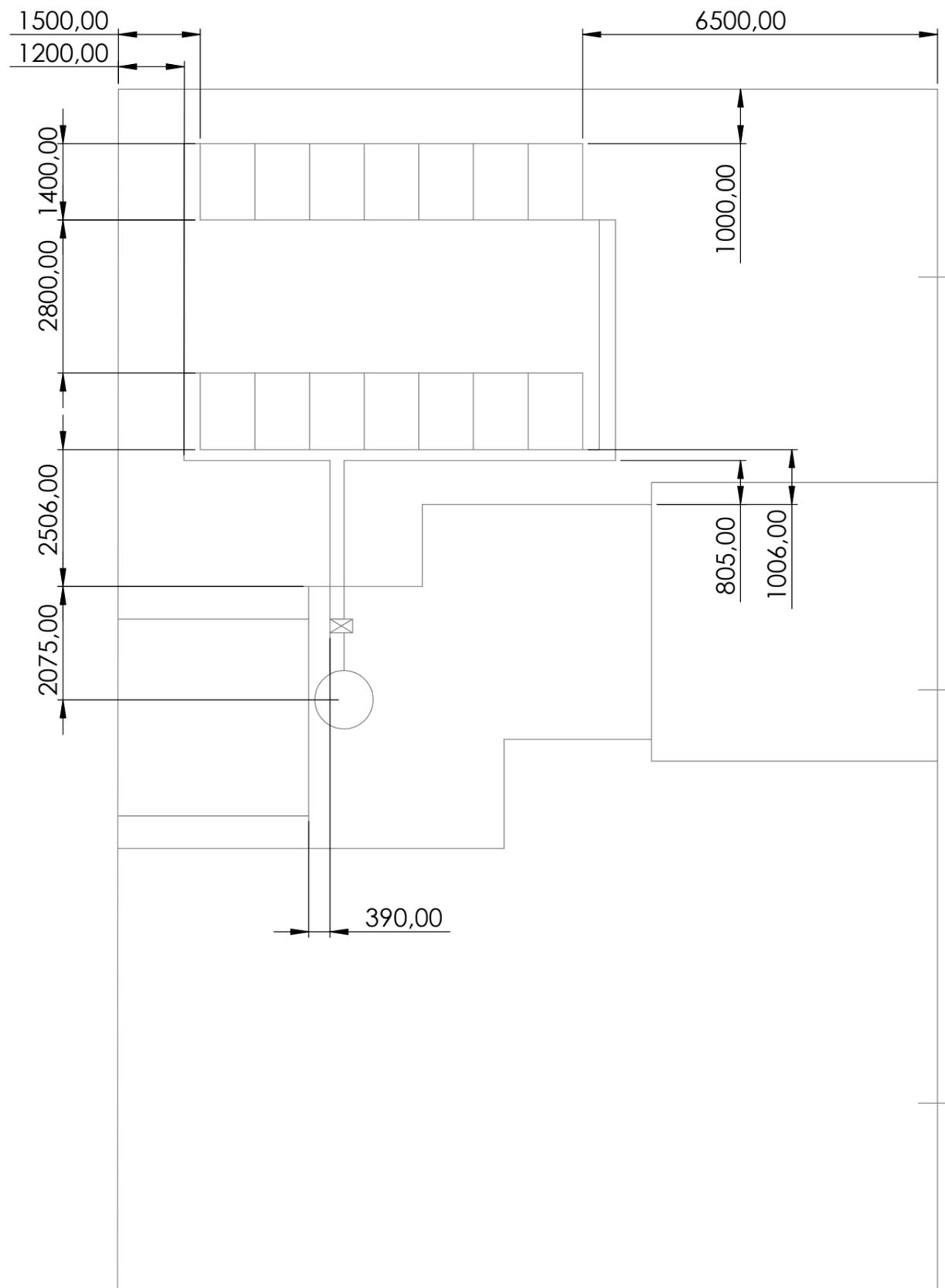
I.T.I colegiado nº XXXXX

Plano:

