

Universidad Miguel Hernández de Elche

**Máster Universitario en Energía Solar y
Renovables**



**Sistema de Captación Solar de A.C.S. para el
parque de bomberos auxiliar de Alicante**

Trabajo de Fin de Máster
Curso Académico 2016/2017

Autor: Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Director: Abraham Ruiz

AGRACEDIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mi familia por su apoyo y preocupación por que este trabajo llegara a su fin, así como a todos mis amigos que me han animado a lo largo de esta última etapa. En el transcurso de estos dos años de trabajo, además de todos los conocimientos adquiridos, me llevo la satisfacción de haber convivido con mis compañeros de trabajo que son unas personas increíbles. Así como a todos los profesores de los que he aprendido muchísimo. Agradecer la dedicación a mi tutor Abraham Ruiz que me ha ido guiando en todos aquellos momentos que he tenido dificultados para avanzar.

*Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Elche, 2017*



RESUMEN

El objetivo de este trabajo es la realización de un proyecto de A.C.S. por medio de captadores solares, para el parque de bomberos Jesús González Soria III situado en Alicante. Dicho parque consta de un sistema de A.C.S. existente a base de una caldera de gasóleo C. Con este proyecto se pretende reducir el costo de consumo de gasóleo C.

En primer lugar se presenta una pequeña introducción de la instalación existente, mostrando los gastos que se producen de gasóleo anuales.

Además se presentara el proyecto con las partes requeridas para solicitar su permiso al ayuntamiento de la localidad.

También se hará un análisis de la viabilidad económica del proyecto de dicho proyecto.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
MEMORIA DESCRIPTIVA.....	18
1. GENERAL.....	22
2. DATOS GENERALES	23
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	26
4. METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	32
5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	48
CÁLCULOS.....	60
1 ESTUDIO ENERGÉTICO.....	63
2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS	64
3 CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.	70
4 CÁLCULO DEL RESTO DE ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN	86
PLIEGO DE CONDICIONES.....	93
4 COMPONENTES.....	114
5 CONDICIONES DE MONTAJE.....	124
6 CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	133
7 CONDICIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN	136
MANTENIMIENTO.....	138
1 DATOS GENERALES.	140
2 CONDICIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO.....	141
3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.	144
GARANTÍAS.....	150
PRESUPUESTO	152
PARTIDA 2. SISTEMA DE VALVULERIA.....	153
PARTIDA 3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	154
PARTIDA 4. SISTEMA DE ACUMULACIÓN.....	154
PARTIDA 5. SISTEMA DE CONTROL.....	155
ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	158
BIBLIOGRAFÍA.....	161
PLANOS	164
ANEXOS	172

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Demanda de referencia a 60° C (CTE HE4)	32
Tabla 2: Consumo A.C.S. del edificio por día.....	33
Tabla 3: Resumen de la instalación	44
Tabla 4: Tabla extraída del RITE (reglamento de instalaciones térmica en edificios)	57
Tabla 5: Temperatura media de ambiente y agua de red.....	63
Tabla 6: Consumo total en litros del edificio por día.....	64
Tabla 7: Perdidas por orientación e inclinación	67
Tabla 8: 5-J Tabla de referencia.....	68
Tabla 9: Salto térmico de temperatura.....	70
Tabla 10: Necesidad energética diaria.....	71
Tabla 11: Radiación por inclinación tabulados por la Agencia Valenciana de la Energía	71
Tabla 12: Intensidad media útil.....	72
Tabla 13: cálculo de "X"	72
Tabla 14: Rendimiento del colector solar	73
Tabla 15: Coeficientes del colector solar	73
Tabla 16: Coeficiente global de pérdidas.....	73
Tabla 17: Energía bruta mensual total.....	74
Tabla 18: Energía neta	74
Tabla 19: Energía neta solar	75
Tabla 20: Déficit energético mensual	76
Tabla 21: Fracción solar	77
Tabla 22 Contribución solar mínima anual para ACS en %	77
Tabla 23: Resumen de resultados método CENOSOLAR	79
Tabla 24: Tabla de localización para cálculo F-Chart	80
Tabla 25: Tabla demanda ACS para cálculo F-Chart	80
Tabla 26: Tabla información sistema de captación para cálculo F-Chart.....	80
Tabla 27: Tabla sistema de intercambiador para cálculo F-Chart.....	81
Tabla 28: Tabla sistema de acumulación para cálculo F-Chart.....	81
Tabla 29: Simulación modelo F-Chart.....	82
Tabla 30: Resumen de resultados modelo curvas F-CHART.....	82
Tabla 31: Resumen de resultados de los diferentes modelos comprobados	85
Tabla 32: Pérdidas límite.....	105
Tabla 33: Potencia eléctrica de la bomba	118
Tabla 34: Plan de vigilancia	145
Tabla 35: Sistema de Captación	146
Tabla 36: Sistema de acumulación	147
Tabla 37: Sistema de Intercambio.....	147
Tabla 38: Circuito Hidráulico.....	148
Tabla 39: Sistema eléctrico de control.....	148
Tabla 40: Sistema de energía auxiliar.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Parque de Bomberos Jaime II	10
Figura 2: Cuarto de Calderas	11
Figura 3: Caldera de gasóleo existente	12
Figura 4: Vaso de expansión circuito primario	13
Figura 5: Bomba circuito primario	13
Figura 6: Acumulador de ACS	14
Figura 7: Bombas circuito secundario	15
Figura 8: Diagrama de conexión del sistema existente	16
Figura 9: Azotea parquet de Bomberos Jaime II	17
Figura10: Plano de situación, obtenido de la Sede Electrónica de Catastro	24
Figura11: Grafico de los límites de orientación aceptable de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecida en el Pliego de Condiciones Técnicas	35
Figura 12: Diagrama de trayectorias del Sol.	36
Figura 13: Método Gráfico de Cálculo de las Pérdidas por Orientación e Inclinación según el pliego de condiciones del IDAE	64
Figura 14: Método Gráfico de Cálculo de las Pérdidas por Orientación e Inclinación según el pliego de condiciones del IDAE	66
Figura 15: Diagrama de trayectorias del Sol.	68
Figura 16: Esquema de la instalación del circuito primario	87



INTRODUCCIÓN

Las energías renovables surgen del constante encarecimiento de los recursos fósiles, como el petróleo o el carbón y el deterioro que estos hacen al ecosistema del planeta. A este punto aún se sigue considerando un sueño el que las energías renovables abastezcan el cien por ciento de nuestro consumo energético al día de hoy, aun así se están viendo cambios lentos, pero seguros, en el mundo de la industria y el ahorro energético. Al día de hoy existen muchos parques solares y eólicos en España, y en los hogares españoles no es nada raro observar sistemas de captación solar para calentar agua en los tejados de estos.

El futuro de las energías renovables es indiscutible, ya que el límite de los combustibles fósiles es inevitable, por esto muchos tratados internacionales avalan el uso de estas y animan a que sean utilizadas cada vez más.

El primer colector solar fue desarrollado en 1867 por Horace de Saussure y después del aproximadamente unos 100 años atrás, Agustín Mouchout produjo vapor a partir del colector solar para mover una turbina.

El Sol es la principal energía renovable, esta no solo es utilizada por su energía térmica y fotovoltaica, sino como se ha venido estudiando desde tiempos inmemorables, el Sol da origen a los vientos (energía eólica), también es el responsable de los distintos cambios de estado del agua, ya que esta es evaporada para luego convertirse en lluvia o nieve, que a su vez llenan los distintos embalses (energía hidráulica) y da vida a las plantas (biomasa). También ayuda a generar mareas con la ayuda de la luna (energía mareomotriz), el viento generado ayuda a la creación de olas (energía oleomotriz) y finalmente es la que se encarga de calentar la superficie del mar con lo que genera una diferencia de temperatura entre la superficie y el fondo (energía térmica de los océanos).

Por lo anterior y ante los escasos de los recursos fósiles, se comienza a insistir en el uso del sol como fuente de energía, y es de aquí donde nacen los sistemas de energía solar. Pero el Sol pese a su capacidad de producir energía es incapaz de ser una fuente de energía constante, además que en las horas que se exige una mayor demanda energética no se puede contar con él. Por las noches debido, al descenso de las temperaturas como a la falta de iluminación, se exige una mayor demanda energética.

Por lo anterior, el mayor desafío de las energías renovables radica en la investigación de los sistemas de almacenamiento de energía para grandes potencias.

Una vez investigados y desarrollados los sistemas de almacenamiento de energía, las energías renovables podrán competir con los actuales sistemas de

producción de energía tradicionales, ya sea térmica, eléctrica, mecánica, entre otras tipologías. Siendo un punto de inflexión para las renovables el desarrollo de las tecnologías de almacenamiento y mi motivación por las renovables, es de mi interés realizar este trabajo.

El sol como fuente energética

Al Sol lo podemos considerar como una fuente de calor de muy alta calidad por la alta temperatura a la que encuentra, unos 5777 grados Kelvin. Es un recurso energético abundante y en principio inagotable.

Este tiene la característica de ser renovable, se renueva y su distribución geográfica es otra de sus ventajas. Por otro lado, es intermitente, ya que de noche no disponemos de recurso solar pero sí durante las horas de sol, también es variable porque en función del momento del día tiene más intensidad o menos y su densidad energética es relativamente baja. La constante solar, definida como la cantidad de energía recibida en forma de energía solar por unidad de tiempo y unidad de superficie, sufre variaciones con el tiempo, pero su valor ronda los 1367 W/m^2 . Para lograr un modelo energético basado en fuentes renovables, generar electricidad a partir de la radiación solar es una de las opciones principales desde varios puntos de vista:

- Mejora la eficiencia del sistema
- Mitiga el cambio climático
- Puede sustituir las fuentes agotables
- Ofrece la seguridad del suministro eléctrico
- Permite acceder a la electricidad en zonas aisladas y deprimidas

El sol como fuente de calor

La percepción más común entre la gente de la energía solar es el calor. El aprovechamiento de esa energía para fines prácticos del ser humano comienza con la historia de la quema de la flota romana que acosaba Siracusa gracias al ingenio de Arquímedes que usó grandes espejos. Desde hace 50 o 60 años, las instalaciones solares para calentar agua han sido las más divulgadas de forma que en algunos países, lo anecdótico es encontrar agua caliente que no sea solar.

Hoy en día la forma en que es utilizado el sol para calentar el agua es a través de colectores solares.

Funcionamiento de un colector solar

Los colectores solares térmicos absorben el calor del sol creando un mini efecto invernadero dentro del colector.

El vidrio opaco superior deja pasar cierta parte de la radiación solar dentro del colector, que se transforma a su contacto con la placa interior.

La radiación resultante es incapaz de pasar a través del vidrio opaco superior, por lo que el calor se acumula en el interior del colector creando un pequeño efecto invernadero.

Al paso por la caja, el fluido del depósito cercano se calienta y transporta esa energía térmica a donde se desee, normalmente se utilizan para calentar agua caliente, calefactar espacios e incluso climatizar piscinas.

Tipos de colector solar

Existen colectores planos, de tubos de vacío y algunos colectores plásticos (polietileno sin esmaltar) específicos para la climatización de piscinas.

Para el agua caliente, el tipo de colector térmico vendrá definido por la temperatura final del agua. La normativa técnica de España exige que como mínimo sea de 60°C para el uso de A.C.S., el colector solar plano suele ser suficiente.

Si necesitas agua a una temperatura mayor (para calentar con radiadores, por ejemplo), los colectores de tubo de vacío son más indicados. Si solo necesitas climatizar la piscina, los colectores de polietileno pueden ser una buena solución. El agua de la piscina puede ir directamente a través del colector, las necesidades de baja temperatura son adecuadas para esta tecnología.

Depósito de Acumulación

Depósito de acumulación La energía solar disponible no es constante durante todo el año y depende de la orientación y el ángulo de inclinación del colector, las nubes y las sombras. Además, cuando necesitas agua caliente, el sol no la produce de manera instantánea, por lo que necesitas almacenar la energía para poder usarla cuando la necesites. De manera que el colector solar estará conectado con un depósito de acumulación de varios cientos de litros.

Termosifón vrs sistema de circulación forzada

El termosifón está compuesto por uno o más colectores solares y un depósito de almacenamiento, ensamblados juntos en una misma estructura, que se coloca sobre el tejado o la terraza. Este sistema funciona mediante un fenómeno natural llamado convección: los fluidos calientes tienen menor densidad que los fríos. Así que, el fluido caloportador caliente desciende mientras que el frío asciende. No hay posibilidad de controlar el sistema.

En un sistema de circulación forzada, los colectores están colocados sobre la cubierta mientras que el depósito de acumulación se encuentra en el interior. Como los colectores se encuentran a una altura mayor que el depósito, es necesario dirigir la circulación del fluido caloportador mediante una bomba, gestionada mediante un sistema de control por diferencia de temperatura.

Sistema Drain-back

En un sistema de circulación forzada normal, el fluido caloportador permanece en los colectores, mientras que en el sistema drain-back, los colectores se vacían cuando la bomba de circulación se para. La bomba también se para cuando no hay Sol, o cuando el tanque alcanza la temperatura preestablecida. Esto significa que no hay riesgo de que el fluido se congele, lo que significa que no hace falta anticongelante en el sistema. Desde el momento en que el tanque alcanza la temperatura deseada, el colector se vacía, no existe expansión del fluido, por lo que tampoco hace falta vaso de expansión o válvula de seguridad, lo que conlleva una reducción de costes de mantenimiento. Existen, sin embargo, algunas limitaciones en el número máximo de colectores que pueden ser instalados, en el peso y longitud de las tuberías, que necesitaran una inclinación constante en toda la instalación

Por todo lo anterior se busca hacer un estudio para poder incluir en la instalación existente de agua caliente sanitaria (A.C.S.) por gasóleo, un sistema auxiliar de A.C.S. por medio de colectores solares, de manera que se busca el poder reducir el costo de consumo de gasóleo para calentar el A.C.S.

Se busca crear un sistema cumpla con las normativas del Código técnico de la edificación de la forma más efectiva posible.

Instalación existente

El parque de auxiliar de bomberos situado en la Av. de Jaime II, 23, 03004 Alicante, consta de 3 plantas y la azotea del edificio (donde se pretende ubicar los colectores solares).



Figura 1: Parque de Bomberos Jaime II

Dicho parque utiliza actualmente para calentar el agua, utilizado para las duchas principalmente, una caldera de gasóleo, la cual produce un consumo de 2.677,284 lts anuales de gasóleo C en promedio, con un costo de 2227,50 €.

El edificio consta de 7 duchas, 5 están ubicadas en el cuarto de duchas y 2 en dos habitaciones, que de momento no son utilizadas, sin embargo se consideraran igual para el diseño de la instalación.

El cuarto de calderas, al igual que las duchas, se encuentra ubicado en la tercera planta del edificio. Además se las 5 duchas del cuarto de duchas, están al lado del cuarto de calderas.



Figura 2: Cuarto de Calderas



El equipo existente del sistema A.C.S. instalado es el siguiente:

- Caldera de gasóleo, Marca Roca modelo NGO 50/20 GT, 23,2 kw.



Figura 3: Caldera de gasóleo existente

- Vaso de expansión para el circuito primario, marca VASOFLEX modelo 18L, 3bar.



Figura 4: Vaso de expansión circuito primario

- Bomba de circulación para el circuito primario, Marca Grundfos modelo Alpha2L 25-40 130.



Figura 5: Bomba circuito primario

- Acumulador capacidad 300Lts con serpentín incluido marca THERM NIBE modelo PER300



Figura 6: Acumulador de ACS

- Bombas del circuito secundario:
Derecha: Marca Grundfos, Modelo UP 20-30N 150
Izquierda: Marca Ebara, Modelo LPS 25/15 M



Figura 7: Bombas circuito secundario

A continuación se presenta un diagrama unifilar de la instalación:

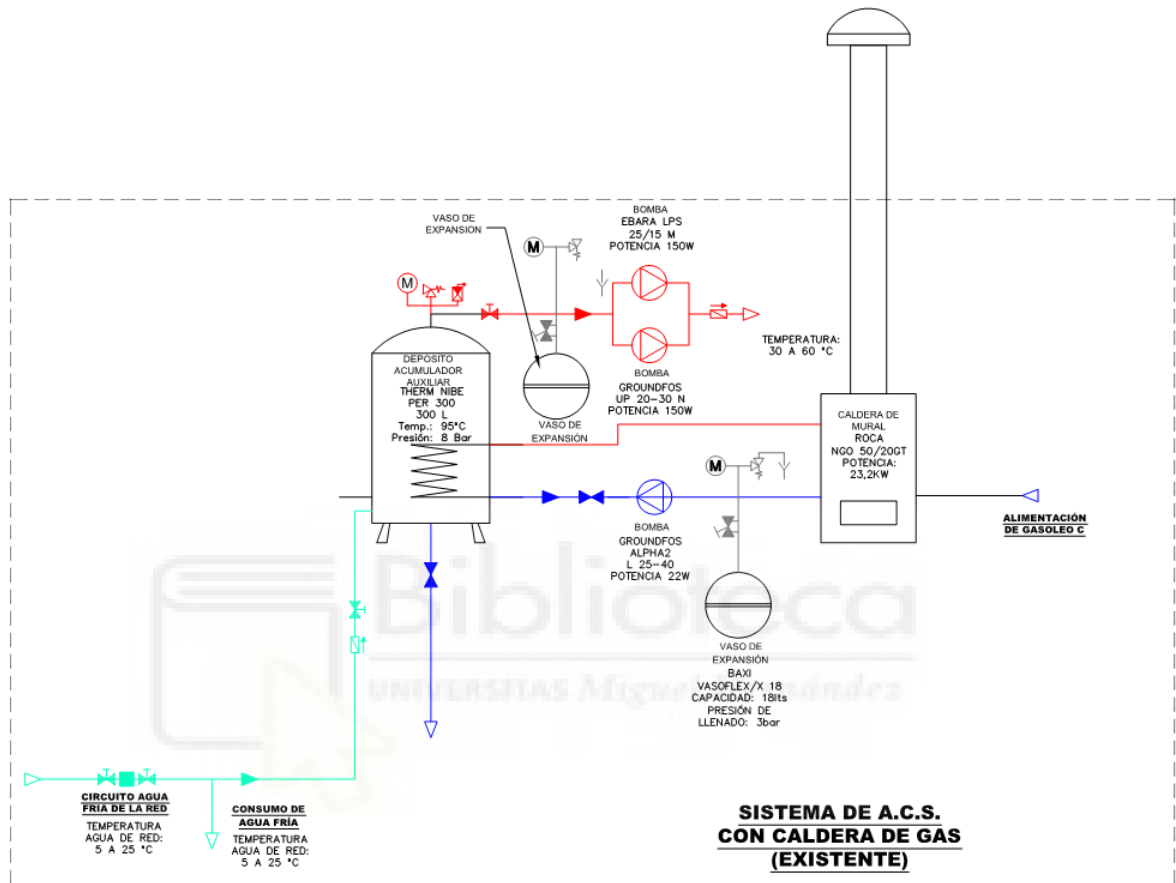


Figura 8: Diagrama de conexión del sistema existente

Como se había mencionada anteriormente el objetivo este trabajo es hacer el estudio de una instalación solar para calentar el agua del parque bomberos, este sistema de captación solar servirá como sistema auxiliar del instalado actualmente. Dicho sistema a pesar de trabajar como sistema auxiliar deberá cumplir con la normativa expuesta en el **Código Técnico de Edificación, en su Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía.**

Los captadores solares serán instalados en la azotea del edificio, lo más cerca posible del cuarto de calderas siempre y cuando no hallan obstáculos que le limiten su captación. Actualmente la azotea del edificio carece de construcción y no se prevé ninguna de momento. Los obstáculos presentes están concentrados en su mayoría en el área sureste del edificio, donde pudimos apreciar extractores de aire, compresores, antena, traba luz y salida de humos.

El peto de la pared periférica tiene 1,10 m de altura.

El edificio no tiene edificación a su alrededor que le hagan sombra considerable. Por lo que tiene condiciones favorables en el cálculo de sombras

El diseño de la instalación será dimensionado para suplir el A.C.S. para un total de 7 duchas, los operativos por turno son 12 persona, por lo que se estima un total de 12 personas al día.



Figura 9: Azotea parquet de Bomberos Jaime II

MEMORIA DESCRIPTIVA



Descripción:	Estudio y dimensionamiento de la demanda de un sistema de Agua Caliente Sanitaria por medio de Captadores solares para el parque Auxiliar de Bomberos.
Situación:	Avenida Jaime II, Alicante, 03004
Promotor:	Abraham Ruiz
Autor del Proyecto:	Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Fecha de Presentación:	09-06-17

FIRMA:

ÍNDICE:

1.	GENERAL.....	22
1.1	USO AL QUE SE DESTINA LA INSTALACIÓN.....	22
1.2	ANTECEDENTES.....	22
1.3	OBJETIVO Y ALCANCE.....	22
2.	DATOS GENERALES.....	23
2.1	PROYECTISTA.....	23
2.2	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	24
2.3	NORMATIVA.....	24
3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	26
3.1	PREÁMBULO.....	26
3.2	SISTEMA Y COMPONENTES EMPLEADOS.....	27
3.3	CONTROL.....	29
3.4	SISTEMA DE ENERGÍA EXISTENTE.....	31
4.	METODOLOGÍA DEL DISEÑO.....	32
4.1	DATOS PREVIOS.....	32
4.2	PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN.....	33
4.3	SOMBRAS.....	35
4.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO CENSOLAR.....	38
4.4.1	CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO (ΔT).....	38
4.4.2	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS MENSUALES (Q).....	39
4.4.3	CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA ÚTIL DE RADIACIÓN SOLAR (I).....	39
4.4.4	CÁLCULO DEL VALOR DE (X).....	40
4.4.5	CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (η).....	40
4.4.6	CÁLCULO DE LA ENERGÍA INCIDENTE, CONSIDERANDO EL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (E).....	40
4.4.7	CÁLCULO DE LA ENERGÍA NETA DISPONIBLE (E).....	41
4.4.8	CÁLCULO DE LA SUPERFICIE COLECTORA NECESARIA Y DEL NÚMERO DE COLECTORES.....	42
4.4.9	CÁLCULO DE LA ENERGÍA TOTAL OBTENIDA POR EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (ET).....	42
4.4.10	CÁLCULO DEL DÉFICIT ENERGÉTICO APORTADO POR LA INSTALACIÓN SOLAR.....	43
4.4.11	CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR.....	43
4.4.12	RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN.....	44
4.5	DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO F F-CHART.....	44

4.5.1	CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO (ΔT)	45
4.5.2	CÁLCULO DE LAS CARGAS CALORÍFICAS MENSUALES (Q)	45
4.5.3	ENERGÍA ABOSORVIDA POR EL CAPTADOR (E_a)	45
4.5.4	CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1	46
4.5.5	CÁLCULO DE LA ENERGÍA PERDIDA POR EL CAPTADOR (E_p)	46
4.5.6	CÁLCULO DEL PARAMETRO (D_2)	47
4.5.7	CÁLCULO DE LA ENERGÍA ÚTIL CAPTADA CADA MES A (E_u)	47
4.6	COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN POR LA HERRAMIENTA CHEQ4 (MÉTODO MetaSol)	47
5.	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	48
5.1	ELEMENTOS.	48
5.2	CAPTADOR SOLAR.	48
5.3	SISTEMA DE INTERCAMBIO.	49
5.4	SISTEMA DE ACUMULACIÓN	50
5.5	CIRCUITO HIDRÁULICO	50
5.5.1	FLUIDO CALOPORTADOR	50
5.5.2	TUBERÍAS.....	51
5.5.3	BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	51
5.5.4	VASO DE EXPANSIÓN	52
5.5.5	VÁLVULA DE SEGURIDAD	54
5.5.6	PURGADOR Y DESAIREADOR	55
5.5.7	MANÓMETROS	55
5.5.8	TERMÓMETROS Y TERMOSTATOS	55
5.5.9	VÁLVULAS ANTIRRETORNO	56
5.5.10	VÁLVULAS DE PASO	56
5.5.11	GRIFO DE VACIADO.....	56
5.5.12	CONTADOR DE ENERGÍA TÉRMICA	56
5.6	AISLAMIETO	56
5.7	ESTRUCTURA SOPORTE	57

1. GENERAL

1.1 USO AL QUE SE DESTINA LA INSTALACIÓN

Suministro de agua caliente sanitaria (ACS) mediante aprovechamiento solar por medio de captadores para el parque Auxiliar de bomberos Jesús González Soria III, situado en la avenida Jaime II de Alicante.