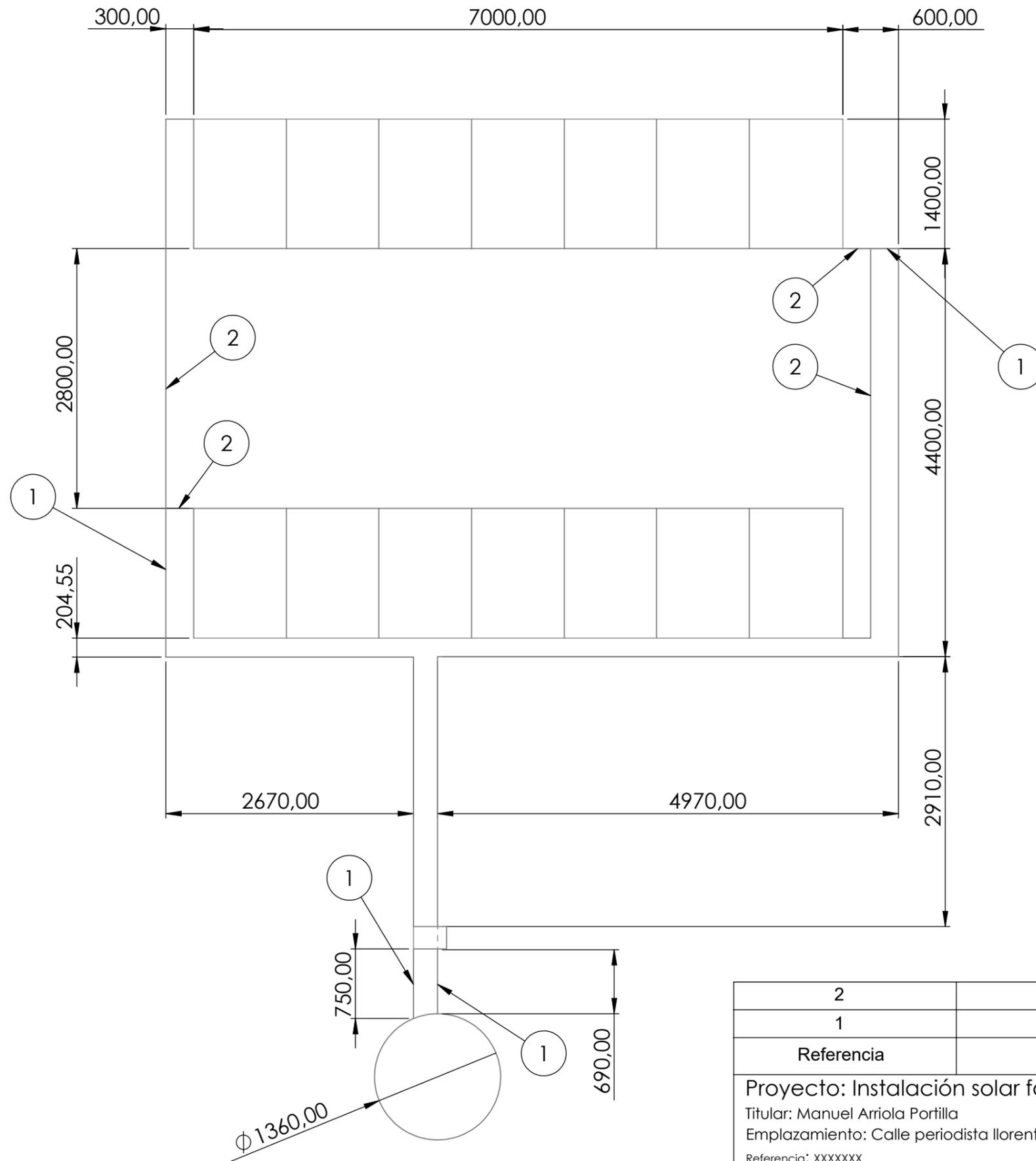
Esquema circuitos instalación

Plano Nª

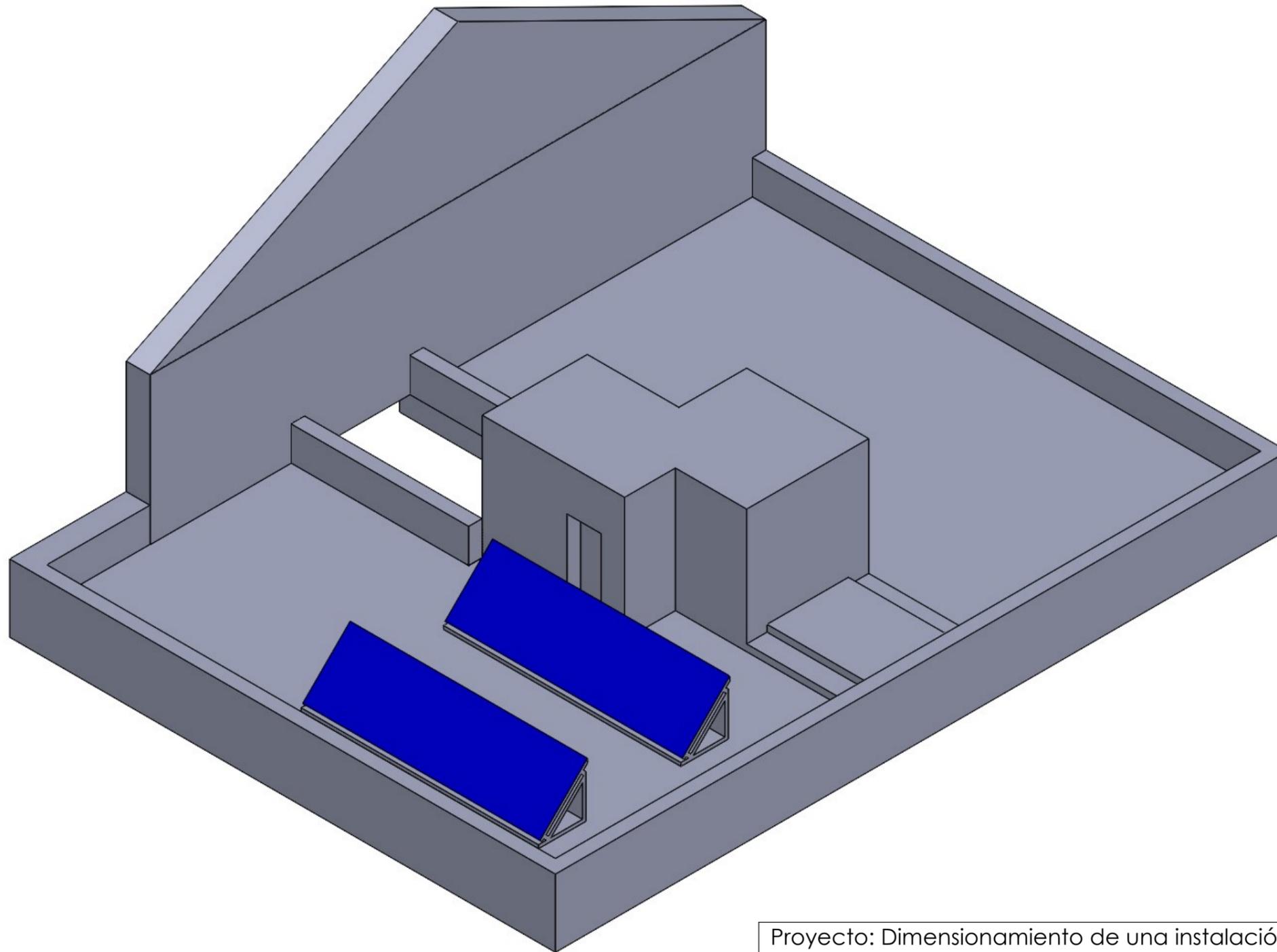
01



Proyecto: Dimensionamiento de una instalación solar de ACS Titular: Manuel Arriola Portilla Emplazamiento: Calle periodista Illorente nº5, Valencia Referencia: XXXXX		Fecha: 30/05/2022
		Escala: <b>1:100</b>
Autor: Manuel Arriola Portilla I.T.I colegiado nº: XXXX	Plano: <b>Plano distribución azotea</b>	Plano Nº <b>02</b>



2	Tubería de 25 mm de diámetro	Cobre
1	Tubería de 32 mm de diámetro	Cobre
Referencia	Componente de la instalación	Material
Proyecto: Instalación solar fototérmica edificio de viviendas Titular: Manuel Arriola Portilla Emplazamiento: Calle periodista llorente nº5, Valencia Referencia: XXXXXXX		Fecha: 30/05/2022  Escala: <b>1:50</b>
Autor: Manuel Arriola Portilla  I.T.I colegiado nº: XXXXXX	Plano: <b>Esquema de distribución</b>	Plano Nº <b>03</b>



Proyecto: Dimensionamiento de una instalación solar de ACS		Fecha: 30/05/2022
Titular: Manuel Arriola Portilla		Escala: 1:10
Emplazamiento: Calle periodista llorente nº5, Valencia		
Referencia: XXXXX		Plano N° <b>04</b>
Autor: Manuel Arriola Portilla	Plano: Vista 3D captadores y azotea	
I.T.I colegiado nº: XXXXX		