1.2 ANTECEDENTES

El parque auxiliar de bomberos tiene una instalación de A.C.S. existente. Se pretende añadir una instalación de captación solar para que sirva de respaldo auxiliar a la instalación de caldera de gasóleo existente.

1.3 OBJETIVO Y ALCANCE

El objeto del presente proyecto es el diseño y dimensionado de una instalación de agua caliente sanitaria (A.C.S.) del edificio de Parque de Bomberos Auxiliar Jesús González Soria III situado en la Avenida de Jaime II, 23 de la localidad de Alicante, mediante la utilización de un sistema de energía solar térmica de baja temperatura como medio de aportación de calor auxiliar al sistema existente.

Actualmente existe un sistema de A.C.S. cubierto por una caldera marca ROCA, modelo NGO 50/20 GT, que se alimenta a base de gasóleo C, esta caldera cubre la demanda total de agua caliente para las duchas del parque de bomberos.

Se pretende la incorporación de un sistema de captadores solares con su respectivo almacenamiento, adecuado a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. El objetivo es que la demanda de A.C.S. sea cubierta en mayor proporción por los captadores solares, pero dejando igualmente la caldera de gasóleo como sistema principal.

Este proyecto tiene como objetivo el cumplimiento del **Código Técnico de Edificación**, en su **Documento Básico HE Ahorro de Energía, HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**. El sistema de diseño se realizará mediante el método de CENSOLAR ya que su finalidad es la de obtener instalaciones de alta eficiencia energética.

Además se procederá a comparar también por medio del método F-CHART y el Metasol.

La instalación cumplirá las exigencias técnicas de las instalaciones térmicas que especifica el RITE:

- Bienestar e higiene.
- Eficiencia energética.
- Seguridad.

La instalación de A.C.S. mediante energía solar dispondrá de colectores solares planos que capten la radiación solar que incida sobre su superficie y la transformen en energía térmica, elevando la temperatura del fluido calor portador que circule por su interior.

La energía captada por los colectores solares será transferida al intercambiador de calor que transmite la energía calorífica al acumulador de agua caliente, el cual estará conectado con el circuito de consumo. A continuación de dicho depósito se procederá a unirlo al sistema de A.C.S. existente, el cual utiliza una caldera de gas, para suministrar agua caliente sanitaria cuando el sistema de captación no sea capaz de cubrir la demanda de A.C.S. para el recinto. Para la circulación del fluido calor portador, la instalación constará de una bomba de funcionamiento automático, controlada por un termostato diferencial, y todos los elementos auxiliares que requieren este tipo de instalaciones como tuberías, aislamientos, vaso de expansión, válvulas y elementos de seguridad, para el circuito primario.

2. DATOS GENERALES

El presente proyecto se redacta a para el análisis y estudio para agregar un sistema de colectores solares y funcionar como sistema auxiliar para el sistema de caldera de gasóleo C existente.

2.1 PROYECTISTA

NOMBRE:	Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
TITULACIÓN:	Ingeniero Electricista
NIE:	Y3083467D

2.2 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio con tres plantas y azotea.

Plantas:

- Planta Baja
- Planta Primera
- Planta Segunda
- Planta Cubierta o Azotea.

El parque de bomberos consta con 7 duchas divididas de la siguiente manera:

- 5 en vestuarios
- 2 en dormitorios

Plano de situación:

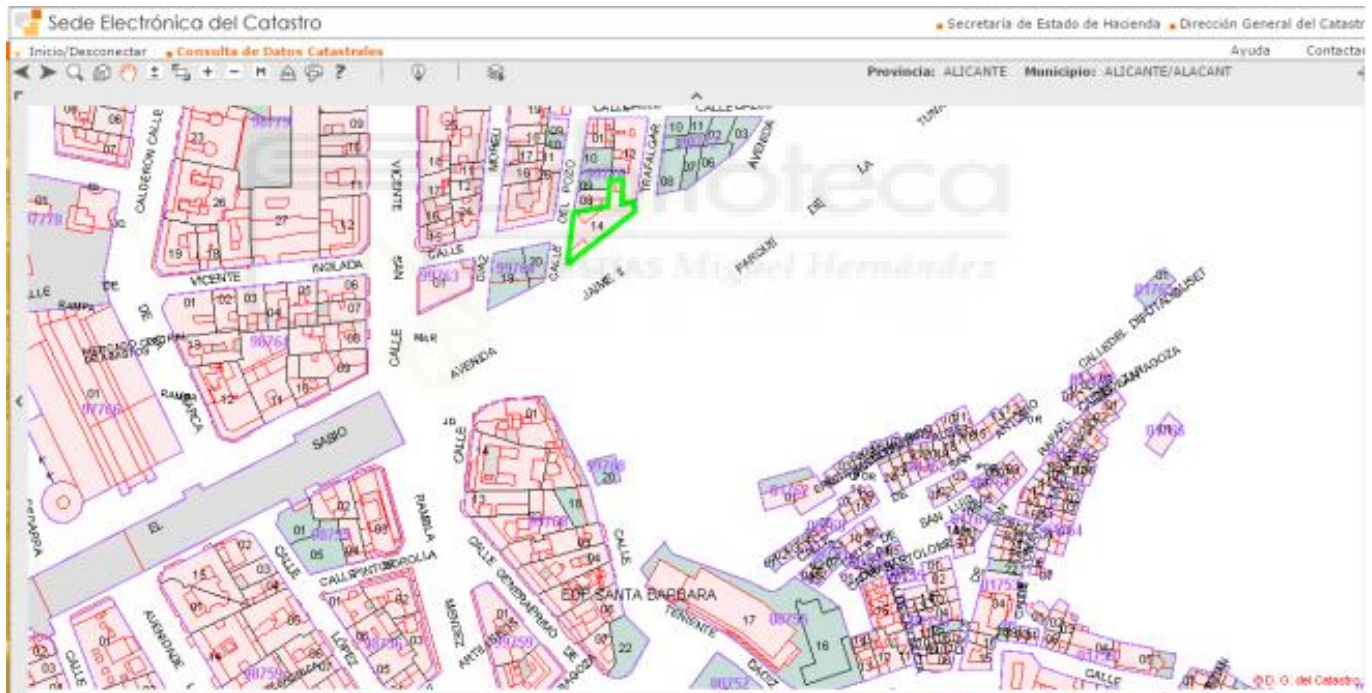


Figura10: Plano de situación, obtenido de la Sede Electrónica de Catastro

2.3 NORMATIVA

La elección de los componentes, el diseño, y el montaje de la instalación se realizarán de acuerdo a lo estipulado en las normas y disposiciones legales vigentes:

-

- Código Técnico de la Edificación aprobado por el Ministerio de Vivienda en marzo del 2006 y actualizado por el Ministerio de Fomento en 2013.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).

Uno de los aspectos a desempeñar por este proyecto, de acorde con el **Código técnico de Edificación en su Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**, es el cumplimiento del 60% de fracción porcentual ya que el aporte energético funcionará con la caldera de existente gasóleo. Se ha previsto una demanda unitaria de 28 litros por ducha, el parque de bomberos tiene un total de 7 duchas, con arreglo al **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía del CTE**.



3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

3.1 PREÁMBULO

Si bien se puede diseñar la instalación con una gran variedad de variantes, lo cierto es que actualmente prácticamente la totalidad de los sistemas consisten en la combinación de un colector de placa plana junto a un acumulador, bien formando un conjunto o bien independientemente.

Es importante tener presente que uno de nuestros objetivos es conseguir el máximo ahorro de energía convencional y, por lo tanto, de dinero. Esto a veces no es compatible con determinados diseños en los que se hace trabajar indebidamente al sistema, causando así un pobre rendimiento a la inversión realizada.

En el presente proyecto se realizará el diseño del sistema de captación y acumulación para la aplicación de la energía solar en la producción de A.C.S. en cuarteles.

Evidentemente, lo primero que debemos hacer es proveer al sistema del número suficiente de colectores para poder captar la energía necesaria. Así mismo, debemos elegir la inclinación idónea para aprovechar la máxima cantidad de energía solar disponible en cada mes. También será preciso regular la captación de dicha energía para que realmente se convierta en energía útil, pues será necesario medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el almacenamiento, así como disponer de los mecanismos automáticos necesarios que regulen o establezcan la circulación del fluido en el circuito primario, en función de si se produce o no un incremento de la energía útil acumulada. También deberemos prestar atención a consumir prioritariamente la energía solar, así, el sistema de almacenamiento deberá trabajar de modo que favorezca el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar y nunca al revés.

En todo caso hay que asegurar la correcta conjunción entre energía solar y convencional, es decir, precalentar toda el agua que posteriormente sea consumida, y alcanzar la temperatura de uso con la mínima cantidad de energía auxiliar. Así como la conveniencia de evitar mezclar la energía solar con la auxiliar.

Las instalaciones estarán constituidas por los siguientes sistemas que en apartados posteriores se describen:

- Sistema de captación.
- Sistema de intercambio.
- Sistema de acumulación.
- Circuito hidráulico.
- Sistema eléctrico y de control.

3.2 SISTEMA Y COMPONENTES EMPLEADOS

Se realizará el diseño de una instalación destinada a la producción de A.C.S. para el consumo de duchas del parque de bomberos. Se utilizará un sistema de captación y un acumulación centralizado. De tal forma que en la cubierta del edificio se ubicará el campo de colectores solares, mientras que en el cuarto de calderas existente se instalara el acumulador solar, la bomba y el vaso de expansión.

La superficie de captación de la energía solar debe estar calculada para cumplir la exigencia del **Código técnico de Edificación**, en su **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**, Apartado 2.1, punto 1, la cual estipula que debe existir una contribución solar mínima del 60% de las necesidades anuales de A.C.S. para el caso de este edificio situado en la zona climática V y con calentador existente de gas. Este sistema consiste en la instalación de un campo solar formado por un colector solar de la marca **SONNENKRAFT** modelo **SKR500**, el cual proporciona una superficie de absorción de 2,26 m². Éste es el encargado de transformar la radiación solar que incide sobre el colector en energía térmica.

El campo de colectores solares estará conectado a un circuito cerrado, al cual llamaremos circuito primario, por el que circula el fluido caloportador de la marca **Tyfocon L**. con una proporción del 45% de propileglicol para evitar posible congelación. Este fluido es impulsado por una bomba recirculadora que será una bomba **GROUND FOS UP 20-30 N 75W**. En su circulación el fluido caloportador pasa a través del colector solar plano, donde absorbe parte de la energía térmica captada por él.

La energía captada por el líquido del circuito primario en forma de calor es transmitida hacia el acumulador gracias a la bomba recirculadora. El fluido se hace circular por el intercambiador de calor, consistente en una envolvente de tubería de acero inoxidable situada en el interior de cada depósito, donde se encuentra el agua fría procedente del circuito secundario o de consumo, permitiendo el intercambio de calor entre ambos fluidos debido a la diferencia de temperaturas entre ellos.

El fluido caloportador fluye por la envolvente de tubería de acero inoxidable cediendo parte de su calor al agua fría del interior del acumulador calentándola. Una vez realizado el proceso de intercambio térmico, el líquido caloportador retorna a través de la bomba de recirculación al captador solar donde eleva de nuevo su temperatura.

Así el agua fría se calienta hasta la temperatura de acumulación y puede ser utilizada como agua caliente sanitaria por los usuarios de la instalación. Este proceso es controlado por un regulador solar el cual está formado por un termostato diferencial de tipo electrónico, (para nuestro caso se ha elegido el modelo **DELTASOL BS PLUS** marca **REPSOL**), y unas sondas

de temperatura, situadas adecuadamente para medir la temperatura del fluido caloportador a la salida del colector solar plano y la del agua en el intercambiador de calor, estos datos son transmitidos al termostato diferencial de tipo electrónico que actuará sobre la bomba recirculadora del circuito primario, haciéndola parar o entrar en funcionamiento dependiendo de las diferencias de temperatura. El sistema de control actúa y está ajustado de tal manera que la bomba de circulación no esté en funcionamiento cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estará parada cuando la diferencia de temperaturas sea mayor de 7 °C, según indica el **Código Técnico de Edificación, en su Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**, Apartado 3.2, Punto 3.3.7. Adicionalmente al regulador solar, para realizar el control térmico, se emplearán termostatos diferenciales de precisión para incorporación en la caldera gasóleo existente.

Dicho sistema también dispondrá de un vaso de expansión. Éste será el encargado de absorber el aumento de volumen que pueda tener el agua a causa de su incremento de temperatura. Para nuestro caso se ha elegido el modelo **VASOFLEX 18L**, 18 litros de capacidad.

El circuito secundario está compuesto por el depósito acumulador ubicado en la sala de calderas del tercer piso del parque de bomberos y será conectado en serie al acumulador existente.

El agua procedente de la red de distribución de la localidad de Alicante llega hasta el depósito acumulador donde es calentada. Posteriormente es distribuida por todos los puntos de consumo a través de la red de distribución de agua caliente sanitaria de la misma. Dicha agua caliente será suministrada a una temperatura de consumo determinada y con un caudal adecuado para cada ducha, generando un confort en cuanto al agua caliente se refiere, de características similares a las que generaría un sistema de agua caliente sanitaria mediante energías convencionales.

El agua procedente de la red de distribución entra en los depósitos acumuladores por su parte inferior, siendo testada su temperatura por una sonda situada en la parte inferior de este, de forma que si la temperatura no es la deseada, el sistema pondrá en funcionamiento el bombeo, realizando un intercambio de calor que hace que aumente la temperatura del agua procedente de la red de distribución. Para prevenir las posibles faltas derivadas de la ausencia de insolación, se cuenta con un sistema de aporte de energía convencional auxiliar descentralizado en línea.

El sistema de aporte de energía convencional existente funciona cuando el sistema de energía solar térmica no puede suministrar el agua caliente sanitaria a la temperatura de consumo, por lo que entra en funcionamiento cuando el agua caliente producida por el sistema solar no ha alcanzado una temperatura de 60 °C. El control de dicha temperatura lo realizan los

termostatos diferenciales de precisión y las válvulas de 3 vías de 1 pulgada comentados anteriormente.

Con relación al montante vertical de A.C.S. del edificio, se utilizarán tuberías de 20 mm de diámetro exterior y para la distribución en el circuito secundario se utilizara el sistema de tuberías existente en el edificio. Dicha tubería deberá de tener como mínimo un aislante térmico de 30 mm de espesor. Para la canalización del circuito primario utilizaremos una tubería de 20 mm de diámetro exterior para ida y retorno del fluido caloportador y con un aislante térmico de 40 mm.

3.3 CONTROL

El sistema de control de una instalación solar asume la función de regular los flujos de energía entre el campo de captadores, el acumulador y el consumo. Los componentes de un sistema de control son:

- El control del proceso de carga, el cual tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, cuya tarea es garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

Los requisitos más importantes que debe cumplir el control de una instalación solar son los siguientes:

- Las temperaturas del circuito primario se deben mantener en un valor lo más bajo posible, a fin de lograr un alto rendimiento de los captadores.
- El control de la instalación solar no debe repercutir de manera negativa en la operación del sistema de calentamiento convencional y viceversa.
- Los valores umbral de conexión y desconexión, o uno de ellos, además de la histéresis respectiva y, en caso necesario, también los tiempos de retardo, deben ser adaptables sin dificultad a los rasgos característicos y peculiaridades del sistema.
- Los sensores se han de integrar en el sistema de tal manera que puedan ofrecer, en todo momento e independientemente del estado de operación, valores exactos de medida.
- La precisión de los componentes del control debe ser suficientemente alta a fin de evitar errores de conexión y desconexión, particularmente en el caso de que los valores de umbral ajustados tengan reducido margen.

Los controles con frecuencia, vienen provistos de una serie de funciones adicionales como, regulación del calentamiento convencional, conexión de la bomba de recirculación del ACS, protección contra la congelación o el sobrecalentamiento, e incluso, medición de la energía térmica transferida.

Para un funcionamiento automático de la instalación solar se ha de dotar a ésta, de un sistema de regulación que permita conectar la bomba de recirculación cuando exista la suficiente energía en los captadores solares para ser distribuida y que pare la bomba cuando ya no exista una aportación solar suficiente.

En el sistema objeto del proyecto, el control de funcionamiento normal de la bomba es de tipo diferencial y actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido caloportador en la salida del colector solar plano y del depósito de acumulación de agua caliente sanitaria.

El sistema de control actúa y está ajustado de tal manera que la bomba de circulación no esté en marcha cuando exista una diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estará parada cuando la diferencia de temperaturas sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperatura entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no es menor de 2 °C.

Este tipo de sistemas de control se deben instalar en instalaciones con circulación forzada, como es el caso de la instalación objeto del proyecto. En el diseño de la instalación debe cuidarse con especial atención, de sondas de forma que se detecten exactamente las temperaturas que se desean captar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida del colector y las zonas de estancamiento del depósito acumulador.

Así se deberá asegurar que el sensor penetre en el colector lo máximo posible, para detectar la temperatura real del fluido caloportador en el interior de la placa absorbente del colector solar.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema de funcionamiento de las bombas. El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, entre -10 y 50 °C. Este sistema de control, tanto del circuito primario como del secundario, es de tipo electrónico, que es el tipo de regulación más utilizado en la actualidad, actuando el sistema de la siguiente forma: Una sonda mide la temperatura del fluido caloportador en el captador y otra sonda mide la temperatura en el depósito acumulador solar y estos datos son transmitidos al termostato diferencial de tipo electrónico, y en función de las temperaturas detectadas en los puntos anteriores, el termostato diferencial actúa sobre la bomba circuladora del circuito primario solar, haciéndola parar o entrar en marcha dependiendo de las diferencias de temperatura anteriormente especificadas. Una tercera sonda ubicada a la

salida del intercomulador existente medirá la temperatura del agua en este y si el fluido se encuentra por debajo de la temperatura programada (con un margen del 10%) entrara a funcionar la caldera de gasóleo.

En el presente proyecto se recomienda la utilización de regulador solar modelo **DELTASOL BS PLUS** de la marca **RESOL**, dicho regulador incorpora las siguientes funciones:

- Regulación por diferencia de temperatura.
- Regulación de la velocidad de giro de la bomba del circuito del colector.
- Cálculo de la captación solar.

Dicho regulador incluye 2 sondas de inmersión para los acumuladores y 1 sonda de colector.

Como se ha comentado anteriormente, el sistema de control solar queda completado por un termostato diferencial de precisión incorporado en la caldera de gasóleo existente.

3.4 SISTEMA DE ENERGÍA EXISTENTE

Como la radiación solar no es constante, en ocasiones el captador solar no podrá aportar al sistema calor suficiente. Es por esto que necesitamos el apoyo del sistema existente de calentamiento del agua.

Para evitar el incremento del costo de la instalación se adaptara el sistema de A.C.S. existente para que sirva como apoyo el sistema solar, esta energía se depositara en el acumulador existente marca **THERM NIBE**, modelo **PER 300**, el cual será alimentado por el depósito de agua solar a instalar esto con el objeto que el agua entre con un valor previo de temperatura.

Por normativa del código técnico, no es posible utilizar un mismo acumulador para ambos sistemas, el acumulador solar debe ser independiente del sistema existente. Por lo anterior se realizara una conexión en serie del sistema.

Así pues, el sistema deberá asegurar el calentamiento hasta la temperatura de 60 °C de la totalidad del agua utilizada para el consumo previsto, y deberá tener un control de temperatura de salida de modo que esta no se eleve por encima de la temperatura de utilización prevista, que en nuestro caso no será superior a los 60 °C para el A.C.S.

4. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

4.1 DATOS PREVIOS

Para valorar las demandas se tomaran los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla:

REFERENCIA DE DEMANDA LITRSO ACS/ día a 60° C		
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
Fábrica y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasio	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafetería	1	Por persona

Tabla 1: Demanda de referencia a 60° C (CTE HE4)

En este parque de bomberos el número de personas por turno establecido es de 12.

Lo primero que debemos realizar para el dimensionado de la instalación, es calcular la demanda energética a la que deberá hacer frente, para ello calcularemos la demanda de ACS arreglo la siguiente expresión:

$$C = \sum C_{VIV}$$

Donde “C” es el consumo de agua caliente sanitaria para el diseño de la instalación, expresada en litros/día y $\sum C_{VIV}$ es la sumatoria de los consumos C_{VIV} .

Para calcular la demanda de ACS a la temperatura de referencia (60°C) de las duchas para un parque de bomberos tomaremos el valor establecido para cuarteles, que según tabla es de 28 litros por persona, siendo 12 el total de dispositivos por turno. Luego el consumo del parque de bomberos (C_{VIV}) de agua caliente a la temperatura de 60°C se obtiene mediante la expresión siguiente:

$$C_{VIV}(T) = D(T) * n$$

Siendo “D(T)” la demanda unitaria de agua caliente a la temperatura de diseño y “n” el número de personas por turno en el cuartel de bomberos, de acuerdo con lo expuesto en la tabla.

Por lo que el consumo de A.C.S. será el siguiente:

	Número de duchas	Número de personas	Volumen por persona (l/día)	Consumo (l/día)
Parque de bomberos	7	12,00	28,00	336,00
Consumo total en litros del edificio por día:				336,00

Tabla 2: Consumo A.C.S. del edificio por día

Los cálculos se han realizado para un funcionamiento a una temperatura de acumulación de 60°C, según indica el Código técnico de Edificación, en su **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**.

4.2 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas admisibles.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- a. Ángulo de inclinación, β definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales;
- b. Ángulo de acimut, α definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar.

Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

Determinado el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en la Figura 11, válida para una latitud (ϕ) de 41° , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura siguiente, los límites para la inclinación en el caso (ϕ) = 41° . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %, para superposición del 20 % y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima;
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud (ϕ) = 41° y se corrigen de acuerdo a lo indicado a continuación; Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41° , de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- ✓ Inclinación máxima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud);
- ✓ Inclinación mínima = inclinación ($\phi = 41^\circ$) - (41° - latitud);

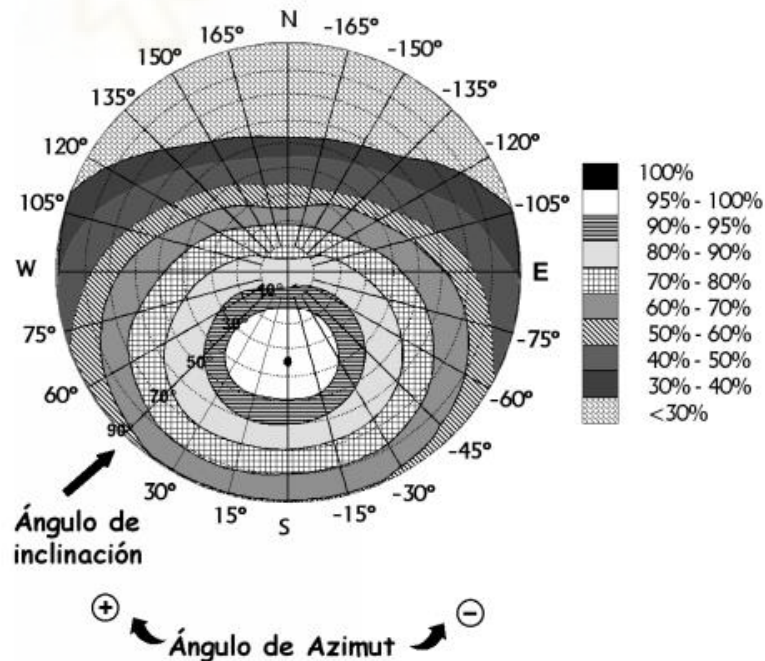


Figura11: Grafico de los límites de orientación aceptable de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecida en el Pliego de Condiciones Técnicas

En el apartado de cálculos obtenemos lo siguiente:

- Inclinación máxima: $58,35^{\circ}$
- Inclinación mínima: $2,35^{\circ}$

Por lo que la inclinación que se ha elegido para el campo de colectores, la cual es de 35° , está dentro de los límites establecidos y se tendrá un 10 % de pérdidas por orientación e inclinación de forma gráfica y 11,75 % de pérdidas de forma analítica.

Por lo que también cumplimos **el Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía del CTE**, en cuanto a las pérdidas por orientación e inclinación en el caso de superposición del campo de colectores sobre la cubierta del edificio, ya que dicho documento estipula que las pérdidas máximas deben de ser del 20%.

4.3 SOMBRAS

El método de cálculo que se utilizara será el expuesto según el pliego de condiciones técnicas del IDAE. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie, de no existir sombra alguna.

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias aparentes del Sol.

Los pasos a seguir son los siguientes:

Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimuth (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la **Figura 12**, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas

solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,... D14).

Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la **Figura 12** representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquélla que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en el anexo VI del pliego de condiciones del IDAE.

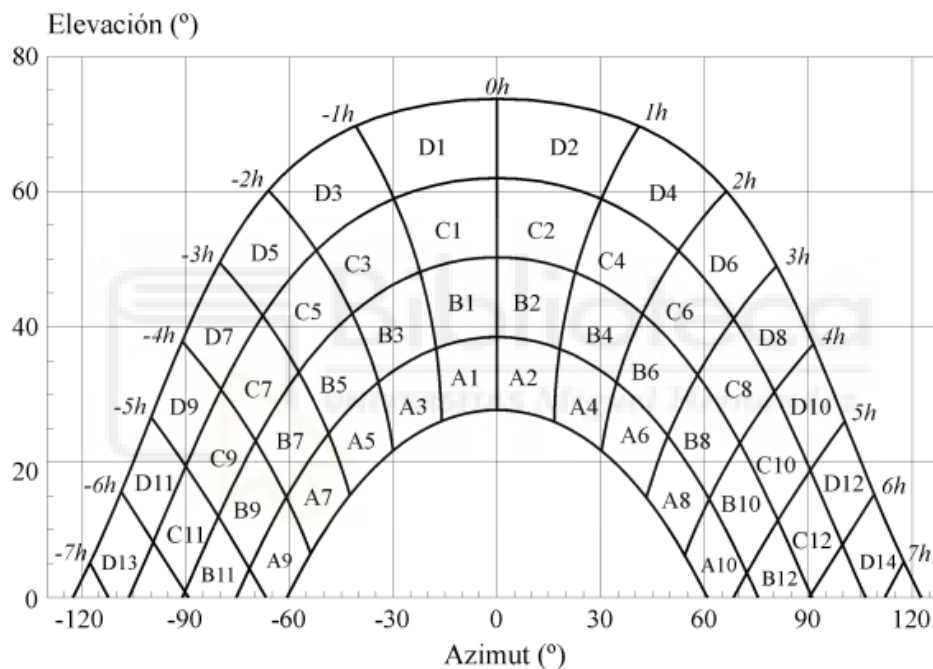


Figura 12: Diagrama de trayectorias del Sol.

Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25; 0,50; 0,75 ó 1

Las tablas incluidas en el anexo IV del pliego de condiciones del IDAE se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de

inclinación y orientación (α y β , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie en estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente resultase interceptada por un obstáculo.



4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO CENSOLAR

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia o por un laboratorio de ensayos según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la orden de 28 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

Será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la administración competente en la materia y la certificación del mismo por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterio energético como por criterios constructivos.

Para el dimensionado de las instalaciones térmicas utilizaremos el método de CENSOLAR, es un modelo para analizar y dimensionar instalaciones solares térmicas.

Está basado en correlaciones obtenidas de múltiples datos experimentales y aporta resultados anuales bastante adecuados.

El resultado final del método es una fracción solar, definida como el cociente entre la cantidad de energía aportada por la instalación solar en un periodo de tiempo determinado y la demanda de energía en ese mismo periodo. A partir de ese valor, y conociendo la demanda total de energía durante dicho periodo, se puede calcular la cantidad de energía térmica aportada por la instalación solar.

4.4.1 CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO (ΔT)

El salto térmico es la diferencia de temperatura entre la temperatura de la red de distribución del agua de Alicante y la temperatura de uso o consumo del agua caliente sanitaria producida en la instalación.

De este salto térmico depende la cantidad de energía que será necesaria aportar mediante el sistema de agua caliente sanitaria por energía solar y de ello dependerá el rendimiento de la instalación.

La temperatura de uso seleccionada, según las características técnicas de la instalación y las necesidades de acumulación, es de 60°C.

4.4.2 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS MENSUALES (Q)

Estas necesidades energéticas corresponden a la energía necesaria para calentar el agua procedente de la red hasta la temperatura de acumulación de 60 °C.

Estos cálculos se realizarán calculando la energía necesaria para calentar el agua desde la temperatura de red de distribución hasta la temperatura de acumulación durante todos los días de cada mes. Los cálculos se realizan según la siguiente fórmula:

$$Q = m * C_p * (\Delta T) * N^\circ \text{ días}$$

donde:

m es la cantidad de agua a calentar cada día (volumen acumulación)

C_p es el calor específico del agua 4.18 KJ / Kg °C = 1 Kcal/Kg°C propilenglicol. Este elemento, añadido al agua, forma una mezcla con un punto de fusión bajo que evita la congelación. El calor específico del fluido resultante es de 3,75 KJ/Kg °C,

ΔT es el incremento de temperatura que experimenta el agua °C

Q es la necesidad energética mensual MJ / mes

N° días es el número de días de cada mes.

4.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA ÚTIL DE RADIACIÓN SOLAR (I)

La intensidad media útil de radiación solar es la media de la intensidad de radiación que incide de forma instantánea en un día dado del mes sobre el campo de colectores solares. Esta intensidad se mide en W / m², por lo que se transformarán las unidades de radiación diaria media de cada mes en unidades de radiación instantánea.

A continuación, se dividirá la radiación diaria media entre el número de horas de cada mes, obteniendo la intensidad media útil para cada mes según la siguiente fórmula:

$$I = H * 10^6 / n^\circ \text{ de horas} * 3600 = W/m^2$$

A partir de estos resultados se podrá estimar el rendimiento del campo de colectores solares de la instalación.

4.4.4 CÁLCULO DEL VALOR DE (X)

Esta magnitud se emplea por parte de los fabricantes de colectores solares planos para el cálculo del rendimiento de dichos colectores. Este valor se obtiene según la siguiente fórmula:

$$X = (T_m - T_a)/I$$

donde:

T_m temperatura media del fluido caloportador °C

T_a es la temperatura ambiente °C

I es la intensidad media útil W / m²

4.4.5 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (η)

Los colectores solares se ensayan generalmente siguiendo un procedimiento que consiste en someterlos a un banco de pruebas bajo unas condiciones estables de radiación solar, velocidad del viento, temperatura del fluido a la entrada y temperatura ambiente. Todo esto durante un periodo de tiempo en el que la temperatura de salida del fluido y la energía útil extraída no varían sensiblemente.

Realizadas estas pruebas, el fabricante obtiene finalmente una respuesta determinada de su colector solar en forma de una ecuación o curva de rendimiento.

Para este proyecto, como puede observarse en el apartado de cálculos, seleccionamos un colector solar de la marca **SONNENKRAFT**, modelo **SKR500**, el cual tiene la siguiente curva de rendimiento:

$$\eta = 82 - 3,82 * X - 0,0108 * X^2 * I$$

A partir de esta expresión, se hallará cuál es la superficie captadora necesaria para nuestra instalación.

4.4.6 CÁLCULO DE LA ENERGÍA INCIDENTE, CONSIDERANDO EL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (E)

A continuación, pasamos a calcular la energía que incide en el colector solar y que es transferida al fluido calo portador para cada mes del año. Es

decir, hallamos la energía que el colector aprovecha de la total que incide sobre él, procedente del sol.

Esta energía incidente se calcula multiplicando la radiación solar que incide por día y metro cuadrado de superficie por el rendimiento del colector solar plano en cada mes. El resultado se multiplica por el número de días de cada mes.

Así obtenemos la energía que el colector solar plano modelo SKR500 transfiere al sistema de energía solar y que puede ser aprovechada para suministrar agua caliente sanitaria.

Según lo anteriormente expuesto, la fórmula que se aplicará para calcular esta energía incidente será la siguiente:

$$E = H * \eta$$

4.4.7 CÁLCULO DE LA ENERGÍA NETA DISPONIBLE (É)

El colector solar, las tuberías, el depósito inter acumulador y los demás accesorios de una instalación solar térmica alcanzan temperaturas superiores a la temperatura ambiente durante su funcionamiento. Esto provoca la pérdida de calor por conducción a través de las uniones del sistema a tierra y por convección y radiación al ambiente.

Las pérdidas por radiación son en general pequeñas, mientras que las pérdidas por convección son las más importantes. Las pérdidas de calor son una causa importante de la reducción del rendimiento del sistema de energía solar y obligan a aislar la instalación con el fin de minimizarlas.

En el propio colector solar existen pérdidas debido a los distintos fenómenos físicos de transmisión de calor. Estas pérdidas son las siguientes:

- Pérdida de calor frontal por radiación hacia el cielo debido a la absorbancia del colector.
- Pérdida de calor frontal por convección. En general depende de la velocidad del viento.
- Pérdidas de calor posteriores y laterales del colector solar, que dependerán del tipo y espesor del aislamiento. Estas pérdidas se estiman en un 2 o el 3 % de la energía captada.
- Pérdidas por la cara posterior del colector solar. Dependen del tipo y espesor del aislamiento que se utilice.
- Pérdidas hacia arriba por la cara expuesta a la radiación. Depende de la admitancia del colector solar.

Todas estas pérdidas se estiman en un 20 % de la energía captada por el colector solar plano, por lo que la energía que será utilizada para la producción del agua caliente sanitaria es el 80 % de la captada por el colector solar plano.

Así, se calculará la energía neta disponible multiplicando la energía incidente (considerando el rendimiento del colector solar plano), por el 80 % que será la energía que realmente se aproveche.

De esta forma, los cálculos quedan de la siguiente manera:

$$\dot{E} = E * 80\%$$

Con este método hemos hallado la energía solar por metro cuadrado y mes que se dispone para producir el agua caliente sanitaria. Siendo ésta la energía que se considerará en los siguientes cálculos.

80 % corresponde al tanto por ciento de las pérdidas de la instalación. En nuestro caso, las pérdidas se valoran en un 11,75 % (ver apartado de cálculos 2.2). Aunque se recomienda estimar unas pérdidas globales del 20 % y, por tanto, la energía acumulada disponible para el consumo será igual a 0,80 por la que aporta el sistema de colectores.

4.4.8 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE COLECTORA NECESARIA Y DEL NÚMERO DE COLECTORES.

En el apartado anterior hemos hallado la energía neta disponible por metro cuadrado de colector para cada mes del año. En este apartado se calculará el número de colectores necesarios para satisfacer una aportación solar mínima del 60%. Para ello dividiremos la demanda energética anual mínima que deberemos satisfacer entre la energía solar disponible por metro cuadrado. Una vez obtenidos los metros cuadrados de superficie absorbidora, dividiremos éstos por los metros cuadrados de superficie de un panel, calculando así el número de paneles necesarios.

4.4.9 CÁLCULO DE LA ENERGÍA TOTAL OBTENIDA POR EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (ET)

En el apartado anterior hemos hallado la energía neta disponible por metro cuadrado de colector para cada mes del año. En este apartado se calculará la energía total disponible que se puede obtener por el sistema de energía solar térmica. Para ello multiplicaremos la energía neta disponible por la superficie (S) del campo de colectores solares modelo **SKR500**. Los cálculos de la energía total disponible se especifican a continuación según la siguiente fórmula:

$$E_t = \dot{E} * S$$

4.4.10 CÁLCULO DEL DÉFICIT ENERGÉTICO APORTADO POR LA INSTALACIÓN SOLAR.

El déficit de energía de la instalación de energía solar es la diferencia entre la energía necesaria en cada mes y la energía que aporta dicha instalación para la producción del agua caliente sanitaria. Es decir, es la diferencia entre las necesidades energéticas mensuales (Q) y la energía solar disponible (Et).

Este déficit define cuándo la instalación de energía solar suministra toda la energía necesaria y cuándo es necesario que entre en funcionamiento el sistema auxiliar de aportación de energía. Siempre para garantizar un suministro de agua caliente sanitaria en las condiciones de consumo de 60 °C. De modo que el déficit se calcula a continuación según la siguiente fórmula:

$$D_e = Q * E_t$$

4.4.11 CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR.

Para la producción de agua caliente sanitaria es necesario aportar energía para elevar la temperatura del agua. En el sistema objeto del proyecto, esta energía se aportará mediante un sistema de energía solar térmica.

Pero en días nublados y cubiertos, este sistema no podrá proporcionar toda la energía necesaria para el calentamiento del agua sanitaria que se consume en una jornada. La energía que falta la suministra el sistema de aportación de energía auxiliar existente.

En este apartado se calculará el porcentaje de aportación de energía solar en el sistema de agua caliente sanitaria objeto del proyecto. La fracción solar se calculará dividiendo la energía total obtenida Et entre la suma de la energía total obtenida y la energía aportada por el sistema de apoyo, y todo multiplicado por cien, Así los cálculos se realizan a continuación según la siguiente fórmula:

$$F_s = 100 * \left(\frac{E_t}{E_t + D_e} \right)$$

4.4.12 RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN

Para una temperatura de consumo de 60 °C obtenemos los siguientes valores de: consumo, energía aportada, rendimiento y grado de cobertura. Suponemos además una ocupación constante a lo largo del año.

Meses	Consumo mensual	Demanda Energética mensual (MJ/mes)	Energía solar aportada (MJ/mes)	Rendimiento medio del colector (%)	Grado de Cobertura (%)
Enero	10416	2264,02	1170,12	65,65	51,68
Febrero	9408	2005,60	1150,66	64,21	57,37
Marzo	10416	2133,41	1631,54	64,40	76,48
Abril	10080	1980,32	1478,53	62,81	74,66
Mayo	10416	2002,79	1495,24	60,91	74,66
Junio	10080	1896,05	1548,16	61,51	81,65
Julio	10416	1915,71	1563,22	59,34	81,60
Agosto	10416	1959,25	1505,97	59,71	76,86
Septiembre	10080	1938,18	1501,16	61,23	77,45
Octubre	10416	2046,33	1409,56	61,94	68,88
Noviembre	10080	2064,59	1298,83	64,72	62,91
Diciembre	10416	2264,02	1015,80	64,27	44,87
Anual	122640	24470,26	16768,80	62,56	69,09

Tabla 3: Resumen de la instalación

4.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO F-CHART

Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica se sugiere el método de las curvas f (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura de un sistema solar, es decir, de su contribución a la aportación de calor total necesario para cubrir las cargas térmicas, y de su rendimiento medio en un largo período de tiempo. Ampliamente aceptado como un proceso de cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones, no ha de aplicarse para estimaciones de tipo semanal o diario. Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante

ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado período de tiempo.

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029 D_1 - 0,65 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1$$

4.5.1 CÁLCULO DEL SALTO TÉRMICO (ΔT)

Este valor se ha explicado cómo obtenerlo en el punto (4.4.1) de este trabajo, por lo que no entraremos en más detalle al respecto.

4.5.2 CÁLCULO DE LAS CARGAS CALORÍFICAS MENSUALES (Q)

Este valor, así como el cálculo del salto térmico, se ha explicado anteriormente cómo obtenerlo en el punto (3.1.3) de este trabajo, por lo que no entraremos en más detalle al respecto.

4.5.3 ENERGÍA ABSORVIDA POR EL CAPTADOR (E_a)

La radiación que es absorbida por los captadores solares, se realiza en función de la siguiente fórmula:

$$E_a = S_c * F_r'(\tau\alpha) * R_1 * N$$

donde:

S_c = Superficie del captador (m^2)

R_1 = Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (kJ/m^2)

N = Número de días del mes

$F_r'(\tau\alpha)$ = Factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] * (F_r'/F_r)$$

donde:

$F_r(\tau\alpha)_n$ = Factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96 (superficie transparente sencilla) o 0,94 (superficie transparente doble).

F_r' / F_r = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

4.5.4 CÁLCULO DEL PARÁMETRO D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \frac{\text{Energía absorbida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

4.5.5 CÁLCULO DE LA ENERGÍA PERDIDA POR EL CAPTADOR (E_p)

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c * F_r' * U_L * (100 - t_a) \Delta t * K_1 * K_2$$

donde:

$$S_c = \text{Superficie del captador (m}^2\text{)}$$
$$F_r' U_L = F_r U_L (F_r' / F_r)$$

donde:

$F_r U_L$ = Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador)

t_a = Temperatura media mensual del ambiente)

Δt = Período de tiempo considerado en segundos (s)

K_1 = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [\text{kg acumulación} / (75 S_c)]^{-0,25}$$
$$37,5 < (\text{kg acumulación}) / (\text{m}^2 \text{ captador}) < 300$$

K_2 = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = 11,6 + 1,18 * t_{ac} + 3,86 * t_r - 2,32 * t_a / (100 - t_a)$$

donde:

t_{ac} = Temperatura mínima del A.C.S.

t_r = Temperatura del agua de red

t_a = Temperatura media mensual del ambiente

4.5.6 CÁLCULO DEL PARAMETRO (D_2)

El parámetro D_2 expresa la relación entre las pérdidas de energía en el captador, para una determinada temperatura, y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}}$$

Una vez obtenidos D_1 y D_2 , aplicamos dichos volares en la ecuación inicial:

$$f = 1,029 D_1 - 0,65 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1$$

Y así obtenemos la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

4.5.7 CÁLCULO DE LA ENERGÍA ÚTIL CAPTADA CADA MES A (E_u)

Donde la energía útil captada cada mes, E_u , tiene valor:

$$E_u = f Q_a$$

donde:

Q_a = Carga calorífica mensual de A.C.S.

4.6 COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN POR LA HERRAMIENTA CHEQ4 (MÉTODO MetaSol)

CHEQ4 es la nueva herramienta para validar el cumplimiento de la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria en instalaciones solares térmicas, determinado conforme a la sección **HE4 del Código Técnico de la Edificación**. Con esta nueva aplicación, el **IDAE** (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y **ASIT** (Asociación Solar de la Industria Térmica) quieren ofrecer a todos los actores implicados en las labores de control y verificación del cumplimiento de la contribución solar mínima del diseño de instalaciones solares térmicas, así como a los propios diseñadores, una nueva forma rápida y precisa de comprobar el correcto dimensionado de dichas instalaciones. Esta herramienta, desarrollada por AIGUASOL, utiliza como motor la nueva metodología de cálculo **MetaSol**.

CHEQ4 es una herramienta que permite validar el cumplimiento de la contribución solar mínima correspondiente del dimensionado de las instalaciones solares, siempre que estas queden suficientemente representadas dentro de su ámbito de aplicación (configuración elegida, etc.). No obstante, no se trata de una herramienta de diseño.

En este proyecto se presentara una simulación con esta herramienta para comprobar el cumplimiento desde el punto de vista energético, de los requisitos establecidos en la sección HE4.

5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

5.1 ELEMENTOS.

Un sistema de agua caliente sanitaria mediante energía solar térmica consta de diferentes elementos con una función distinta, pero todos ellos son necesarios para un funcionamiento eficiente y seguro de la instalación. No obstante, la importancia de cada elemento depende de la función que realiza dentro del sistema.

Estos elementos se describirán a continuación, especificando sus características técnicas y de funcionamiento.

- Colector solar
- Sistema de intercambio.
- Depósito acumulador.
- Fluido caloportador.
- Bombas.
- Energía auxiliar de apoyo existente, caldera ROCA, NGO 50/20 GT.
- Válvulas y dispositivos de seguridad.
- Tuberías.
- Aislamiento.
- Estructura soporte de los colectores.
- Sistema de control.
- Instalación eléctrica asociada.

5.2 CAPTADOR SOLAR.

El colector solar es el elemento encargado de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al fluido caloportador. Su funcionamiento está basado en el efecto invernadero, consistente en el almacenamiento en su interior de la energía solar y la transformación de la misma en energía térmica. Todo esto impidiendo su salida al exterior en todo el proceso.

Este tipo de colectores captan la energía solar directa y la difusa, por lo que siguen funcionando en los días nublados. Aprovechan la radiación solar difusa que consigue atravesar las nubes (radiación infrarroja), aunque está claro que no lo harán con el mismo rendimiento que en un día totalmente despejado.

Entre la multitud de colectores solares disponibles en el mercado nos hemos decantado por el colector solar plano modelo SKR500 de la marca SONNENKRAFT. Éste posee buenas cualidades de absorción y pérdidas en todos sus elementos, así como resulta idóneo para un montaje independientemente de su ubicación.

5.3 SISTEMA DE INTERCAMBIO.

Por su posición en la instalación, los intercambiadores pueden ser interiores o exteriores. Y por su construcción se clasifican en: de serpentín (helicoidal o haz tubular), de doble envolvente o de placas.

En el presente proyecto, se utilizará un sistema de intercambio de energía entre los circuitos primario y secundario a través de un intercambiador de serpentín incorporado en el acumulador.

Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15, según especifica el Código Técnico de la Edificación.

En caso de aplicación para A.C.S., se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60 °C y siempre en el punto más alejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

Los parámetros que definen a un intercambiador son básicamente el rendimiento y la eficacia de intercambio.

- Se entiende por rendimiento la relación entre energía obtenida a la salida y la introducida en el intercambiador.
- La eficacia se define como la relación entre la potencia calorífica realmente intercambiada y la máxima que podría intercambiarse teóricamente.

En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

5.4 SISTEMA DE ACUMULACIÓN

El sistema de acumulación está compuesto simultáneamente por un acumulador y por un intercambiador de calor.

Este sistema se utiliza para acumular agua caliente sanitaria en las horas de máxima radiación solar. Así, esta agua podrá ser utilizada en los momentos de demanda. La producción de agua caliente sanitaria no suele coincidir con los momentos de consumo, de ahí la necesidad de almacenar esta energía térmica.

Las dimensiones del depósito inter-acumulador deberán ser proporcionadas con respecto al consumo de la edificación. Debe cubrirse la demanda de agua caliente sanitaria de, como mínimo, un día.

Según el Código técnico de Edificación, en **su Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**, el depósito deberá almacenar 28 litros de agua a 60 °C por persona y día el parque de bomberos. Preferentemente, el inter-acumulador será de configuración vertical y se ubicarán en la sala de calderas. En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá elevar la temperatura del acumulador a 60°C, con objeto de prevenir la legionelosis.

El acumulador es de la marca comercial **CRHOMAGEN**. Se trata de un depósito apto para cualquier instalación de calefacción, especialmente en sistemas de baja temperatura.

5.5 CIRCUITO HIDRÁULICO

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado, mediante configuración retorno invertido.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1. En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

En el presente proyecto no ha sido necesario realizar un equilibrado hidráulico del circuito primario mediante una configuración de tuberías en configuración retorno invertido, ya que solo se dispone de un colector.

5.5.1 FLUIDO CALOPORTADOR

El fluido caloportador absorbe el calor captado por el colector y lo transporta por el interior del circuito de tubos primario para posteriormente cederlo al circuito secundario a través de un intercambiador. Este circuito secundario cederá el calor captado al agua de consumo a través del intercambiador de calor existente en el depósito acumulador, elevando así su temperatura a la de consumo.

De modo que el fluido caloportador es el elemento que transporta la energía desde el elemento donde es captada hasta el elemento donde es utilizada.

Como fluido de trabajo para las instalaciones solares de calentamiento de agua sanitaria, la mejor solución es utilizar el agua de la red, sola o con aditivos. Los aditivos más usuales son los anticongelantes aunque en ocasiones se utilizan anticorrosivos.

La solución adoptada es la utilización de una mezcla preparada al 45,3 % de volumen mediante el uso de propilenglicol. Este elemento, añadido al agua, forma una mezcla con un punto de fusión bajo que evita la congelación. El calor específico del fluido resultante es de 3,75 KJ/Kg °C, superior a los 3 KJ/Kg °C que exige el CTE. Este método obliga a utilizar un intercambiador de calor para independizar el circuito del colector del circuito del agua de consumo que, obviamente, debe ser potable.

Esta mezcla tiene las propiedades necesarias para soportar las temperaturas extremas que se puedan producir en el circuito primario del sistema de agua caliente sanitaria por energía solar.

5.5.2 TUBERÍAS

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

El cobre es el material más aconsejable por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo.

Según los cálculos realizados y siguiendo la norma UNE-EN 1.057 usaremos los diámetros establecidos en los planos de la instalación.

5.5.3 BOMBAS DE CIRCULACIÓN.

La bomba de circulación es el equipo que produce el movimiento del agua en las conducciones de la instalación. Hace que el líquido circule por el circuito venciendo las pérdidas de presión que motivan el rozamiento con

las tuberías, así como las pérdidas de carga localizadas que, al paso del agua, oponen las válvulas, filtros, accesorios, etc.

Las características de funcionamiento de una bomba circulada vienen definidas por el caudal de fluido que debe circular, y la presión de debe aportar al fluido para vencer todas las pérdidas de carga del circuito: lo que se denomina altura manométrica de la bomba.

Las bombas nunca deben instalarse en los puntos altos de la instalación, ya que pueden suponer una trampa para el aire. En la elección de la bomba se debe tener en cuenta el tipo de fluido a circular, su densidad, su temperatura y si el circuito es cerrado o abierto.

Se instalará una bomba de circulación en el circuito primario para hacer circular el líquido caloportador por el colector y por el intercambiador de calor. De esta manera, la circulación por el circuito primario será forzada. Esto supondrá un gasto energético al consumir las bombas energía eléctrica. Pero este consumo es necesario para el funcionamiento de sistemas de circuitos cerrados. Sin embargo, este tipo de sistemas tienen un mayor rendimiento que justifica la utilización de la bomba y su consumo de energía.

Entre los diversos modelos de cada marca, hemos de seleccionar aquél que mejor se adapte a los valores que hemos calculado. En el presente proyecto nos hemos decantado por la utilización de la siguiente bomba: UP 20-30 N

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

5.5.4 VASO DE EXPANSIÓN

Su finalidad es la de absorber las dilataciones del fluido caloportador. Todas las instalaciones de agua caliente sanitaria deben equiparse con depósitos de expansión y, en cualquier caso, la capacidad del mismo debe ser suficiente para admitir esta expansión del líquido caloportador.

Nos hemos decantado por un depósito de fácil montaje en cualquier lugar de la instalación, no requiere aislamiento, no absorbe oxígeno del aire y no tiene pérdidas por evaporación del fluido.

Se define como volumen útil del depósito (V), aquél que debería tener para absorber la dilatación térmica de la totalidad del fluido de la instalación (VT), desde la temperatura fría (de reposo) hasta la temperatura máxima de trabajo que se considere.

El dimensionado del vaso de expansión se realizara según indica el RITE, el cual, hace referencia a la Norma UNE 100.155 “Diseño y cálculo de sistemas de expansión”.

La Norma UNE anteriormente mencionada nos indica que el vaso de expansión se dimensionará según la siguiente ecuación (para vasos de expansión cerrados con diafragma):

$$V_t = V * C_e * C_p * f_c$$

donde:

V_t:	Volumen total del vaso de expansión.
V:	Contenido total de agua en el circuito.
C_e:	Coefficiente de expansión.
C_p:	Coefficiente de presión.
f_c:	Factor de corrección por glicol etilénico.

El coeficiente de expansión se calculará mediante la siguiente fórmula para temperaturas comprendidas entre 30 °C y 120 °C, ambas incluidas.

$$C_p = (3,24 * t^2 + 102,13 * t - 2.708,3) * 10^6$$

donde:

t:	Temperatura del agua.
-----------	-----------------------

Si se utiliza una solución de glicol etilénico en agua se aplicará el siguiente factor de corrección:

$$f_c = a * (1,8 * t + 32)^b$$

donde:

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

$$a = -0,0134 * (G^2 - 143,8 * G + 1.917,2)$$

G: Porcentaje de glicol etilénico.

Esta fórmula es válida para un contenido de glicol etilénico entre el 20% y el 50% en volumen y para temperaturas de 65 °C hasta 115 °C.

El coeficiente de presión se calculará mediante la siguiente fórmula para vasos de expansión cerrados con:

$$C_P = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

donde:

P_M: Presión máxima en el vaso.
P_m: Presión mínima en el vaso.

El depósito de expansión se instalará preferentemente en la aspiración de la bomba circuladora.

Para este proyecto se ha elegido el modelo **VASOFLEX/X 18L** de la marca **ROCA**. Tiene 18 litros de capacidad.

El depósito de expansión para el circuito primario será tendrá las siguientes características técnicas.

- Capacidad del vaso 18 litros
- Altura 333 mm
- Diámetro 328 mm
- Rosca 3/4"
- Presión 10 bar
- Temp. máxima 110 °C
- Resistente a: Etilenglicol y propilenglicol

5.5.5 VÁLVULA DE SEGURIDAD

Este elemento dota a la instalación de una medida de confianza más. Es una válvula que garantizará la robustez y la seguridad del sistema.

En la práctica, es muy conveniente dotar la instalación de válvulas de seguridad contra posibles sobrepresiones. En general, estas posibles sobrepresiones no ocurrirán, pues serán absorbidas por el vaso de expansión o por la propia red. Pero pueden darse por accidente o descuido, como sucedería si se cerrasen dos llaves de paso de una rama primaria (al incidir los rayos de sol sobre el captador y calentar el líquido, éste se dilataría y acabaría rompiendo la rama o algún panel al no poder salir). Dado el reducido precio de las válvulas de seguridad, deben colocarse éstas en todos aquellos tramos que pudieran quedar bloqueados como en el ejemplo anterior.

En esencia, el principio de funcionamiento es el siguiente: si la presión en el punto donde se instala la válvula es suficiente para vencer la resistencia de un muelle, la válvula abre dejando escapar una parte de líquido (o vapor) del circuito, por lo que disminuye la presión. Dicha presión de apertura debe

ser menor que la presión máxima de trabajo del elemento más sensible de la instalación.

Su colocación está obligada por la legislación para todos aquellos circuitos sometidos a presión y a variaciones de temperatura.

La válvula de seguridad del circuito primario que se ha empleado en esta instalación tiene las siguientes características:

Cierre de goma
Temperatura máxima: 130 °C
Presión tarado: 6 Kg/cm²
Rosca (diámetro): ¾"
Conexión: Hembra-Hembra
Composición: Latón

5.5.6 PURGADOR Y DESAIREADOR

En los puntos altos de salida de las baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado que impida la correcta circulación además de provocar corrosiones, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

5.5.7 MANÓMETROS

Son los encargados de darnos el valor de la presión en el circuito, en kg/cm² o en metros de columna de agua. La escala de los mismos suele estar comprendida entre 0 y 6 kg/cm².

5.5.8 TERMÓMETROS Y TERMOSTATOS

Los termómetros son los encargados de calcular la temperatura del fluido. Los termostatos, a su vez, son los encargados de transformar una lectura de temperatura en una señal eléctrica que ponga en funcionamiento un determinado mecanismo.

Ambos se pueden clasificar en dos tipos: de contacto y de inmersión. Entre los primeros encontramos los de abrazadera, que se colocan en contacto con la tubería a través de la citada pieza. Los de inmersión, en cambio, van

introducidos en una vaina que se coloca en el interior de la tubería, con lo que su fiabilidad es mucho mayor al ser el contacto con el fluido mucho más directo.

5.5.9 VÁLVULAS ANTIRRETORNO

Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario. Fundamentalmente las hay de dos tipos: de clapeta y de obús. Estas últimas son poco aconsejables para el circuito primario debido a su elevada pérdida de carga.

5.5.10 VÁLVULAS DE PASO

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones. Diferentes tipos de válvulas son: las de asiento, las de compuerta, las de bola o esfera y las de mariposa.

Las válvulas de bola o esfera se basan en un elemento obturador formado por una bola de acero inoxidable, la cual posee un orificio del mismo diámetro que la tubería en la que se coloca. Por lo tanto, la pérdida de carga es mínima cuando están abiertas.

5.5.11 GRIFO DE VACIADO

Su uso se pone de manifiesto cuando es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario por labores de mantenimiento o reposición del algún elemento del circuito. Para conseguirlo con rapidez y comodidad se debe de colocar en la parte inferior de los circuitos.

5.5.12 CONTADOR DE ENERGÍA TÉRMICA

Por tratarse de instalaciones con acumuladores solares distribuidos, no se contempla la instalación de estos equipos en este proyecto técnico.

5.6 AISLAMIENTO

El objetivo del aislamiento es que los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones de agua caliente para usos sanitarios estén aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción (minimizar pérdidas).

Así mismo, también tiene como objetivo el poder cumplir las condiciones de seguridad para evitar accidentes con superficies calientes. El aislamiento cumplirá siempre con las diversas normas establecidas: UNE 100171 y UNE 100172.

Recordando las conducciones de nuestra instalación, éstas tienen un diámetro exterior, según el tramo de la instalación, de valor el mostrado en la siguiente tabla incrementado en 5 mm. (Según indica el RITE en su Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.1.2. para redes de agua caliente sanitaria):

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100..180
D<=35	25	25	30
35<D<=60	30	30	40
60<D<=90	30	30	40
90<D<=140	30	40	50
140<D	35	40	50

Tabla 4: Tabla extraída del RITE (reglamento de instalaciones térmica en edificios)

Para conducciones externas el espesor se incrementará en 40 mm.

Estos cálculos están realizados para materiales con una conductividad térmica a 20 °C de 0,40 W/(m·K) y condiciones estándar del ambiente interior y exterior.

El aislamiento térmico utilizado para todas las tuberías y elementos del circuito primario se llevará a cabo con espuma elastomérica.

- **Primario:** En circuito primario utilizaremos un aislante con un espesor de aislamiento de 40 mm tanto en el exterior como en el interior. Dicho aislante será de la marca K-FLEX.
- **Secundario:** Sistema existente a reutilizar.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc., serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados.

5.7 ESTRUCTURA SOPORTE

Su función es sujetar y fijar los colectores con la inclinación y orientación calculada en el proyecto. Las características de una buena estructura

soporte son las de rapidez de montaje, coste bajo y seguridad en el anclaje y sujeción.

El tipo de anclaje dependerá de la ubicación de los colectores según estén:

- Sobre superficie plana, ya sea a nivel del suelo o en cubierta plana.
- Sobre parámetro vertical (fachadas).
- Sobre superficie inclinada, es decir, cubierta inclinada. En este caso cabe destacar:
 - ✓ Integrados en la cubierta, es decir, los paneles forman la cubierta.
 - ✓ Montados sobre la cubierta.

También dependerá de las fuerzas que actúen sobre él como consecuencia de la presión del viento a la que se ve sometido. Especialmente debemos de tener cuidado a los esfuerzos de tracción que se producen sobre los anclajes y originados por los vientos.

Asimismo es importante dotar a la estructura de una protección contra la corrosión, en el caso generalizado en que esta sea de hierro. Igualmente los materiales de sujeción de los colectores a la estructura deben de ser protegidos de la corrosión o ser de acero inoxidable.

La estructura soporte está diseñada por el fabricante de los colectores solares, es decir, **SONNENCRAFT**. Este fabricante tiene sistemas de anclaje para los distintos modelos de tejados planos, inclinados o verticales y ya sea en montaje vertical como horizontal.

Para hallar la resistencia a la que debe de hacer frente la estructura es necesario calcular antes todas y cada una de las fuerzas que entran en juego: las debidas al viento y las debidas al peso de la propia estructura y colectores.

El primer paso consistirá en calcular la fuerza que el viento ejerce sobre los paneles. Dicho cálculo se describe a continuación.

El viento ejerce una presión sobre los cuerpos que se interponen en su camino. A mayor velocidad del viento, mayor presión. Los cuerpos tienen superficie y dicha presión se traducirá en una fuerza sobre éstos.

Puesto que la presión es por definición una fuerza por unidad de superficie, la fuerza f del viento se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$f = p \cdot S \cdot \text{sen } \alpha$$

donde:

- p es la presión del viento
 - S la superficie del panel
 - α el ángulo formado por la dirección del viento incidente y la normal al plano del campo de colectores (también es la propia inclinación del panel).
- Nótese que la superficie del panel que ve el viento es ($S \cdot \sin \alpha$) y no S .

Al incidir la fuerza f producida por el viento sobre el panel, ésta se descompone en las fuerzas f_1 y f_2 . La fuerza f_1 es la normal a la superficie del colector y la fuerza f_2 es la paralela a ésta. Sólo nos interesa la fuerza f_1 , que es la que puede arrancar al panel de la estructura que lo soporta. La fuerza f_2 provocará el deslizamiento del aire a lo largo de la superficie y pequeñas turbulencias.

Así, tenemos que

$$f_1 = f \cdot \sin \alpha$$

$$f_2 = f \cdot \cos \alpha$$

Utilizando las fórmulas anteriores, la fuerza f_1 normal a la superficie del panel se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$f_1 = p \cdot S \cdot \sin^2 \alpha$$

Donde,

- p es la presión del viento
- S la superficie del panel
- α es la inclinación de éste respecto a la horizontal

Para la instalación de la estructura se deberá consultar el manual de montaje de los colectores facilitado por el fabricante.

Dichos colectores estarán colocados en una estructura sobre una cubierta con 35° de inclinación. Esta cubierta deberá soportar una fuerza de 404,99 N, la estructura irá sujeta al suelo con tornillos, los cuales soportarán una fuerza en los colectores se venden con su estructura correspondiente, realizada por la misma empresa.

Alicante, 06 de Septiembre de 2017

Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Ingeniera Electricista

CÁLCULOS



ÍNDICE:

CÁLCULOS.....	60
1 ESTUDIO ENERGÉTICO.....	63
1.1 DATOS DE PARTIDA.....	63
1.2 EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ACS.	63
2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS.....	64
2.1 OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	64
2.2 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	65
2.3 PÉRDIDAS POR SOMBRAS.....	67
3 CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	70
3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO CENOSOLAR.....	70
3.1.1 ESTIMACIÓN DE OCUPACIÓN Y CONSUMO.....	70
3.1.2 SALTO TÉRMICO (ΔT).....	70
3.1.3 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS (Q).	70
3.1.4 CÁLCULO DE LA RADIACIÓN MEDIA MENSUAL SOBRE UNA SUPERFICIE INCLINADA (H). 71	71
3.1.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA ÚTIL DE RADIACIÓN SOLAR (I).....	71
3.1.6 CÁLCULO DEL VALOR DE (X).....	72
3.1.7 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (η).....	73
3.1.8 CÁLCULO DE LA ENERGÍA INCIDENTE CONSIDERANDO EL RENDIMIENTO DEL COLECTOR (E). 73	73
3.1.9 CÁLCULO DE LA ENERGÍA NETA DISPONIBLE POR M ² DE COLECTOR SOLAR (\dot{E}).....	74
3.1.10 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE COLECTORA NECESARIA Y DEL NÚMERO DE COLECTORES. 75	75
3.1.11 CÁLCULO DE LA ENERGÍA TOTAL OBTENIDA POER EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (Et).	75
3.1.12 CÁLCULO DEL DÉFICIT ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN (D _e).....	76
3.1.13 CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR.....	76
3.1.14 RESULTADOS DE COMPROBACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN POR METODO CENOSOLAR.....	79
3.2 CÁLCULO SEGÚN EL MODELO CURVAS F-CHART.....	80
3.2.1 TABLAS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS.....	80
3.2.2 TABLA DE SIMULACIÓN MODELO CURVAS F-CHART.....	81
3.2.3 RESULTADOS DE COMPROBACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN POR METODO CURVAS F-CHART.....	82
3.3 CÁLCULO SEGÚN EL MODELO CHEQ4 (MetaSol).....	83
3.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS.....	85
4 CÁLCULO DEL RESTO DE ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	86

4.1	SISTEMA DE CAPTACIÓN	86
4.2	SISTEMA DE ACUMULACIÓN	86
4.3	TUBERÍAS.....	86
4.3.1	PÉRDIDAS DE CARGA DEL CIRCUITO PRIMARIO.....	87
4.3.2	PÉRDIDAS DE CARGA DEL CIRCUITO SECUNDARIO.....	88
4.4	INTERCAMBIADOR	88
4.5	VASO DE EXPANSIÓN	89
4.6	AISLAMIENTO.....	90
4.7	BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	91
4.8	ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	91



1 ESTUDIO ENERGÉTICO

1.1 DATOS DE PARTIDA

El edificio se encuentra en Alicante. Donde se consideran los siguientes datos geográficos y climatológicos:

- Latitud: 38,3487 °
- Longitud -0,4839 °
- Altitud [m]: 3 m
- Velocidad media del viento [Km/h]: 9
- Temperatura máxima en verano [°C]: 31
- Temperatura mínima en invierno [°C]: -5

Mensualmente, los datos que consideraremos son los reflejados en la siguiente tabla resumen:

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temp. media ambiente (°C)	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14
Temp. media agua red (°C)	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8

Tabla 5: Temperatura media de ambiente y agua de red

Los datos de la temperatura del agua de red, así como los de la temperatura ambiente media, etc. son recogidos de la base de datos de Censolar “Centro de estudios de la energía solar”.

1.2 EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ACS.

Basándonos en el **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía, Apartado 3.1.1, Punto 1**, debemos suministrar un volumen de agua de 21 l/pers*día para las duchas del parque de bomberos a una temperatura de 60° C.

Una vez establecidos los consumos y estudiado las características del parque de bomberos y el local, el consumo necesario del edificio en litros por día será el que vemos a continuación:

	Número de duchas	Número de personas	Volumen por persona (l/día)	Consumo (l/día)
Parque de bomberos	7	12,00	28,00	336,00
Consumo total en litros del edificio por día:				336,00

Tabla 6: Consumo total en litros del edificio por día

2 CÁLCULO DE PÉRDIDAS

2.1 OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objeto del presente proyecto es el diseño y dimensionado de una instalación de agua caliente sanitaria (A.C.S.) mediante la utilización de un sistema de energía solar térmica de baja temperatura, como medio de aportación de calor. Para el caso presente debemos de cubrir el 60% del factor solar anual ya que la ciudad de Alicante se encuentra en la zona V del mapa de zonas climáticas del **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía (Figura 13)**.

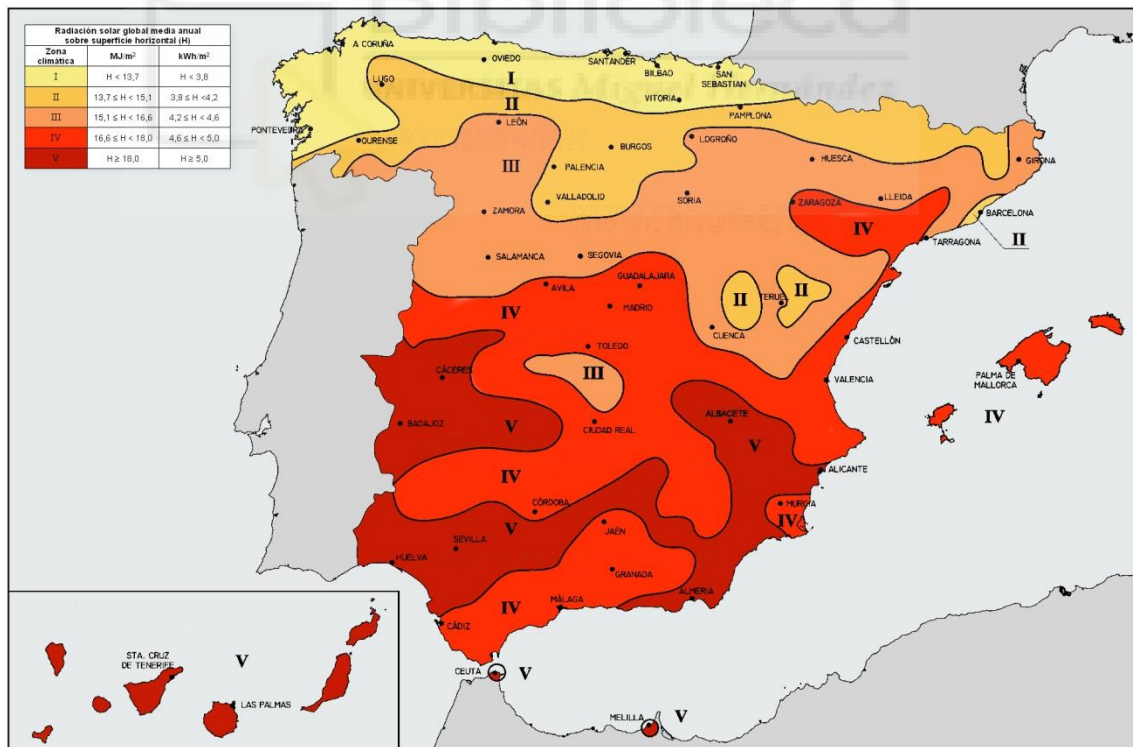


Figura 13: Método Gráfico de Cálculo de las Pérdidas por Orientación e Inclinación según el pliego de condiciones del IDAE

El dimensionado de la superficie captadora se realiza mediante el método de cálculo de Censolar “Centro de estudios de la energía solar”.

2.2 PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

El campo de colectores, por la situación geográfica y la estructura arquitectónica del edificio, tendrá las siguientes características:

- Inclinación: 35° (caso de superposición contemplado por el CTE, con el campo de colectores colocado de forma paralela a la envolvente del edificio)
- Orientación: 55° de azimut sur-oeste.
- Vamos a tratar de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación de los captadores están dentro de los límites permitidos para nuestra instalación.

Conocido el azimut, calcularemos los límites de inclinación para el caso de latitud igual a 41° que ofrece el **Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**. Este documento garantiza que las pérdidas por orientación e inclinación no superen un porcentaje del 20% para el caso de superposición del campo de colectores sobre la cubierta del edificio. En este proyecto, se ha considerado oportuno ser más restrictivo en este sentido y se intentará limitar en lo posible el porcentaje de pérdidas por inclinación y orientación a un 15%, aproximadamente, para garantizar una mejor validez en la inclinación de 35° escogida para los colectores.

Para obtener dichas pérdidas, el **Código Técnico** especifica dos métodos alternativos de cálculo:

- método gráfico
- método analítico

En el objeto de este estudio, se ha estimado oportuno desempeñar ambos métodos para mejorar el contraste de los resultados obtenidos.

Método Gráfico

En este método los dos puntos de intersección de los círculos interior y exterior para el límite de pérdidas del 10% con la recta de azimut nos proporcionan los siguientes valores:

$$\text{Inclinación máx.} = 61 - (41 - 38,35) = 58,35^\circ$$

$$\text{Inclinación mín.} = 5 - (41 - 38,35) = 2,35^\circ$$

En la *Figura 14* se muestra el procedimiento gráfico realizado, donde la recta en color azul refleja el azimut de 55° sur-oeste, los dos círculos azules indican la máxima y la mínima inclinación permitidas y el círculo verde demuestra que la inclinación de 35° empleada se encuentra entre ambos límites:

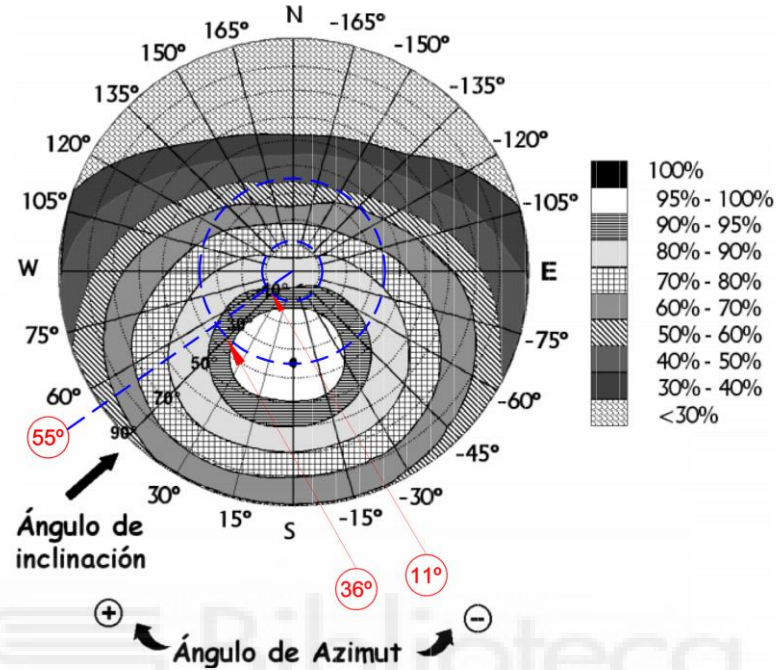


Figura 14: Método Gráfico de Cálculo de las Pérdidas por Orientación e Inclinación según el pliego de condiciones del IDAE

Las pérdidas por orientación e inclinación según el método de cálculo analítico que indica el Código Técnico serán:

$$Pérdidas(\%) = 100x[1,2x10^{-4}x(\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5x10^{-5}\alpha^2]$$

donde:

- β = Ángulo inclinación
- β_{opt} = Latitud del emplazamiento
- α = Ángulo de azimut

$$Pérdidas(\%) = 100x[1,2x10^{-4}x(35^\circ - 38,3437^\circ)^2 + 3,5x10^{-5}(55^\circ)^2] = 11,72\%$$

En resumen, según los dos métodos vistos, tenemos:

Pérdidas por orientación e inclinación			
Método	Orientación	Inclinación	Pérdidas
Método Gráfico	55 ° sur-oeste	35°	10%
Método Analítico	55 ° sur-oeste	35°	11,75%

Tabla 7: Pérdidas por orientación e inclinación

Como podemos ver, la forma de cálculo gráfica es menos restrictiva, por lo que elegiremos las pérdidas del cálculo analítico para el cálculo total de la instalación.

Por tanto, el sistema cumple lo especificado en el **Código técnico de Edificación en su Documento Básico HE 4: Ahorro de Energía**, ya que las pérdidas máximas por orientación e inclinación obtenidas son del 11,75 % y en dicho

Documento Básico se estipula que éstas no superen el 20% para el caso de superposición del campo de captación sobre la cubierta del edificio.

2.3 PÉRDIDAS POR SOMBRAS.

La superficie de estudio está ubicada en la *Avenida Jaime II, 23, Alicante, 03004*. Las características de la superficie son las siguientes:

- Inclinación: 35° (caso de superposición contemplado por el CTE, con el campo de colectores colocado a través de una estructura sobre la terraza del edificio).
- Orientación: 55° de azimut sur-oeste.

Representación del perfil de obstáculos y cálculos de las pérdidas por sombras:

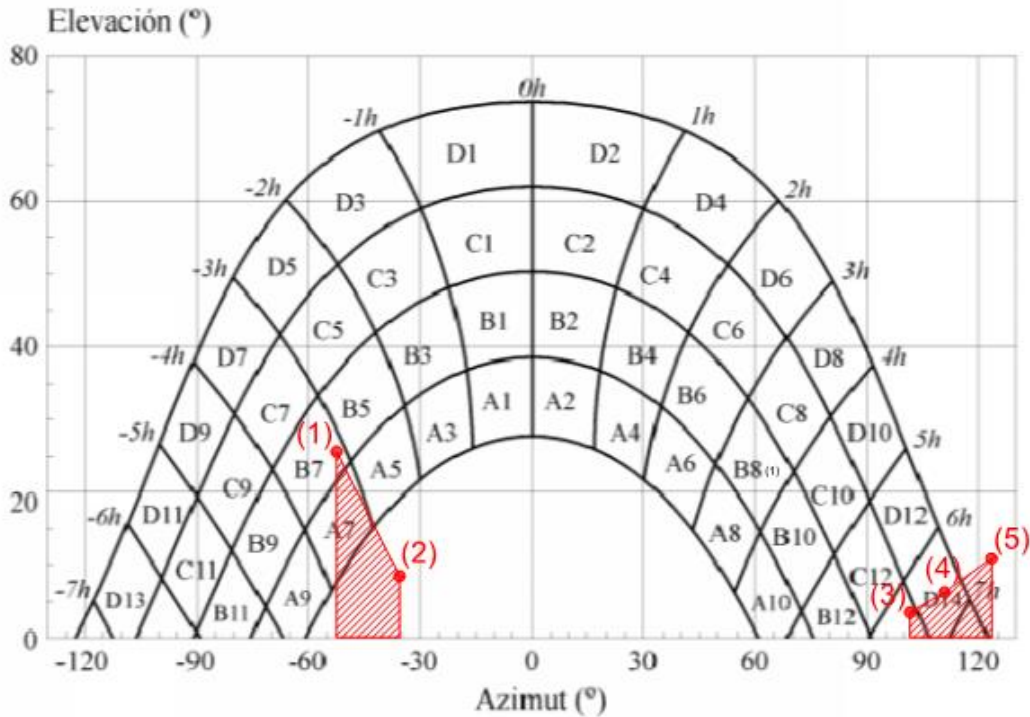


Figura 15: Diagrama de trayectorias del Sol.

Según el CTE HE4 cogemos la tabla que más se adecue a nuestra instalación, en este caso es la Tabla 5-J.

Tabla 5-J

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla 8: 5-J Tabla de referencia

Calculo de las perdidas por sombras:

Sector	% Sombra
B7	25
B9	25
A9	75

$$\text{Perdidas por sombras} = (0.25 \cdot 1.51) + (0.75 \cdot 1.51) + (0.5 \cdot 0.12) = 1.57\%$$

Por el tipo de construcción, posicionamiento de las placas y situación del edificio, las pérdidas por sombras de la instalación serán del 1.57%, que se encuentra muy por debajo de lo que el código técnico de la edificación propone del 10%. Además, tampoco se prevé que en un futuro se proyecten sombras de obstáculos o edificios cercanos a la superficie de estudio.



3 CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.

3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN METODO CENOSOLAR

3.1.1 ESTIMACIÓN DE OCUPACIÓN Y CONSUMO

Al principio de esta sección, hemos de indicar que se considerará en el parque de bomberos el 100% del uso de las duchas a lo largo de todo el año y que se va a aplicar un sistema de acumulación distribuido siguiendo las recomendaciones que marca el Código Técnico de la Edificación.

Para un total anual tendremos un consumo de: 114.975 lts.

3.1.2 SALTO TÉRMICO (ΔT)

Para cada mes del año, tendremos una temperatura distinta del agua de la red. Puesto que la temperatura de acumulación de A.C.S. se ha fijado en 60°C, se producirá un salto térmico a considerar entre ambas. Este salto térmico influirá en las prestaciones de rendimiento de la instalación.

Tanto la temperatura del agua de la red como la del salto térmico correspondiente, se reflejan en la siguiente tabla resumen:

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura media agua red (°C)	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
Salto térmico de ΔT (°C)	52	51	49	47	46	45	44	45	46	47	49	52

Tabla 9: Salto térmico de temperatura

3.1.3 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS (Q).

La necesidad energética viene dada por la expresión:

$$Q = m * C_p * (\Delta T) * N^{\circ} \text{ días}$$

donde:

- Q es la necesidad energética mensual MJ / mes
- m es la cantidad de agua a calentar cada día (volumen acumulación)

Cp es el calor específico del agua 4.18 KJ / litro = 1 Kcal/litro
 ΔT es el incremento de temperatura que experimenta el agua en C°
 N° días es el número de días de cada mes.

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Necesidad Energética Mensual(MJ)	2264,02	2005,60	2133,41	1980,32	2002,79	1896,05	1915,71	1959,25	1938,18	2046,33	2064,59	2264,02
Necesidad Energética Diaria (MJ)	73,03	71,63	68,82	66,01	64,61	63,20	61,80	63,20	64,61	66,01	68,82	73,03

Tabla 10: Necesidad energética diaria

Siendo la demanda energética anual resultante: **24.470,26 MJ.**

Como pretendemos satisfacer el 65% de la necesidad energética anual, hemos de considerar, a efectos de cálculo de la superficie colectora, una demanda energética anual de: **15.905,67 MJ.**

3.1.4 CÁLCULO DE LA RADIACIÓN MEDIA MENSUAL SOBRE UNA SUPERFICIE INCLINADA (H).

Para la realización del cálculo de la radiación media sobre el campo de colectores, estableceremos cual es la radiación diaria sobre la horizontal (inclinación 0°). Para ello, utilizaremos los datos de irradiación sobre superficie horizontal de Alicante tabulados por la Agencia Valenciana de la Energía.

Posteriormente se procederá a aplicar un factor de corrección “k” para superficies inclinadas en la latitud perteneciente a la provincia de Alicante. Para el objeto de este proyecto, utilizaremos el factor correspondiente a 35°, ya que esta será la inclinación de nuestra superficie de absorción. De esta forma, se obtiene la siguiente radiación para la inclinación dada:

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Radiación Inclinación 35° (MJ/m ² *día)	15,90	17,70	22,60	21,70	21,90	23,20	23,50	22,50	22,60	20,30	18,50	14,10

Tabla 11: Radiación por inclinación tabulados por la Agencia Valenciana de la Energía

3.1.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MEDIA ÚTIL DE RADIACIÓN SOLAR (I)

A continuación, se dividirá la radiación diaria media entre el número de horas de sol útiles medias de cada mes, obteniendo la intensidad media útil para cada mes según la siguiente fórmula:

$$I = \frac{H * 10^6}{N^{\circ} \text{ de horas} * 3600} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Los resultados obtenidos son de gran importancia ya que serán utilizados para calcular el rendimiento del colector solar plano de la instalación, puesto que la intensidad media útil de la radiación solar interviene en la fórmula de cálculo del rendimiento del colector. Siendo el cálculo de este rendimiento esencial para el diseño de la instalación objeto del proyecto.

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº horas sol útiles	8,00	9,00	9,00	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,00	9,00	8,00	7,50
Radiación Inclinación 35° (MJ/m²*día)	15,9	17,7	22,6	21,7	21,9	23,2	23,5	22,5	22,6	20,3	18,5	14,1
Intensidad media útil (W/m²)	552,1	546,3	697,5	634,5	640,4	678,4	687,1	657,9	697,5	626,5	642,4	522,2

Tabla 12: Intensidad media útil

3.1.6 CÁLCULO DEL VALOR DE (X)

Este valor se obtiene según la siguiente formula:

$$X = (T_m - T_a) / I$$

donde:

- T_m temperatura media del fluido calorportador C°
- T_a es la temperatura ambiente C°
- I es la intensidad media útil W / m²

A continuación, hallamos 'X' para cada mes:

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Tº media colector (ºC)	34,3	37,2	45,4	47,8	54,2	59,3	65,9	63,5	60,4	50,6	42,9	35,7
Tº media ambiente (ºC)	13,0	14,0	16,0	18,0	21,0	25,0	28,0	28,0	26,0	21,0	17,0	14,0
Intensidad media útil (W/m²)	527,8	530,9	691,4	643,3	657,9	701,8	707,6	669,6	694,4	611,1	614,6	496,3
X	0,040	0,044	0,043	0,046	0,050	0,049	0,054	0,053	0,050	0,048	0,042	0,044

Tabla 13: cálculo de "X"

3.1.7 CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DEL COLECTOR SOLAR (η)

Seleccionamos un colector solar de la marca **SONNENKRAFT**, modelo **SKR500**, el cual tiene la siguiente curva de rendimiento de segundo orden que se obtiene a partir de los datos del fabricante:

$$\eta = 82 - 3,82 * X - 0,0108 * X^2 * I$$

A partir de ella, se hallará el rendimiento mensual del captador y la superficie colectora necesaria para nuestra instalación.

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
X	0,0	0,044	0,043	0,046	0,050	0,049	0,054	0,053	0,050	0,048	0,042	0,044
η (%)	65,7	64,2	64,4	62,8	60,9	61,5	59,3	59,7	61,2	61,9	64,7	64,3

Tabla 14: Rendimiento del colector solar

Rendimiento medio anual del captador: **62,56%**.

Como se explica en el Pliego de Condiciones, el rendimiento del captador es mayor que un 40 % cada mes y que un 20% en la media anual, con lo que se cumple con lo especificado en el Código Técnico de la Edificación.

Además, este Código marca que el coeficiente global de pérdidas del captador debe ser menor que 10 W/m² °C. Para el colector solar escogido en este trabajo, este coeficiente de pérdidas resulta ser el siguiente:

Coef= $k_1+k_2*(T_m-T_a)$		(W/m ² *°C)
K ₁	3,821	(W/m ² *°C)
K ₂	0,0108	(W/m ² *°C)

Tabla 15: Coeficientes del colector solar

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Coeficiente Global de pérdidas (W/m ²)	4,1	4,072	4,139	4,143	4,180	4,191	4,230	4,204	4,193	4,141	4,101	4,055

Tabla 16: Coeficiente global de pérdidas

Con lo anterior se comprueba que se cumple también con esta condición y que el colector solar escogido cumple con la normativa.

3.1.8 CÁLCULO DE LA ENERGÍA INCIDENTE CONSIDERANDO EL RENDIMIENTO DEL COLECTOR (E).

Esta energía incidente se calcula multiplicando la radiación solar que incide por día y metro cuadrado de superficie por el rendimiento del colector solar

plano en cada mes y multiplicando el resultado por el número de días de cada mes.

$$E = H * \eta$$

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Energía bruta mensual H (MJ/m ²)	492,9	495,6	700,6	651,0	678,9	696,0	728,5	697,5	678,0	629,3	555,0	437,1
η (%)	65,7	64,2	64,4	62,8	60,9	61,5	59,3	59,7	61,2	61,9	64,7	64,3
Energía bruta mensual total E (MJ/m ²)	323,6	318,2	451,2	408,9	413,5	428,1	432,3	416,5	415,1	389,8	359,2	280,9

Tabla 17: Energía bruta mensual total

3.1.9 CÁLCULO DE LA ENERGÍA NETA DISPONIBLE POR M² DE COLECTOR SOLAR (É).

La energía neta diaria se ve reducida por diversos factores, tales como pérdidas de calor en las conducciones y acumulación, características del consumo y pérdidas por orientación e inclinación.

Para nuestro caso, ello implica la aplicación de un factor de reducción del 11,75 %, como se ha visto anteriormente. Aunque tomaremos como factor de aplicación pérdidas mayores (un 15% de la aportación solar por m²) para obtener unos resultados más exigentes y restrictivos que permitan garantizar la normativa vigente de forma más holgada.

$$\acute{E} = E * 0,80$$

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Energía bruta mensual total E (MJ/m ²)	323,6	318,2	451,2	408,9	413,5	428,1	432,3	416,5	415,1	389,8	359,2	280,9
Perdidas (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Energía neta É (MJ/m ²)	258,9	254,6	361,0	327,1	330,8	342,5	345,8	333,2	332,1	311,8	287,4	224,7

Tabla 18: Energía neta

Por tanto:

Total energía neta anual por m² de colector solar: **3.709,9 MJ/m²**.

3.1.10 CÁLCULO DE LA SUPERFICIE COLECTORA NECESARIA Y DEL NÚMERO DE COLECTORES.

Tenemos:

- ✓ Total energía neta por m² de colector solar: **3.709,9 MJ/m²**
- ✓ Necesidad energética anual (considerando el 65%): **15.905,67 MJ.**

Luego:

Superficie colectora = 15.905,67 / 3.709,9 = **4,287 m²** aprox. de superficie colectora.

En conclusión, para satisfacer el 70% de las necesidades energéticas solares para las duchas del parque de bomberos, se emplearán 3 paneles solar de la marca **SONNENKRAFT**, modelo **SKR500**, con una superficie absorbadora de **2,26 m²** cada uno. La ubicación de dicho colector aparece en el plano correspondiente del presente proyecto.

Analizada la superficie colectora que se requiere, pasamos a determinar el porcentaje de sustitución de energía que conseguiremos, así como el ahorro energético que podemos obtener para la instalación.

3.1.11 CÁLCULO DE LA ENERGÍA TOTAL OBTENIDA POER EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (Et).

La energía solar que nos aportará nuestro sistema mensualmente será:

$$Et = \acute{E} * S$$

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Energía neta \acute{E} (MJ/m ²)	258,9	254,6	361,0	327,1	330,8	342,5	345,8	333,2	332,1	311,8	287,4	224,7
Superficie colectora m ²	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52	4,52
Energía neta Total Et (MJ)	1170,1	1150,7	1631,5	1478,5	1495,2	1548,2	1563,2	1506,0	1501,2	1409,6	1298,8	1015,8

Tabla 19: Energía neta solar

Por tanto: **Aporte energético anual: 17.818,2 MJ**

Como puede observarse, el aporte energético anual por energía solar es ligeramente superior a la necesidad energética anual calculada con anterioridad y de valor **15.905,67 MJ**. Con lo que se garantizan los mínimos requeridos de aportación solar anual.

3.1.12 CÁLCULO DEL DÉFICIT ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN (D_e)

El déficit de energía aportado por la instalación de energía solar es la diferencia entre la energía necesaria en cada mes y la energía que aporta dicha instalación para el calentamiento del agua caliente sanitaria.

Es decir, se trata de la diferencia entre las necesidades energéticas mensuales (Q) y la energía solar disponible (E_s):

$$D_e = Q - E_s$$

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Energía necesaria Q (MJ)	2264,0	2005,6	2133,4	1980,3	2002,8	1896,0	1915,7	1959,2	1938,2	2046,3	2064,6	2264,0
Energía neta Total E_t (MJ)	1170,1	1150,7	1631,5	1478,5	1495,2	1548,2	1563,2	1506,0	1501,2	1409,6	1298,8	1015,8
Déficit energético D_e (MJ)	1093,9	854,9	501,9	501,8	507,5	347,9	352,5	453,3	437,0	636,8	765,8	1248,2

Tabla 20: Déficit energético mensual

Por tanto:

Déficit energético anual: 6.652,1 MJ.

Los datos indican que existe déficit de energía para el calentamiento del agua caliente sanitaria y, por lo tanto, que no están cubiertas todas las necesidades energéticas mediante la instalación de energía solar térmica para la obtención de A.C.S. para las duchas del parque de bomberos. Por esto que el sistema existente para el calentamiento de agua se dejara como sistema auxiliar.

3.1.13 CÁLCULO DE LA FRACCIÓN SOLAR.

El porcentaje de fracción solar nos indicará el % de consumo de A.C.S. para las duchas que conseguiremos cubrir en cada mes a través de la instalación de energía solar.

La fracción solar se calculará dividiendo la energía total obtenida E_t entre la suma de la energía total obtenida y la energía aportada por el sistema de apoyo, y todo multiplicado por cien, Así los cálculos se realizan a continuación según la siguiente formula:

$$F_s = 100 * \left(\frac{E_t}{E_t + D_e} \right)$$

Meses	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Energía neta Total Et (MJ)	1170,1	1150,7	1631,5	1478,5	1495,2	1548,2	1563,2	1506,0	1501,2	1409,6	1298,8	1015,8
Déficit energético De (MJ)	1093,9	854,9	501,9	501,8	507,5	347,9	352,5	453,3	437,0	636,8	765,8	1248,2
Fs (%)	51,7	57,4	76,5	74,7	74,7	81,7	81,6	76,9	77,5	68,9	62,9	44,9

Tabla 21: Fracción solar

Con lo que la Fracción Solar media anual será: 69,1%

Como indica el Código Técnico de la Edificación, la contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En las **tablas 2.1 Contribución solar mínima anual para ACS en %** del **Documento Básico HE-4** se indican, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual (ver

Tabla 22 Contribución solar mínima anual para ACS en % Citada a continuación). Para el objeto de esta instalación, situada en la ciudad de Alicante (zona climática número V), se comprueba que se cumple el requisito de que dicha Fracción Solar sea como mínimo de un 60 %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	40	50	60
5.000-10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Tabla 22 Contribución solar mínima anual para ACS en %

Otro aspecto a tener en cuenta, según dicho Código Técnico, es el problema del sobrecalentamiento de la instalación debido a un sobredimensionado del dispositivo colector. El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación supere el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 %. Ambas condiciones se respetan en estos cálculos cumpliéndose pues el reglamento.

A continuación, en el

Gráfico 1, representamos la energía que aporta la instalación de energía solar teniendo en cuenta las necesidades energéticas de consumo reales.

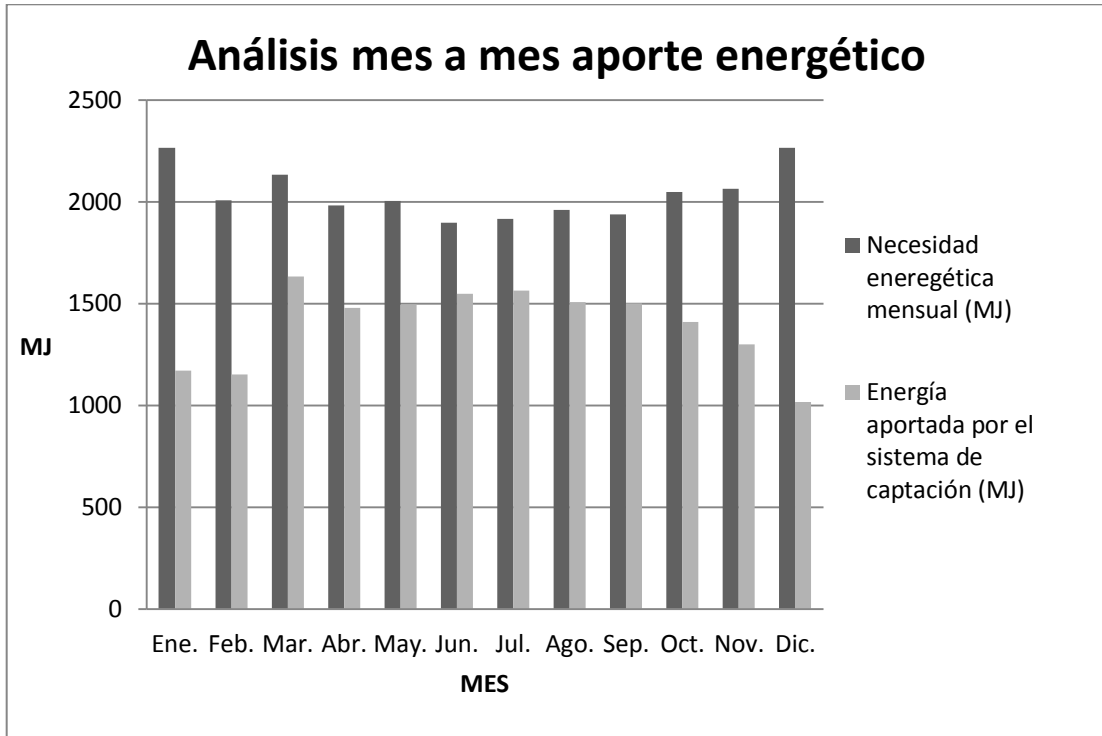


Gráfico 1 Análisis mes a mes del aporte energético

Por último, a continuación, en el Gráfico 2: Fracción Solar mensual, se presenta la gráfica de la fracción solar que la instalación cubre mes a mes.

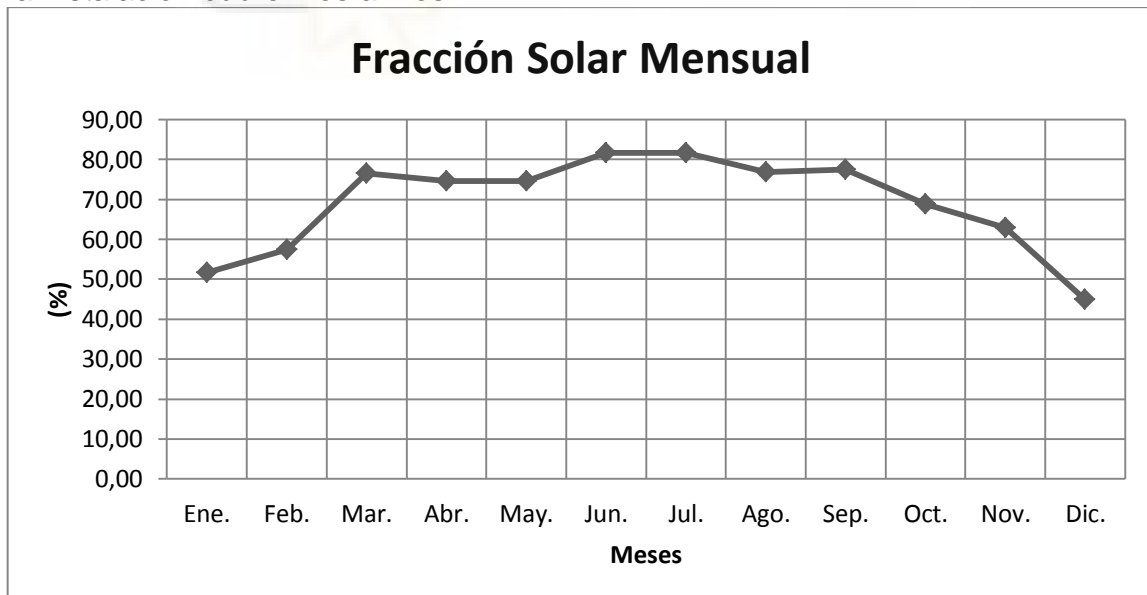


Gráfico 2: Fracción Solar mensual

**3.1.14 RESULTADOS DE COMPROBACIÓN DEL CÓDIGO
TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN POR METODO
CENOSOLAR**

RESUMEN DE RESULTADOS		
Dato	Valor	Cumple
Acumulación/área captador	110,62	✓
Contribución solar Anual (%) mayor al 60%	69,1%	✓
En un año no supere el 110% de la demanda energética	0	✓
En tres meses no supere el 100% de la demanda energética	0	✓

Tabla 23: Resumen de resultados método CENOSOLAR

Con lo anterior se verifica que se cumple con todos los requerimientos del Código Técnico de la edificación (CTE) con el método CENOSOLAR



3.2 CÁLCULO SEGÚN EL MODELO CURVAS F-CHART

3.2.1 TABLAS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS

A continuación se muestra la introducción de datos A.C.S que se serán utilizados para la simulación del modelo F-Chart:

LOCALIZACIÓN	
PROVINCIA	Alicante
LOCALIDAD	Alicante
LATITUD	38,21
LONGITUD	38,35
ALTITUD	7
Tª MÍNIMA HISTÓRICA	-5
CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA	0

Tabla 24: Tabla de localización para cálculo F-Chart

DEMANDA ACS	
Nº DE CONSUMOS	12
CONSUMO OCUPANTE 60°C [L/DÍA]	28
CONSUMO TOTAL [L/DÍA]	336
TEMPERATURA PREPARACIÓN DISTINTA A 60°C	NA
TEMPERATURA PREPARACIÓN [°C]	NA

Tabla 25: Tabla demanda ACS para cálculo F-Chart

SISTEMA CAPTACIÓN	
NÚMERO CAPTADORES	2
MODELO CAPTADOR	SKR500
ÁREA EFECTIVA [m2]	2,26
FACTOR EFICIENCIA ÓPTICA	0,82
COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS UL [W/m2 °C]	3,821
MODIFICADOR ÁNGULO INCIDENCIA $[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]$	0,96
INCLINACIÓN [° RESPECTO HORIZONTAL]	35
ORIENTACIÓN [° RESPECTO SUR]	-55
PÉRDIDAS POR SOMBRAS [%]	1,57
ÁREA EFECTIVA TOTAL [m2]	4,52

Tabla 26: Tabla información sistema de captación para cálculo F-Chart

SISTEMA INTERCAMBIO	
FACTOR CORRECCIÓN CONJUNTO CAP/INTER	0,95

Tabla 27: Tabla sistema de intercambiador para cálculo F-Chart

SISTEMA ACUMULACIÓN	
VOLUMEN ACUMULACIÓN [l]	500

Tabla 28: Tabla sistema de acumulación para cálculo F-Chart

3.2.2 TABLA DE SIMULACIÓN MODELO CURVAS F-CHART

Para el cálculo del modelo F-Chart se ha empleado como herramienta la tabla de Excel F-Chart que ha sido provista en la asignatura de Energía Solar Térmica, la cual se muestra a continuación en 4 secciones de tabla para facilitar su lectura:

Mes	Días del mes	Tamb °C	Hdía KJ/m2/día	Tred °C	k incli
Enero	31	13	8500	8 °C	1,3400
Febrero	28	14	12000	9 °C	1,2500
Marzo	31	16	16300	11 °C	1,1500
Abril	30	18	18900	13 °C	1,0400
Mayo	31	21	23100	14 °C	0,9600
Junio	30	25	23100	15 °C	0,9400
Julio	31	28	24800	16 °C	0,9700
Agosto	31	28	25800	15 °C	1,0500
Septiembre	30	26	22500	14 °C	1,1900
Octubre	31	21	18300	13 °C	1,3400
Noviembre	30	17	9800	11 °C	1,4300
Diciembre	31	14	7600	8 °C	1,4200

Mes	P ori/incl	P sombras	Ptot	T _{ACS} -T _{red} °C	Q _{mes} litros
Enero	10,7217	1,5700	12,2917	52 °C	10416
Febrero	10,7217	1,5700	12,2917	51 °C	9408
Marzo	10,7217	1,5700	12,2917	49 °C	10416
Abril	10,7217	1,5700	12,2917	47 °C	10080
Mayo	10,7217	1,5700	12,2917	46 °C	10416
Junio	10,7217	1,5700	12,2917	45 °C	10080
Julio	10,7217	1,5700	12,2917	44 °C	10416
Agosto	10,7217	1,5700	12,2917	45 °C	10416
Septiembre	10,7217	1,5700	12,2917	46 °C	10080
Octubre	10,7217	1,5700	12,2917	47 °C	10416
Noviembre	10,7217	1,5700	12,2917	49 °C	10080
Diciembre	10,7217	1,5700	12,2917	52 °C	10416

Mes	DE_{mes} KJ	EI_{mes} KJ	EA_{mes}	D_1	K_1
Enero	2158517,26	309689,36	1046823	0,484973	0,614404
Febrero	1912135,64	368375,01	1245195	0,651206	0,614404
Marzo	2033987,42	509668,76	1722801	0,847007	0,614404
Abril	1888033,09	517198,52	1748253	0,925965	0,614404
Mayo	1909457,58	602956,22	2038135	1,067389	0,614404
Junio	1807691,26	571349,64	1931297	1,068378	0,614404
Julio	1826437,68	654072,64	2210920	1,210510	0,614404
Agosto	1867947,63	736565,84	2489767	1,332889	0,614404
Septiembre	1847862,17	704517,21	2381435	1,288751	0,614404
Octubre	1950967,53	666742,98	2253749	1,155196	0,614404
Noviembre	1968374,92	368743,39	1246440	0,633233	0,614404
Diciembre	2158517,26	293429,99	991863	0,459511	0,614404

Mes	K_2	EP_{mes} KJ	D_2	f_{mes}	EU_{mes}
Enero	0,063938	1501929,906423	0,695816	0,400	862348,54
Febrero	0,063938	1340988,956124	0,701304	0,527	1008521,71
Marzo	0,063938	1450139,219994	0,712954	0,663	1349427,75
Abril	0,063938	1369947,189395	0,725595	0,714	1347311,95
Mayo	0,063938	1363821,409280	0,714245	0,800	1527277,14
Junio	0,063938	1253000,478106	0,693150	0,802	1449296,59
Julio	0,063938	1242976,474281	0,680547	0,881	1609717,16
Agosto	0,063938	1242976,474281	0,665424	0,945	1764713,66
Septiembre	0,063938	1236293,805064	0,669040	0,923	1704740,79
Octubre	0,063938	1363821,409280	0,699049	0,850	1658975,78
Noviembre	0,063938	1386653,862437	0,704466	0,514	1011583,01
Diciembre	0,063938	1484666,344280	0,687818	0,379	818800,33

Tabla 29: Simulación modelo F-Chart

3.2.3 RESULTADOS DE COMPROBACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN POR METODO CURVAS F-CHART

RESUMEN DE RESULTADOS		
Dato	Valor	Cumple
Acumulación/área captador	110,62	✓
Contribución solar Anual (%) mayor al 60%	69,06457%	✓
En un año no supere el 110% de la demanda energética	0	✓
En tres meses no supere el 100% de la demanda energética	0	✓

Tabla 30: Resumen de resultados modelo curvas F-CHART

Con lo anterior se verifica que se cumple con todos los requerimientos del Código Técnico de la edificación (CTE) con el método de las curvas F-CHART

3.3 CÁLCULO SEGÚN EL MODELO CHEQ4 (MetaSol)

A continuación se muestra el certificado obtenido apartir del programa CHEQ4 con el modelo MetaSol.



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

Datos del proyecto	
Nombre del proyecto	Parque auxiliar de bomberos alicante
Comunidad	Comunitat Valenciana
Localidad	Alicante
Dirección	Avenida Jaime II, 23, 03004, Alicante

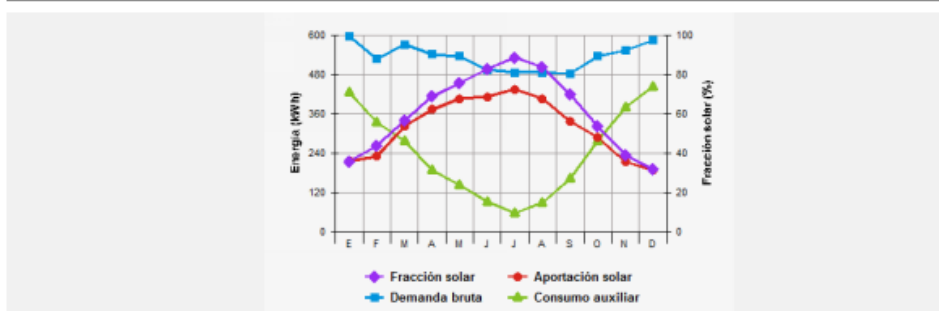
Datos del autor	
Nombre	Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Empresa o institución	Universidad Miguel Hernández Elche
Email	jenngutier@hotmail.com
Teléfono	684 14 90 07

Características del sistema solar



Localización de referencia	Alacant/Alicante (Alicante/Alacant)
Altura respecto la referencia [m]	12
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con intercambiador independiente
Demanda [l/día a 60°C]	336
Ocupación	Ene 100 Feb 100 Mar 100 Abr 100 May 100 Jun 100 Jul 100 Ago 100 Sep 100 Oct 100 Nov 100 Dic 100

Resultados



Fracción solar [%]	60
Demanda neta [kWh]	6,372
Demanda bruta [kWh]	6,414
Aporte solar [kWh]	3,841
Consumo auxiliar [kWh]	2,881
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	1,130

CHEQ4



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

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	SKR 500 (Sonnenkraft)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-115 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	2.0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1.0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	1.6	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	55.0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	35.0	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	226.0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	45.3	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	29.7	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12.0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	40.0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera convencional	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gasóleo	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	500.0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	15.0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12.0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	40.0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma elastomérica	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	45.0	<input type="checkbox"/>

Además en el Boletín Oficial del estado, Núm. 86, con fecha de publicación Martes 11 de abril de 2017 y Sec. III. Pág. 28960 donde y con título: III. OTRAS DISPOSICIONES MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL Se muestra la resolución de 20 de diciembre de 2016, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se renueva la certificación de un captador solar, modelo Sonnenkraft SKR 500, fabricado por GreenOne Tec Solarindustrie GmbH.

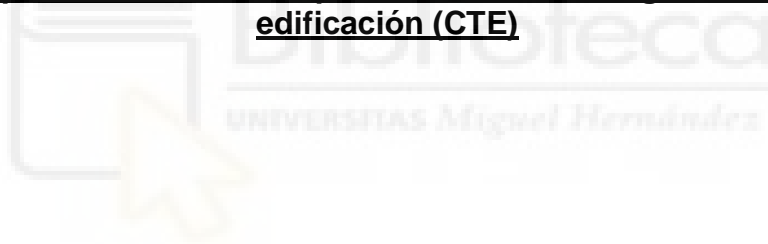
Con lo anterior queda comprobada la vigencia de dicho captador, con la contraseña de certificación NPS-29816.

3.2.4 RESUMEN DE RESULTADOS

RESUMEN DE RESULTADOS				
Dato	Método CENOSOLAR	Método de las curvas de F-CHART	Método MetaSol	Cumple
Acumulación/área captador	110,62	110,62	110,62	✓
Contribución solar Anual (%)	69,1%	69,06457%	60%	✓
En un año no supere el 110% de la demanda energética	0	0	0	✓
En tres meses no supere el 100% de la demanda energética	0	0	0	✓

Tabla 31: Resumen de resultados de los diferentes modelos comprobados

**Con lo anterior se verifica que a través de los tres métodos es coherente
se cumple con todos los requerimientos del Código Técnico de la
edificación (CTE)**



4 CÁLCULO DEL RESTO DE ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

4.1 SISTEMA DE CAPTACIÓN

Tal y como se determinó en el apartado 2 de cálculos, será necesario disponer para esta edificación de 2 colectores **SONNENKRAFT**, modelo **SKR500**, de 2,26 m² de superficie de absorción (área total de absorción 4,52m²).

4.2 SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Una vez calculada la superficie de colectores necesaria para cubrir el factor solar deseado, hay que comprobar que dicha superficie esté dentro de lo especificado por el Código Técnico de la Edificación para el volumen acumulación.

El parque de bomberos tiene un sistema de acumulación existente, marca **NIBE** modelo **PER-300**, con capacidad de 300 litros para el uso directo con la caldera. Para el sistema de captación solar se usara un acumulador marca **CHROMAGEN ASUV018**, con capacidad de 500 litros.

Superficie de Captación A (m ²)	4,52
Volumen total de Acumulador V(lt)	500
Consumo diario M(l)	336
Comprobaciones:	
CTE: $50 \leq V/A \leq 180$	$V/A=110,62\%$

Puede comprobarse que el volumen de acumulación y la superficie de captación escogidos cumplen con las generalidades impuestas por el **Documento Básico HE: 4 para el sistema de acumulación solar**.

En conclusión, el sistema de acumulación solar tendrá un volumen total de 500 litros para las duchas del parque de bomberos.

4.3 TUBERÍAS

Las tuberías para el sistema de acumulación principal serán de acero inoxidable de alta flexibilidad, **EWSID20-10, DN 20, 10 m, lin.** Con aislamiento **EPDM**.

La longitud total del circuito primario será de 50m. Con lo cual se necesitaran 5 sets de tuberías.

4.3.1 PÉRDIDAS DE CARGA DEL CIRCUITO PRIMARIO.

A propósito del caudal del líquido en el circuito primario, el Código Técnico dice textualmente: “El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores. En las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores conectados en serie.”

Traduciendo las unidades de caudal en l/s del Código Técnico a unidades de caudal específico en l/h·m² ofrecido por el fabricante, se tiene que el valor del caudal debe estar comprendido entre 43,2 y 72 l/h·m².

Atendiendo a las prescripciones del fabricante, tenemos un caudal específico de 70 l/h·m² de superficie colectora. Dicho valor, por tanto, cumple con la normativa.

Así pues, pasaremos a calcular el caudal necesario que debe circular por el circuito primario en cada uno de los tramos. Posteriormente, estableceremos el diámetro de las tuberías en función de la velocidad en m/s del fluido y, con ello, la pérdida de carga de cada tramo.

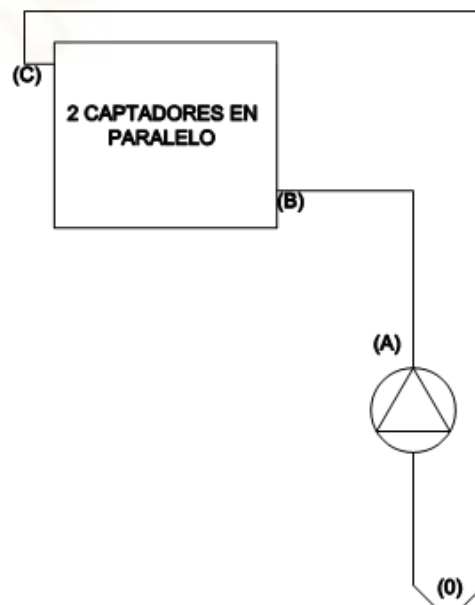


Figura 16: Esquema de la instalación del circuito primario

La pérdida de carga debida al trazado de tuberías del circuito primario se calcula sumando la pérdida de carga de los distintos tramos que componen cada uno de los circuitos de circulación del agua al completar un ciclo completo en el primario. Para nuestra instalación tenemos dos tramos: uno de ida hacia el colector y otro de vuelta desde el colector. Dichos cálculos se resumen en la siguiente tabla:

Nº tramos	Longitud del tramo (m)	m ² de panel	Caudal (l/h)	Velocidad (m/s)	Diámetro (mm)	Pérdidas de carga lineal (mmca/m)	Pérdida de Carga total (mmca)	
0-A	1,100	2,26	158,20	0,70	25,00	0,60	0,66	
A-B	11,450	2,26	158,20	0,70	25,00	0,60	6,87	
C-0	17,170	2,26	158,20	0,70	25,00	0,60	10,30	
Perdidas de Carga por singularidades	"Se asume un 10% de las pérdidas de carga continuas"							10,00
Total:	29,72					Pérdida de carga total:	28	
						Coefficiente de seguridad de 1,2	33	

La pérdida de carga total del circuito primario es de **33 m.m.c.a.**

4.3.2 PÉRDIDAS DE CARGA DEL CIRCUITO SECUNDARIO.

Para este proyecto no se considera calcular las pérdidas de carga en el circuito secundario, puesto que esto ya existe una instalación existen, se considera que ya se ha realizado este cálculo.

4.4 INTERCAMBIADOR

Se utilizara un intercambiador de calor de placas entre el circuito solar y el circuito secundario. La relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no deberá ser inferior a 0,15, según lo indica el **Código técnico de la edificación**.

Se escogerá un intercambiador de calor marca **SUICALSA**, modelo **IP3601M19PX08**, con 19 placas y con un área por placa de 0,125 m² el área de intercambio se calculara de la siguiente manera:

$$A=(N^{\circ}\text{placas}-2)*\text{Área placa}=(19-2)*0,125=2,125 \text{ m}^2$$

- La superficie útil de intercambio es de 2,125 m², para el intercambiador **SUICALSA, IP3601M19PX08**
- La superficie total de captación es de 4.52 m².

Para nuestro caso será una relación de: $2,125 / 4,52 = 0,4701$, lo cual cumple con lo estipulado en el código técnico.

Concluyendo se utilizara un intercambiador de calor marca **SUICALSA**, modelo **IP3601** con potencia de 125kW

4.5 VASO DE EXPANSIÓN

El dimensionado del vaso de expansión se realizará según indica el RITE, que hace referencia a la Norma UNE 100.155 sobre el “Diseño y cálculo de sistemas de expansión”.

- Paneles solares: Tenemos **2** colectores **SONNENKRAFT**, modelo **SKR500**, con una capacidad de **1,45 litros**.
- Tuberías: Se han dispuesto tuberías de diámetro 25mm, Las secciones para cada diámetro “d” se determinan como $S = \pi \cdot (d/2)^2$. Con el dato de sección, multiplicamos por los metros lineales totales de tubería obtenidos y resultará el volumen en tuberías. Los resultados son:

$$\text{Sección (m}^2\text{)} = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \left(\frac{0.025}{2}\right)^2 = 0.000491$$

- Longitud total de la tubería (m) = 29,72 m
- Volumen de tubería (m³) = 0,01459 m³

Por tanto:

- Volumen de tuberías (l) = 14,59 litros.
 - Volumen del intercambiador = 13,7 litros.
- Con lo anterior se obtiene el volumen total del circuito primario **28,29 litros**.

Una vez conocemos el volumen del circuito primario, procederemos al cálculo del vaso de expansión según la siguiente expresión analítica:

$$V_t = V * C_e * C_p$$

donde:

- V_t**: Volumen total del vaso de expansión
- V**: Contenido total de agua en el circuito
- C_e**: Coeficiente de expansión de expansión
- C_p**: Coeficiente de presión

$$V_t = 28,29 * 0,0399 * 1,2 = 1,3545 \text{ litros}$$

La temperatura máxima del líquido caloportador aproximadamente será de 100 °C por lo que se utilizará la siguiente fórmula para calcular el coeficiente de expansión:

$$C_e = (3,24*t + 102,13*t - 2.708,3)*10$$

donde:

t: Temperatura máxima del agua, 100°C

$$C_e = (3,24 * 100 + 102,13 * 100 - 2.708,3) * 10 = 0,0399$$

El coeficiente de presión, para vasos de expansión cerrados con membrana, se calculará según la fórmula:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

donde:

P_M: Presión máxima en el vaso, 3 bar

P_m: Presión mínima en el vaso, 0,5 bar

$$C_p = \frac{3}{3 - 0,5} = 1,2$$

Para este proyecto se elegirá el vaso de expansión de 18 litros **VASOFLEX/X 18L**

4.6 AISLAMIENTO

Como objeto de minimizar las pérdidas de calor, es necesario dotar de aislamiento las paredes de conducción y accesorios del sistema hidráulico que conforma toda la instalación termosolar.

Por otro lado, las condiciones del circuito primario que conducen el fluido calorportador suelen alcanzar temperaturas elevadas, especialmente si el sistema está parado, por lo que el material que se emplee como aislante de dichas tuberías deberá ser tal que no degrade con el tiempo y pueda soportar sin problemas de hasta 150°C.

Según la **Tabla 4: Tabla extraída del RITE (reglamento de instalaciones térmica en edificios)**, se determina que los espesores equivalentes del aislamiento térmicos (expresado en mm), necesarios para tuberías y accesorios fabricados con material de conductividad térmica igual a 0,04 W/(m °C), a 20°C.

Para las tuberías del circuito primario se escogerá por tanto un aislamiento de 40 mm de espesor **K-FLEX** modelo **SOLAR**.

4.7 BOMBA DE CIRCULACIÓN

Se ha de procurar una velocidad del fluido caloportador adecuada. Si ésta es lenta, el calor del colector solar no evacuará al ritmo necesario, por lo que la temperatura del absorbedor aumentará, provocando un mayor nivel de pérdidas, y por lo tanto, una disminución del rendimiento. Si es una velocidad lenta, además se favorecerá la aparición de procesos de sedimentación en el interior de las tuberías. Por el contrario, si la velocidad es demasiado alta, se incrementará la tasa de corrosión en dichas tuberías.

Datos de partida:

- *Caudal:* Según hemos calculado anteriormente, la bomba debe suministrar un caudal de 158,20 l/h
- *Perdida de carga:* Tal como se ha determinado en el apartado de pérdidas de carga del circuito primario, tenemos una pérdida de carga de **33 m.m.c.a.**

La bomba seleccionada es de la marca **GRUNDFOS** modelo **UP 20-30 N**, con las siguientes características:

- *Carcasa de la bomba en bronce (B) o en acero inoxidable (N)*
- *Presión 10 bar.*
- *Grado de protección IP-42 e IP-44 según modelos*
- *Clase de aislamiento F y H según modelos.*
- *Temperatura del líquido: Ver tabla (máx. 60°C para agua sanitaria)*
- *Temperatura del líquido de +2°C a +110°C (Versión UPN) y de -25°C a +100°C (versión UPS (N)(B))*

Además de la bomba anterior, la instalación objeto del presente proyecto deberá dotarse de un sistema de bombeo análogo al mencionado antes. Este sistema será el encargado de forzar la circulación del agua a través de los conductos del circuito secundario.

4.8 ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

Como ya se ha calculado con anterioridad, el conjunto de captación estará orientado con un azimut de 55° sureste y una inclinación de 35° respecto a la horizontal.

Para hallar el valor de la estructura, se supone una velocidad máxima del viento de 100 km/h en Alicante, lo que equivale a una presión frontal del viento de unos 479 N/m² sobre nuestra superficie de captación de 2,57 m².

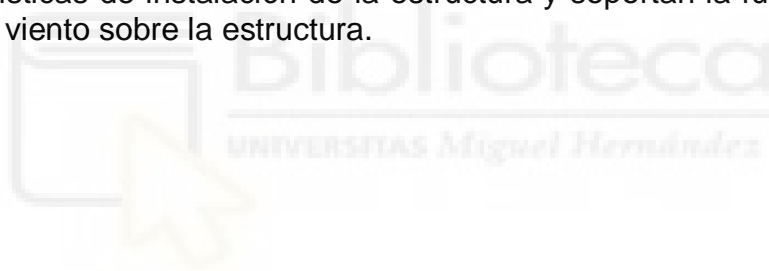
Con lo que:

$$f = 479 \frac{N}{m^2} * 2,57 m^2 * \text{sen}^2(35^\circ) = 404,9965N$$

Por lo que la estructura de los colectores deberá soportar una fuerza del viento de **404,99N**

En cuanto al peso que debe soportar la azotea, el esfuerzo mayor que puede llegar a soportar es la de los mismos captadores, ya que el colector a utilizar se instalara en el cuarto de calderas en el 3er nivel del edificio. La estructura de soporte seleccionada será de marca **SONNENCRAFT** modelo **SSA35-50R**, en cuanto al peso de la estructura, lo podemos despreciar con respecto al peso del colector.

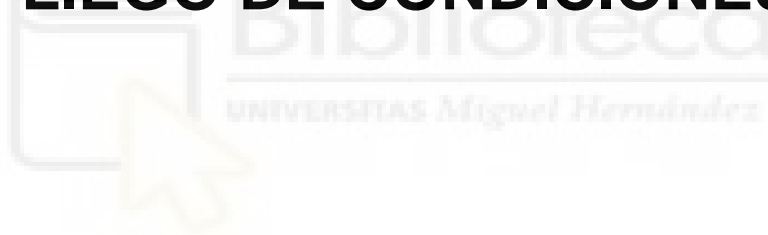
La estructura irá sujeta al suelo con tornillos. Se ha revisado las hojas características de instalación de la estructura y soportan la fuerza ejercida sobre el viento sobre la estructura.



Alicante, 06 de Septiembre de 2017

Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Ingeniera Electricista

PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE:

1	NORMATIVA.....	97
2	CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN.....	99
2.1	DEFINICIÓN.....	99
2.2	CONDICIONES GENERALES.....	100
2.3	REQUISITOS GENERALES.....	101
2.3.1	FLUIDO DE TRABAJO.....	101
2.3.2	PROTECCIÓN CONTRA HELADAS.....	102
2.3.3	SOBRECALENTAMIENTOS.....	102
2.3.3.1	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS.....	102
2.3.3.2	PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.....	103
2.3.3.3	PROTECCIÓN DE MATERIALES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.....	103
2.3.3.4	RESISTENCIA A PRESIÓN.....	103
2.3.3.5	PREVENCIÓN DEL FLUJO INVERSO.....	104
3	CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO.....	104
3.1	DIMENSIONADO BÁSICO.....	104
3.2	SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	105
3.2.1	GENERALIDADES.....	105
3.2.2	ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN, SOMBRAS E INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	105
3.2.3	CONEXIONADO.....	106
3.2.4	ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	107
3.3	SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR.....	108
3.3.1	GENERALIDADES.....	108
3.3.2	SITUACIÓN DE LAS CONEXIONES.....	109
3.4	SISTEMA DE INTERCAMBIO.....	109
3.5	CIRCUITO HIDRÁULICO.....	110
3.5.1	GENERALIDADES.....	110
3.5.2	TUBERÍAS.....	110
3.5.3	BOMBAS.....	111
3.5.4	VASOS DE EXPANSIÓN.....	111
3.5.5	PURGA DE AIRE.....	111
3.5.6	DRENAJE.....	112
3.6	SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR.....	112
3.7	SISTEMA DE CONTROL.....	112
3.8	SISTEMA DE MEDIDA.....	113

4	COMPONENTES.....	114
4.1	GENERALIDADES	114
4.2	CAPTADORES SOLARES.....	115
4.3	ACUMULADORES	116
4.4	INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	117
4.5	BOMBAS DE CIRCULACIÓN	117
4.6	TUBERÍAS.....	118
4.7	VÁLVULAS.....	118
4.8	VASOS DE EXPANSIÓN.....	119
4.8.1	GENERALIDADES.....	119
4.8.2	VASOS DE EXPANSIÓN CERRADOS.....	119
4.8.3	PURGADORES.....	119
4.8.4	SISTEMA DE LLENADO.....	120
4.8.5	DILATACIÓN.....	120
4.8.6	GOLPE DE ARIETE.....	120
4.8.7	SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.....	121
4.8.8	SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN.....	121
5	CONDICIONES DE MONTAJE.....	124
5.1	GENERALIDADES.....	124
5.2	MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE Y CAPTADORES.....	125
5.3	MONTAJE DEL ACUMULADOR	126
5.4	MONTAJE DEL INTERCAMBIADOR	126
5.5	MONTAJE DE LA BOMBA.....	126
5.6	MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	127
5.7	MONTAJE DE AISLAMIENTO	130
5.8	MONTAJE DE CONTADORES	130
5.9	MONTAJE DE INSTALACIONES POR CIRCULACIÓN NATURAL.....	130
5.10	CONDICIONES COMPLEMENTARIAS DE MONTAJE REFLEJADAS EN EL RITE	131
1.1	PRUEBAS	131
1.2	AJUSTE Y EQUILIBRADO	131
1.3	EFICIENCIA ENERGÉTICA	131
6	CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	133
6.1	GENERALIDADES	133
6.2	RECEPCIÓN EN OBRA DE EQUIPOS Y MATERIALES	133
6.3	CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN	134
6.4	CONTROL DE LA INSTALACIÓN TERMINADA	135
6.5	CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN	135

7	CONDICIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN	136
7.1	GENERALIDADES.	136



1

NORMATIVA

A continuación se expone la totalidad de la legislación cumplida por el presente proyecto:

- **Código técnico de edificación.** Documento básico HE 4: Ahorro de energía.
- **Real Decreto 1027/2007** de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT).
- **Real Decreto 366/2005** de 8 de abril por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del Reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie. Deroga Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril de 1979 por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.
- **Real Decreto 842/2002** de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **Real Decreto 865/2003**, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de la legionelosis.
- **Ley 34/2007** de de calidad del aire y protección de la atmósfera, de 15 de noviembre.

Además se cumple en la medida de lo posible la siguiente normativa UNE:

- **UNE EN 12975 – 1:2001**
Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores Solares. Parte 1: Requisitos Generales.
- **UNE EN 12975 – 2:2006**
Sistemas solares térmicos y componentes. Captadores Solares. Parte 2: Métodos de Ensayo.
- **UNE EN 12976 – 1:2006**
Sistemas solares térmicos y sus componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 1: Requisitos Generales. (Ratificada por AENOR en agosto de 2006.)
- **UNE EN 12976 – 2:2006**
Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas solares prefabricados. Parte 2: Métodos de Ensayo.

- **UNE EN 12977 – 1:2012**
Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 1: Requisitos generales para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.
- **UNE ENV 12977 – 2:2012**
Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 2: Métodos de ensayo para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.
- **UNE ENV 12977 – 3:2009**
Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 3: Métodos de ensayo de rendimiento para los acumuladores de agua de calentamiento solar
- **UNE EN ISO 9488:2001**
Energía solar. Vocabulario (ISO 9488:1999).
- **UNE EN 806-1:2001**
Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades.
- **UNE EN 1717:2001**
Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo.
- **UNE EN 60335-1:1997**
Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales
- **UNE EN 60335-2-21:2004**
Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-21: Requisitos particulares para calentadores de agua de acumulación.
- **UNE-EN 94002: 2005**
Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica

Se considerará la edición más reciente de las normas antes mencionadas, con las últimas modificaciones oficialmente aprobadas.

2 CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN

2.1 DEFINICIÓN

- 1 Una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación.

- 2 Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:
 - a. Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos;
 - b. Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso;
 - c. Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación;
 - d. Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume;
 - e. Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc;
 - f. Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

- 3 Se consideran sistemas solares prefabricados a los que se producen bajo condiciones que se presumen uniformes y son ofrecidos a la venta como equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos y, por otro lado constituir un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniforme de componentes. Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.

2.2 CONDICIONES GENERALES

- 1 El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:
 - a. Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio;
 - b. Garantice una durabilidad y calidad suficientes;
 - c. Garantice un uso seguro de la instalación.
- 2 Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.
- 3 En instalaciones que cuenten con más de 10 m² de captación correspondiendo a un solo circuito primario, éste será de circulación forzada.
- 4 Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60 °C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.
- 5 Respecto a la protección contra descargas eléctricas, las instalaciones deben cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen.
- 6 Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.
- 7 En el caso de ocupaciones parciales de instalaciones de uso residencial turístico de las detalladas en el apartado 3.1.1 del código técnico de la edificación (documento HE4) se deben detallar motivos, modificaciones de diseño, cálculos y resultados tomando como criterio de dimensionado

que la instalación deberá aproximarse al máximo al nivel de contribución solar mínima (ver memoria).

- 8 El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 % y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50 % por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección descritas en el plan de mantenimiento descrito en este mismo proyecto.

2.3 REQUISITOS GENERALES.

2.3.1 FLUIDO DE TRABAJO.

- 1 El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar de instalación y de la calidad del agua empleada. En caso de utilización de otros fluidos térmicos se incluirán en el proyecto su composición y su calor específico.
- 2 El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:
 - a. La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
 - b. El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato cálcico;
 - c. El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.
- 3 Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.
- 4 El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

2.3.2 PROTECCIÓN CONTRA HELADAS.

- 1 El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.
- 2 Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra las heladas.
- 3 La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.
- 4 Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente.

2.3.3 SOBRECALENTAMIENTOS.

2.3.3.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS

- 1 Se debe dotar a las instalaciones solares de dispositivos de control manuales o automáticos que eviten los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red. Especial cuidado se tendrá con las instalaciones de uso estacional en las que en el periodo de no utilización se tomarán medidas que eviten el sobrecalentamiento por el no uso de la instalación.
- 2 Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio.

- 3 Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionela. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

2.3.3.2 PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.

- 1 En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

2.3.3.3 PROTECCIÓN DE MATERIALES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.

- 1 El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

2.3.3.4 RESISTENCIA A PRESIÓN.

- 1 Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.
- 2 El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo abierta o cerrada.
- 3 En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

2.3.3.5 PREVENCIÓN DEL FLUJO INVERSO.

- 1 La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.
- 2 La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.
- 3 Para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas anti-retorno, salvo que el equipo sea por circulación natural.

3 CRITERIOS GENERALES DE CÁLCULO.

3.1 DIMENSIONADO BÁSICO.

- 1 En la memoria del proyecto se establecerá el método de cálculo, especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:
 - a. La demanda de energía térmica;
 - b. La energía solar térmica aportada;
 - c. Las fracciones solares mensuales y anual;
 - d. El rendimiento medio anual.
- 2 Se deberá comprobar si existe algún mes del año en el cual la energía producida teóricamente por la instalación solar supera la demanda correspondiente a la ocupación real o algún otro periodo de tiempo en el cual puedan darse las condiciones de sobrecalentamiento, tomándose en estos casos las medidas de protección de la instalación correspondientes. Durante ese periodo de tiempo se intensificarán los trabajos de vigilancia descritos en el apartado de mantenimiento. En una instalación de energía solar, el rendimiento del captador, independientemente de la aplicación y la tecnología usada, debe ser siempre igual o superior al 40%.
Adicionalmente se deberá cumplir que el rendimiento medio dentro del periodo al año en el que se utilice la instalación, deberá ser mayor que el 20 %.

3.2 SISTEMA DE CAPTACIÓN.

3.2.1 GENERALIDADES.

- 1 El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.
- 2 Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.
- 3 En las instalaciones destinadas exclusivamente a la producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar, se recomienda que los captadores tengan un coeficiente global de pérdidas, referido a la curva de rendimiento en función de la temperatura ambiente y temperatura de entrada, menor de $10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, según los coeficientes definidos en la normativa en vigor.

3.2.2 ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN, SOMBRAS E INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA.

- 1 La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo sean inferiores a los límites expuestos en este mismo punto.

Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos sin sombra alguna.

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

Tabla 32: Pérdidas límite

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor con el fin de facilitar la autolimpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

- 2 Se considerará como la orientación el sur y la inclinación óptima β_{opt} , dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:
 - a. Demanda constante anual: la latitud geográfica.
 - b. Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°.
 - c. Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10°.
- 3 Sin excepciones se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación. Cuando por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual cumpliendo los requisitos anteriormente expuestos en el apartado 3.2.2.1 se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio y de ubicación de la instalación, debiéndose optar por aquella solución quede lugar a la contribución solar mínima.

3.2.3 CONEXIONADO

- 1 Se debe prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- 2 Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie ó en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc. Además se instalará una válvula de seguridad por fila con el fin de proteger la instalación.
- 3 Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m² en

las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.

- 4 La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

3.2.4 ESTRUCTURA DE SOPORTE.

- 1 Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.
- 2 El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.
- 3 Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuados, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.
- 4 Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.
- 5 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, la estructura y la estanqueidad entre captadores se ajustará a las exigencias indicadas en la parte correspondiente del Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.

3.3 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR.

3.3.1 GENERALIDADES.

- 1 El sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.
- 2 Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

siendo:

A \Rightarrow La suma de las áreas de los captadores [m²];

V \Rightarrow El volumen del depósito de acumulación solar [litros].

- 3 Preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores. El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo ó en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados.
- 4 Para instalaciones prefabricadas según se definen en el apartado 2.1, a efectos de prevención de la legionelosis se alcanzarán los niveles térmicos necesarios según normativa mediante el no uso de la instalación. Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar, de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar. En ambos casos deberá ubicarse un termómetro cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario. No obstante, se podrán realizar otros métodos de tratamiento antilegionela permitidos por la legislación vigente.
- 5 Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 2 m³ deben llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.
- 6 Para instalaciones de climatización de piscinas exclusivamente, no se podrá usar ningún volumen de acumulación, aunque se podrá utilizar un pequeño almacenamiento de inercia en el primario.

3.3.2 SITUACIÓN DE LAS CONEXIONES

- 1 Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:
 - a. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al intercambiador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo;
 - b. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste;
 - c. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior;
 - d. La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.
- 2 En los casos en los debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos horizontales, las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.
- 3 La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.
- 4 No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

3.4 SISTEMA DE INTERCAMBIO.

- 1 Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliendo la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

siendo:

$P \Rightarrow$ Potencia mínima del intercambiador [W];

$A \Rightarrow$ El área de captadores [m^2].

- 2 Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.
- 3 En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.
- 4 Se puede utilizar el circuito de consumo con un segundo intercambiador (circuito terciario).

3.5 CIRCUITO HIDRÁULICO

3.5.1 GENERALIDADES

- 1 Debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.
- 2 El caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m^2 de red de captadores. En las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores conectados en serie.

3.5.2 TUBERÍAS

- 1 El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.
- 2 Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.
- 3 El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas

admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

3.5.3 BOMBAS

- 1 Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.
- 2 Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.
- 3 En instalaciones superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.
- 4 En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la siguiente: el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores, y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores; para evitar que la resistencia de este provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores, prestando especial atención a su mantenimiento. La impulsión del agua caliente deberá hacerse por la parte inferior de la piscina, quedando la impulsión de agua filtrada en superficie.

3.5.4 VASOS DE EXPANSIÓN

- 1 Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

3.5.5 PURGA DE AIRE

- 1 En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

- 2 En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.5.6 DRENAJE

- 1 Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

3.6 SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR

- 1 Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.
- 2 Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.
- 3 El sistema convencional auxiliar se diseñara para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.
- 4 El sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.
- 4 En el caso de que el sistema de energía convencional auxiliar no disponga de acumulación, es decir sea una fuente instantánea, el equipo será modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

3.7 SISTEMA DE CONTROL.

- 1 El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas etc.
- 2 En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo

diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

- 3 Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
- 4 El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
- 5 El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.
- 6 Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
- 7 Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

3.8 SISTEMA DE MEDIDA.

- 1 Además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:
 - a. Temperatura de entrada agua fría de red;
 - b. Temperatura de salida acumulador solar;
 - c. Caudal de agua fría de red.

- 2 El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.
- 3 Según indica el RITE, el sistema de medida, instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos e interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.

4 COMPONENTES

4.1 GENERALIDADES

- 1 Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.
- 2 Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión que les sea de aplicación.
- 3 Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.
- 4 En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.
- 5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- 6 Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.
- 7 Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Condiciones de los equipos y materiales.

- 1 Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.
- 2 La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa

correspondiente. Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

- 3 Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios, los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía que cumplan lo exigido en el apartado 2 de este punto.

4.2 CAPTADORES SOLARES

- 1 Los captadores con absorbente de hierro no pueden ser utilizados bajo ningún concepto.
- 2 Cuando se utilicen captadores con absorbente de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre e hierro.
- 3 El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación de diámetro no inferior a 4 mm situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.
- 4 Se montará el captador, entre los diferentes tipos existentes en el mercado, que mejor se adapte a las características y condiciones de trabajo de la instalación, siguiendo siempre las especificaciones y recomendaciones dadas por el fabricante.
- 5 Las características ópticas del tratamiento superficial aplicado al absorbedor, no deben quedar modificadas substancialmente en el transcurso del periodo de vida previsto por el fabricante, incluso en condiciones de temperaturas máximas del captador.
- 6 La carcasa del captador debe asegurar que en la cubierta se eviten tensiones inadmisibles, incluso bajo condiciones de temperatura máxima alcanzable por el captador.
- 7 El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- a. Nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama;
 - b. Modelo, tipo, año de producción;
 - c. Número de serie de fabricación;
 - d. Área total del captador;
 - e. Peso del captador vacío, capacidad de líquido;
 - f. Presión máxima de servicio.
- 8 Esta placa estará redactada como mínimo en castellano y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

4.3 ACUMULADORES

- 1 Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:
 - a. Superficie de intercambio térmico en m^2 ;
 - b. Presión máxima de trabajo, del circuito primario.
- 2 Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:
 - a. Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente;
 - b. Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín;
 - c. Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario;
 - d. Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato;
 - e. Manguito para el vaciado.
- 3 En cualquier caso la placa característica del acumulador indicará la pérdida de carga del mismo.
- 4 Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, fácilmente accesible, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona en el interior del depósito de modo sencillo, sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios;
- 5 El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y, es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.
- 6 Podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamientos descritos a continuación:

- a. Acumuladores de acero vitrificado con protección catódica;
- b. Acumuladores de acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica;
- c. Acumuladores de acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo.
- d. Acumuladores de cobre;
- e. Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable;
- f. Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario);
- g. Los acumuladores se ubicarán en lugares adecuados que permitan su sustitución por envejecimiento o averías.

4.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR

- 1 Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores.
- 2 Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor que $40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

4.5 BOMBAS DE CIRCULACIÓN

- 1 Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.
- 2 Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será el igual caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo.
- 3 La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores dados en la siguiente tabla:

Sistema	Potencia eléctrica de la bomba
Sistema pequeño	50W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

Tabla 33: Potencia eléctrica de la bomba

- 4 La potencia máxima de la bomba especificada anteriormente excluye la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación, que sólo es necesaria para rellenar el sistema después de un drenaje.
- 5 La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

4.6 TUBERÍAS

- 1 En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embreadas y protección exterior con pintura anticorrosiva.
- 2 En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

4.7 VÁLVULAS

- 1 La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:
 - a. Para aislamiento: válvulas de esfera;
 - b. Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
 - c. Para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
 - d. Para llenado: válvulas de esfera;
 - e. Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
 - f. Para seguridad: válvula de resorte;
 - g. Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.
- 2 Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema. Estas válvulas deben tener un dispositivo de accionamiento manual para pruebas que no modifique el tarado de las mismas cuando sea accionado. La descarga de estas válvulas estará conducida a un lugar seguro y será visible.
- 3 Todas las unidades terminales por agua y los equipos autónomos partidos tendrán válvulas de cierre en la entrada y en la salida del fluido

portador, así como un dispositivo, manual o automático, para poder modificar las aportaciones térmicas. Una de las válvulas de las unidades terminales será específicamente destinada para el equilibrado del sistema.

4.8 VASOS DE EXPANSIÓN.

4.8.1 GENERALIDADES

Es válido el diseño y dimensionado de los sistemas de expansión siguiendo los criterios indicados en la norma UNE 100.155.

4.8.2 VASOS DE EXPANSIÓN CERRADOS.

- 1 El dispositivo de expansión cerrada del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.
- 2 Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.
- 3 El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Los aislamientos empleados serán resistentes a los efectos de la intemperie, pájaros y roedores.

4.8.3 PURGADORES.

- 1 Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en la red. Los purgadores automáticos deben soportar, la temperatura de estancamiento del captador y en cualquier caso hasta 130 °C en las zonas climáticas I, II y III, y de 150 °C en las zonas climáticas IV y V. El diámetro nominal del purgador no será menor que 15 mm, según marca el RITE.

4.8.4 SISTEMA DE LLENADO.

- 1 Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo, de forma que nunca se utilice directamente un fluido para el circuito primario cuyas características incumplan esta Sección del Código Técnico o con una concentración de anticongelante más baja. Será obligatorio cuando, por el emplazamiento de la instalación, en alguna época del año pueda existir riesgo de heladas o cuando la fuente habitual de suministro de agua incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas en esta Sección del Código Técnico.
- 2 En cualquier caso, nunca podrá rellenarse el circuito primario con agua de red si sus características pueden dar lugar a incrustaciones, deposiciones o ataques en el circuito, o si este circuito necesita anticongelante por riesgo de heladas o cualquier otro aditivo para su correcto funcionamiento.
- 3 Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo.
- 4 Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire. Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.

4.8.5 DILATACIÓN

- 1 Las variaciones de longitud a las que estén sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura del fluido que contiene se deben compensar con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles. En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación y cambios de dirección.

4.8.6 GOLPE DE ARIETE

- 1 Para prevenir los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito, se emplearán elementos amortiguadores en puntos cercanos a los elementos que los provocan.

- 2 En diámetros mayores que 32 mm. se evitará, en lo posible, el empleo de válvulas de retención de claveta. En diámetros mayores que 100 mm. las válvulas de retención se sustituirán por válvulas motorizadas con tiempo de actuación ajustable.

4.8.7 SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

- 1 La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.
- 2 La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.
- 3 Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

4.8.8 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

Superficies calientes

- 1 Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, podrá tener una temperatura mayor que 60° C.
- 2 Las superficies calientes de las unidades terminales que sean accesibles al usuario tendrán una temperatura menor que 80° C o estarán adecuadamente protegidas contra contactos accidentales.

Partes móviles

- 1 El material aislante en tuberías, conductos o equipos nunca podrá interferir con partes móviles de sus componentes.

Accesibilidad

- 1 Los equipos y aparatos deben estar situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

- 2 Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles.
- 3 3. Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil. En los falsos techos se deben prever accesos adecuados cerca de cada aparato que pueden ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas. La situación exacta de estos elementos de acceso y de los mismos aparatos deberá quedar reflejada en los planos finales de la instalación.
- 4 Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de las mismas y de sus accesorios, además de facilitar el montaje del aislamiento térmico, en su recorrido, salvo cuando vayan empotradas.

Señalización

- 1 Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el “Manual de Uso y Mantenimiento”, deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos.
- 2 Las conducciones de las instalaciones deben estar señalizadas de acuerdo con la norma UNE 100100.

Medición

- 1 Todas las instalaciones térmicas deben disponer de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.
- 2 Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento. El tamaño de las escalas será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.
- 3 Antes y después de cada proceso que lleve implícita la variación de una magnitud física debe haber la posibilidad de efectuar su medición, situando instrumentos permanentes, de lectura continua, o mediante instrumentos portátiles. La lectura podrá efectuarse también aprovechando las señales de los instrumentos de control.
- 4 En el caso de medida de temperatura en circuitos de agua, el sensor penetrará en el interior de la tubería o equipo a través de una vaina, que estará rellena de una sustancia conductora de calor. No se permite el uso permanente de termómetros o sondas de contacto.

- 5 Las medidas de presión en circuitos de agua se harán con manómetros equipados de dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.
- 6 En instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:
- 7 Colectores de impulsión y retorno de un fluido portador: un termómetro.
- 8 Vasos de expansión: un manómetro.
- 9 Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en el retorno, uno por cada circuito.
- 10 Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga, uno por cada bomba.
- 11 Intercambiadores de calor: termómetros y manómetros a la entrada y salida de los fluidos, salvo cuando se trate de agentes frigorígenos.



5 CONDICIONES DE MONTAJE.

5.1 GENERALIDADES.

- 1 La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.
- 2 Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.
- 3 A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso.
- 4 Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.
- 5 Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.
- 6 Durante el montaje, se deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables. Asimismo, al final de la obra, deberá limpiarse perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.
- 7 Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.
- 8 La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.
- 9 En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

- 10 La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.
- 11 Una vez instalados, las placas de características de los equipos deberán ser visibles.
- 12 Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.
- 13 Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.
- 14 Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.
- 15 Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.
- 16 Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles.

5.2 MONTAJE DE ESTRUCTURA SOPORTE Y CAPTADORES.

- 1 Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanquidad en los puntos de anclaje.
- 2 La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.
- 3 Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.
- 4 Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.
- 5 El instalador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.
- 6 Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el instalador procederá a tapar los captadores.

5.3 MONTAJE DEL ACUMULADOR

- 1 La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.
- 2 La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

5.4 MONTAJE DEL INTERCAMBIADOR

- 1 Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

5.5 MONTAJE DE LA BOMBA.

- 1 Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.
- 2 El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.
- 3 Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.
- 4 La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).
- 5 Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.
- 6 Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.
- 7 Cuando se monten bombas con prensa-estopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

5.6 MONTAJE DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

- 1 Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.
- 2 Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.
- 3 Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados.
- 4 Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.
- 5 Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.
- 6 Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.
- 7 La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a las siguientes:
 - a. 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
 - b. 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
 - c. 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.
- 8 Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores.
- 9 No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.
- 10 Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

- 11 Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.
- 12 Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.
- 13 Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1%.
- 14 Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.
- 15 Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2", para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.
- 16 En ningún caso se permitirán ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.
- 17 Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.
- 18 En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.
- 19 El dimensionado, distancia y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.
- 20 Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.
- 21 En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.
- 22 Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.
- 23 Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

- 24 En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

- 25 En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

- 26 Para el diseño y colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante considerando el material empleado, su diámetro y la colocación (enterrada o al aire, horizontal o vertical).

- 27 Las conexiones entre tuberías y equipos accionados por motor de potencia mayor que 3 kW se efectuarán mediante elementos flexibles.

- 28 Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total siguiendo las prescripciones que marca el RITE en su IT 1.3.4.2.3.



5.7 MONTAJE DE AISLAMIENTO

- 1 El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.
- 2 El manguito pasa muros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.
- 3 Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.
- 4 El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.
- 5 Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.
- 6 Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

5.8 MONTAJE DE CONTADORES

- 1 Por tratarse de instalaciones independientes, no se contempla la instalación de estos equipos en este proyecto técnico.

5.9 MONTAJE DE INSTALACIONES POR CIRCULACIÓN NATURAL.

- 1 Los cambios de dirección en el circuito primario se realizarán con curvas con un radio mínimo de tres veces el diámetro del tubo.
- 2 Se cuidará de mantener rigurosamente la sección interior de paso de las tuberías, evitando aplastamientos durante el montaje.
- 3 Se permitirá reducir el aislamiento de la tubería de retorno, para facilitar el efecto termosifón.

5.10 CONDICIONES COMPLEMENTARIAS DE MONTAJE REFLEJADAS EN EL RITE

1.1 PRUEBAS

- 1 Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.
- 2 Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a la norma UNE 100151 o a UNE-ENV 12108, en función del tipo de fluido transportado.
- 3 El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de fluido transportado y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación:
 - Preparación y limpieza de redes de tuberías.
 - Prueba preliminar de estanquidad.
 - Prueba de resistencia mecánica.
 - Reparación de fugas.
 - Pruebas de libre dilatación.
 - Pruebas finales.
 - Estas fases deben llevarse a cabo cumpliendo las prescripciones indicadas en las Instrucciones Técnicas del RITE dedicadas a ello.

1.2 AJUSTE Y EQUILIBRADO

- 1 Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.
- 2 La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen;

- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos en las condiciones de trabajo.
- Comprobación de los intercambiadores de calor y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica;
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de energía solar;
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control;
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen;
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica;
- Comprobación del funcionamiento y del consumo de los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo;
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.



6 CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

6.1 GENERALIDADES

- 1 La ejecución de las instalaciones sujetas se realizará por empresas instaladoras autorizadas.
- 2 La ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto, debe efectuarse bajo la dirección de un técnico titulado competente, en funciones de director de la instalación.
- 3 La ejecución de las instalaciones térmicas se llevará a cabo con sujeción al proyecto o memoria técnica, según corresponda, y se ajustará a la normativa vigente y a las normas de la buena práctica.
- 4 Las preinstalaciones, entendidas como instalaciones especificadas pero no montadas parcial o totalmente, deben ser ejecutadas de acuerdo al proyecto o memoria técnica que las diseñó y dimensionó.
- 5 Las modificaciones que se pudieran realizar al proyecto o memoria técnica se autorizarán y documentarán, por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, previa conformidad de la propiedad.
- 6 El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, realizarán los controles relativos a:
 - control de la recepción en obra de equipos y materiales;
 - control de la ejecución de la instalación;
 - control de la instalación terminada.

6.2 RECEPCIÓN EN OBRA DE EQUIPOS Y MATERIALES

- 1 Generalidades:
 - El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto o memoria técnica mediante:
 - control de la documentación de los suministros;
 - control mediante distintivos de calidad;
 - control mediante ensayos y pruebas.
 - El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, deben comprobar que los equipos y materiales recibidos:
 - corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica;

- disponen de la documentación exigida;
 - cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica; han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.
- 2 Control de la documentación de los suministros. El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:
- documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
 - copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo;
 - documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.
- 3 El instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.
- 4 Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al mercado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

6.3 CONTROL DE LA EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

- 1 El control de la ejecución de las instalaciones se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto o memoria técnica, y las modificaciones autorizadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

- 2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones técnicas.
- 3 Cualquier modificación o replanteo a la instalación que pudiera introducirse durante la ejecución de su obra, debe ser reflejada en la documentación de la obra.

6.4 CONTROL DE LA INSTALACIÓN TERMINADA

- 1 En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en el apartado 5 de Montaje de este proyecto y las exigidas por la normativa vigente.
- 2 Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.
- 3 Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.
- 4 Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.
- 5 Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

6.5 CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN

- 1 Una vez finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifican en el apartado 5 de Montaje de este proyecto, con resultados satisfactorios, el instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

7 CONDICIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

7.1 GENERALIDADES.

- 1 Para la puesta en servicio de instalaciones térmicas, tanto de nueva planta como de reforma de las existentes, será necesario el registro del certificado de la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique la instalación, para lo cual la empresa instaladora debe presentar al mismo la siguiente documentación:
 - proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada;
 - certificado de la instalación;
 - certificado de inspección inicial con calificación aceptable, cuando sea preceptivo.
- 2 No es preceptiva la presentación de la documentación anterior para acreditar el cumplimiento reglamentario ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma para las instalaciones de potencia térmica nominal instalada en generación de calor o frío menor que 5 kW, las instalaciones de producción de agua caliente sanitaria por medio de calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos cuando la potencia térmica nominal de cada uno de ellos por separado o su suma sea menor o igual que 70 kW y los sistemas solares consistentes en un único elemento prefabricado.
- 3 Una vez comprobada la documentación aportada, el certificado de la instalación será registrado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, pudiendo a partir de este momento realizar la puesta en servicio de la instalación.
- 4 La puesta en servicio efectivo de las instalaciones estará supeditada, en su caso, a la acreditación del cumplimiento de otros reglamentos de seguridad que la afecten y a la obtención de las correspondientes autorizaciones.
- 5 No se tendrá por válida la actuación que no reúna los requisitos exigidos por el RITE o que se refiera a una instalación con deficiencias técnicas detectadas por los servicios de inspección de la Administración o de los organismos de control, en tanto no se subsanen debidamente tales carencias o se corrijan las deficiencias técnicas señaladas.
- 6 En ningún caso, el hecho de que un certificado de instalación se dé por registrado, supone la aprobación técnica del proyecto o memoria técnica, ni un pronunciamiento favorable sobre la idoneidad técnica de la instalación, acorde con los reglamentos y disposiciones vigentes que la

afectan por parte de la Administración. El incumplimiento de los reglamentos y disposiciones vigentes que la afecten, podrá dar lugar a actuaciones para la corrección de deficiencias o incluso a la paralización inmediata de la instalación, sin perjuicio de la instrucción de expediente sancionador.

- 7 No se registrarán las preinstalaciones térmicas en los edificios.
- 8 Registrada la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma, el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de éste último sea preceptiva, hará entrega al titular de la instalación de la documentación que se relaciona a continuación, que se debe incorporar en el Libro del Edificio:
 - el proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada;
 - el «Manual de uso y mantenimiento» de la instalación realmente ejecutada;
 - una relación de los materiales y los equipos realmente instalados, en la que se indiquen sus características técnicas y de funcionamiento, junto con la correspondiente documentación de origen y garantía;
 - los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas;
 - el certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma;
 - el certificado de la inspección inicial, cuando sea preceptivo.
- 9 El titular de la instalación debe solicitar el suministro regular de energía a la empresa suministradora de energía mediante la entrega de una copia del certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- 10 Queda prohibido el suministro regular de energía a aquellas instalaciones cuyo titular no facilite a la empresa suministradora copia del certificado de la instalación registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma

Alicante, 06 de Septiembre de 2017

Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Ingeniera Electricista



MANTENIMIENTO

1	DATOS GENERALES.	140
1.1	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO O COMPLEJO URBANO.	140
2	CONDICIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO.....	141
3	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.	144
3.1	PLAN DE VIGILANCIA.....	145
3.1	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	145
3.2	PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	148
	GARANTÍAS.....	150



1 DATOS GENERALES.

Este anexo describe el modo en que ha de realizarse el mantenimiento de la instalación del sistema de ACS.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO O COMPLEJO URBANO.

El edificio con tres plantas y azotea.

Plantas:

- Planta Baja
- Planta Primera
- Planta Segunda
- Planta Cubierta o Azotea.

El parque de bomberos consta con 7 duchas divididas de la siguiente manera:

- 5 en vestuarios
- 2 en dormitorios

Situado en:

Avenida de Jaime II, 23
03004, Alicante

Biblioteca
UNIVERSITAT Miguel Hernández

Los colectores solares están situados sobre una cubierta con 35° de inclinación respecto de la horizontal. Dichos colectores solares estarán orientados con un azimut de 55° Sureste. La ubicación exacta se especifica en el plano correspondiente de este Proyecto.

El diseño cumple el **Código técnico de Edificación**, en su **Documento Básico HE4: Ahorro de Energía**.

2 CONDICIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO.

- 1 El titular o usuario de las instalaciones térmicas es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en lo que se refiere a su uso y mantenimiento, y sin que este mantenimiento pueda ser sustituido por la garantía.
- 2 Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto.
- 3 Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones.
- 4 Las instalaciones mantendrán sus características originales. Si son necesarias reformas, éstas deben ser efectuadas por empresas autorizadas para ello.
- 5 El titular de la instalación será responsable de que se realicen las siguientes acciones:
- 6 encargar a una empresa mantenedora, la realización del mantenimiento de la instalación térmica;
- 7 realizar las inspecciones obligatorias y conservar su correspondiente documentación;
- 8 conservar la documentación de todas las actuaciones, ya sean de reparación o reforma realizadas en la instalación térmica, así como las relacionadas con el fin de la vida útil de la misma o sus equipos, consignándolas en el Libro del Edificio.
- 9 Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.
- 10 Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.
- 11 La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de la legislación vigente.

- 12 El «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica debe contener las instrucciones de seguridad y de manejo y maniobra de la instalación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética.
- 13 Será obligación del mantenedor autorizado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el «Manual de Uso y Mantenimiento» a las características técnicas de la instalación.
- 14 El mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo a los siguientes casos:
- a) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada igual o superior a 5 kW e inferior o igual a 70 kW.
Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora, que debe realizar su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».
 - b) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada mayor que 70 kW.
Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular de la instalación térmica debe suscribir un contrato de mantenimiento, realizando su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».
 - c) Instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea igual o mayor que 5.000 kW en calor y/o 1.000 kW en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400 kW.
Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular debe suscribir un contrato de mantenimiento. El con mantenimiento debe realizarse bajo la dirección de un técnico titulado funciones de director de mantenimiento, ya pertenezca a la propiedad del edificio o a la plantilla de la empresa mantenedora.
- 1 La potencia térmica comentada en el punto anterior corresponde a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo. En el caso de que no exista este equipo de energía de apoyo, la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7 kW/m².
- 2 El titular de la instalación podrá realizar con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas siempre y cuando acredite cumplir con los requisitos exigidos para el ejercicio de la actividad de mantenimiento, y sea autorizado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

- 3 El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m², y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m².
- 4 Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles sobrecalentamientos.
- 5 Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:
 - a) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
 - b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacuar los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
 - c) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.
- 6 En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

Registro de las operaciones de mantenimiento.

- 1 Toda instalación térmica debe disponer de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y que formará parte del Libro del Edificio.
- 2 El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.
- 3 La empresa mantenedora confeccionará el registro y será responsable de las anotaciones en el mismo.

Certificado de mantenimiento.

- 1 Anualmente el mantenedor autorizado titular del carné profesional y el director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de mantenimiento, que será enviado, si así se determina, al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quedando una copia del mismo en posesión del titular de la instalación. La validez del certificado de mantenimiento expedido será como máximo de un año.

3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

- 1 El objeto del programa de mantenimiento es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.
- 2 Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:
 - a) Vigilancia.
 - b) Mantenimiento preventivo.
 - c) Mantenimiento correctivo.

3.1 PLAN DE VIGILANCIA.

- 1 El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la siguiente tabla.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	Condensaciones en las horas centrales del día*
	Juntas	3	Agrietamientos y deformaciones*
	Absorbedor	3	Corrosión, deformación, fugas, etc.*
	Conexiones	3	Fugas*
	Estructura	3	Degradación, indicios de corrosión*
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	Ausencia de humedad y fugas*
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	Temperatura*
	Tubería y aislamiento	6	Ausencia de humedad y fugas*
	Acumulado solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito
			* : Inspección visual

Tabla 34: Plan de vigilancia

3.1 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

- 1 Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

- 2 El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².
- 3 El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo. El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.
- 4 A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

SISTEMA DE CAPTACIÓN:

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	Diferencias sobre el original *
	6	Diferencias entre captadores *
Cristales	6	Condensaciones y suciedad *
Juntas	6	Agrietamientos, deformaciones *
Absorbedor		Corrosión, deformaciones *
Carcasa	6	Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración *
Conexiones	6	Aparición de fugas *
Estructura	6	Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos *
Captadores (I)	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores (I)	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores (I)	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores (I)	12	Llenado parcial del campo de captadores
(I) Operaciones a realizar en caso de optar por las medidas de protección a causa de una contribución solar excesiva del tapado o vaciado parcial el campo de colectores		
* Inspección visual		

Tabla 35: Sistema de Captación

SISTEMA DE ACUMULACIÓN:

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

Tabla 36: Sistema de acumulación

SISTEMA DE INTERCAMBIO:

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	Control de funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	Control de funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

Tabla 37: Sistema de Intercambio

CIRCUITO HIDRÁULICO:

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y ph
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	Degradación protección uniones y ausencia de humedad *
Aislamiento al interior	12	Uniones y ausencia de humedad *
Purgador automático	12	Control de funcionamiento y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	Control de funcionamiento

		actuación
Válvula de corte	12	Control de funcionamiento actuaciones (abrir y cerrar) para evitar el agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	Control de funcionamiento actuación
* Inspección visual		

Tabla 38: Circuito Hidráulico

SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	Control funcionamiento actuación
Termostato	12	Control funcionamiento actuación
Verificación del sistema de medida	12	Control funcionamiento actuación

Tabla 39: Sistema eléctrico de control

SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR:

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	Control funcionamiento actuación
Sondas de temperatura	12	Control funcionamiento actuación

Tabla 40: Sistema de energía auxiliar

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m² se realizarán conjuntamente en la inspección anual, las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.

No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

3.2 PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

- 1 Las tareas a realizar en el plan de mantenimiento correctivo, son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

- 2 Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de Garantías, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- 3 Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.



GARANTÍAS

- 1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.
- 2 Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- 3 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de *garantía*, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.
- 4 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.
- 5 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- 6 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- 7 Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
- 8 Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

- 9 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.
- 10 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.
- 11 El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:
 - a) 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
 - b) 48 horas, si la instalación solar no funciona.
 - c) una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.
- 12 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
- 13 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

Alicante, 06 de Septiembre de 2017

Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Ingeniera Electricista

PRESUPUESTO



PRESUPUESTO INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS

PARTIDA 1. SISTEMA CAPTACIÓN SOLAR

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
1.1	Captador solar plano SONENKRAFT, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana de (2079x1240x95mm), superficie de apertura 2,26m ² , rendimiento óptico 0,82 y coeficiente de pérdidas primaria 3,821 W/m ² K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente conductos de cobre; cubierta protectora de vidrio de 4mm de espesor	2	912,00 €	1.824,00 €
1.2	Estructura de soporte SONNENKRAFT SSA35-50R	3	140,00 €	420,00 €
1.3	Set de conexión para captador solar plano DN 20 ASSKR500-20	2	82,00 €	164,00 €
1.4	Abrazadera para tubos, tacos y tirafondos para circuito primario	10	1,30 €	13,00 €
TOTAL CAPITULO DE CAPTACIÓN SOLAR				2.421,00 €

PARTIDA 2. SISTEMA DE VALVULERIA

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
2.1	Llave de paso esférica 3/4 para agua	7	12,80 €	89,60 €
2.2	Válvula de latón sin retorno de carga por resorte S. 120. Temperatura de funcionamiento: -20°C/+100°C	3	9,73 €	29,19 €
2.3	Válvula de seguridad convencional. Conexiones macho - hembra. Sobrepresión de apertura 20% Deferencial de cierre 20% PN10, Campo de temperatura:5-110°C. Calibraciones: 2,5 - 3 - 3,5 - 4 - 5 - 6 - 7 -8 bar,	4	9,50 €	38,00 €
2.4	Válvula roscada en cuerpo de bronce. Dispone de tomas de presión y volante de regulación con indicaciones digitales de los valores de reglaje, con escalada 0-100. Sin Función de vaciado. Rango de temperatura - 30/+120°C. STV 25 DN 25	1	55,60 €	55,60 €
2.5	Purgador automático Watts minivent 1/4" con cuerpo de latón CW617. Flotador en polietileno anticorrosivo, montaje vertical, temperatura máxima 115°C	2	6,25 €	12,50 €
2.6	Sonda temperatura caldera. Mod. FX27RIN, GENUS27RMET, TX23MIGPL.C.O. 004N.MERLONI,BIASI.	2	7,57 €	15,14 €
2.7	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 10 bar.	7	7,95 €	55,65 €
TOTAL CAPITULO DE VALVULERIA				295,68 €

PARTIDA 3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
3.1	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, según UNE-EN 1057	60	11,68 €	700,80 €
3.2	Coquilla aislante elastomérico K-Flex solar para altas temperaturas para aplicaciones de sistemas solares hasta 150°C, sin CFC- HCFC, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 34 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor..	60	4,30 €	258,00 €
3.3	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 40/42 mm de diámetro, según UNE-EN 1057	100	18,88 €	1.888,00 €
3.4	Accesorios para unión con soldadura de tubo de cobre rígido, de 40x42 mm de diámetro.	1	62,00 €	62,00 €
3.5	Coquilla aislante elastomérico K-Flex solar para altas temperaturas para aplicaciones de sistemas solares hasta 150°C, sin CFC- HCFC, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 48 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	100	4,89 €	489,00 €
3.6	Tubo multicapa de polietileno reticulado con alma de aluminio (PEX-AL-PEX), con barrera de oxígeno, Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 33/35 mm de diámetro, según UNE-EN 1057	110	15,40 €	1.694,00 €
3.7	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 42 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	110	4,67 €	513,70 €
3.8	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 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	25	11,65 €	291,25 €
3.9	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 34 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	25	4,30 €	107,50 €
3.10	Adhesivo para coquilla elastomérica.	1	110,00 €	110,00 €
TOTAL CAPITULO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				6.114,25 €

PARTIDA 4. SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
4.1	Interacumulador de 500 litros, marca CHROMAGEN, modelo ASUV018 vertical de acero vitrificado adecuado para instalaciones de A.C.S., según normativa DIN 4753-3. Temperatura máxima de trabajo ACS 95° C (vitrificado) y 70°C (epoxídico)	1	1.250,00 €	1.250,00 €
4.2	Vaso de expansión, depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial con recubrimiento interior sintético anticorrosión. 18 Litros T°max 110°C	1	42,60 €	42,60 €
4.4	Soporte mural de acero, con roscas para la conexión de la tubería de la instalación y del depósito de expansión. Incorpora un purgador.	1	20,20 €	20,20 €
4.5	Intercambiador de calor marca SUICALSA, modelo IP3601M19PX08, con 19 placas y con un área de 0,125m ² .	1	1.500,00 €	1.500,00 €
4.6	Fluido calor portador 20 litros	1	75,02 €	75,02 €
TOTAL CAPITULO DE SISTEMA DE ACUMULACIÓN				2.887,82 €

PARTIDA 5. SISTEMA DE CONTROL

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
5.1	Centralita de control de la instalación solar, marca Resol, modelo BS Plus. 4 entradas de sonda y 2 salidas de relé semiconductores, pantalla System Monitoring luminosa, contador de energía, función desinfección térmica, menú de puesta en servicio.	1	360,00 €	360,00 €
5.2	Cable apantallado de 0,5mm ² necesario para el conexionado de las sondas	15	1,00 €	15,00 €
TOTAL CAPITULO SISTEMA DE CONTROL				375,00 €

PARTIDA 6. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
6.1	Bomba circula dora simple circuito primario y secundario marca GROUND FOS UP-20-30, Cód. 59643500, Temperatura de +2 °C a +110 °C, Potencia 75 W Tensión de 230V	2	313 €	625,64 €
6.2	Kit conexión bomba primario solar	1	75 €	75,00 €

PARTIDA 7. MANO DE OBRA

Nº partida	Descripción	Unidades	Precio Unitario	Total
7.1	Horas de Mano de obra fontanero	40	21,20 €	848,00 €
7.2	Horas de Mano de obra ayudante	40	16,55 €	662,00 €
TOTAL CAPITULO MANO DE OBRA				1.510,00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO POR PARTIDAS

Resumen presupuesto	IMPORTE €
CAPITULO DE CAPTACIÓN SOLAR	2.421,00 €
CAPITULO DE VALVULERIA	295,68 €
CAPITULO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	6.114,25 €
CAPITULO DE SISTEMA DE ACUMULACIÓN	2.887,82 €
CAPITULO SISTEMA DE CONTROL	375,00 €
CAPITULO DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	700,64 €
CAPITULO MANO DE OBRA	1.510,00 €
TOTAL PRESUPUESTO	14.304,39 €

PRESUPUESTO FINAL: 14.304,39 €

Asciende el presente Proyecto de Instalación de Sistema de Energía Solar Térmica para A.C.S. a la cantidad de CATORCE MIL TRECIENTOS CUATRO euros con TREINTA Y NUEVE céntimos.

Alicante, 06 de Septiembre de 2017

Jennifer Alejandra Gutiérrez Mejía
Ingeniera Electricista



ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA



ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Según el informe de precios energéticos: combustibles y carburantes del IDAE, con fecha de publicación 26 de Agosto del 2013.

El precio del Gasóleo C por €/l es de 0,914 y de €/kWh 8,50 (ambos con impuestos).

Cálculo de demanda total de ACS anual por el que se establece una demanda de 24.470,26 MJ/anales o lo que es lo mismo 6.797,29 kWh/anales.

Coste del consumo de Gasóleo C sin instalación solar es el que correspondería a la demanda de 6.797,29 kWh, con lo que tenemos:

$$. 6.797,29 \text{ KW}\cdot\text{h} * 0,850 \text{ €/kWh} = \mathbf{5.777,70 \text{ €}}$$

El coste del consumo de Gasóleo C con la instalación solar es el que correspondería a la producción de 6.652,06 MJ/anales, equivalente a 1.847,79 kWh, con lo que tenemos:

$$1.847,79 \text{ KW}\cdot\text{h} * 0,850 \text{ €/kWh} = \mathbf{1.570,62 \text{ €}}$$

El ahorro anual es de **4.207,08**, esto supondría tener un ahorro anual de 72,82% aproximadamente.

TIEMPO DE RETORNO:

- el coste total de la instalación es de **14.304,39 €**
- Y suponiendo un ahorro anual de **4.207,08 €**

Podemos estimar un tiempo de retorno aproximado de unos 4 años.
“La vida útil de una instalación solar es aproximadamente 25 años”

CONCLUSIONES



- El sol es uno de los recursos energéticos más limpios y menos aprovechados actualmente. La energía solar puede ser utilizada de muchas formas y de una manera muy fácil, pero costosa, para la generación de energía. Saber utilizar esta energía es importante para el desarrollo sustentable de nuestro país ya que es una de las formas de generación de energía más limpias que existen.
- Los colectores solares tienen la particularidad de tener la capacidad de almacenamiento de la energía, cosa que no es posible con las otras formas de generación de energía. La energía generada a través de un colector solar puede ser almacenada en forma de calor en los depósitos de almacenamiento de agua.
- A pesar que los costes de instalación suelen ser muy elevados, estos costos se puede recuperar en un plazo rentable de tiempo, con el ahorro energético que se produce. Además que las instalaciones solares tiene una vida útil de 25 años.
- Uno de los limitantes que poseen los colectores solares es que necesitan un sistema auxiliar de energía para calentar el agua, que aporte calor al sistema los días que la energía solar no puede suplir el calor necesario para este.
- En un futuro se puede considerar el sustituir la caldera de Gasóleo existente por una de biomasa, para reducir costos.
- Tal como se ha demostrado en el apartado de cálculos los dos paneles estimados cumplen con las condiciones técnicas en los tres métodos utilizados (MetaSol, F-Chart and Cenosolar)

BIBLIOGRAFÍA



1. IDAE, Instituto Para La Diversificación Y Ahorro De La Energía, (2009). instalaciones de energía solar térmica. **Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura.**
Disponible:
http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_ST_Pliego_de_Condiciones_Tecnicas_Baja_Temperatura_09_a3c5aa42.pdf
2. IDAE, Instituto Para La Diversificación Y Ahorro De La Energía, (Junio 2017) **Código Técnico De La Edificación, Documento Básico He, Ahorro De Energía, He4** Contribución Solar Mínima De Agua Caliente Sanitaria,
Disponible:
<https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>
3. AVEN, agencia valenciana de la energía (2012), **Radiación solar en la comunidad valenciana.**
Disponible:
<http://www.aven.es/index.php?lang=es>
4. IDEA, Instituto Para La Diversificación Y Ahorro De La Energía, (Septiembre, 2017), **CHEQ4, herramienta para la validación del cumplimiento del he4 en instalaciones solares térmicas.**
Disponible:
<file:///C:/CHEQ4.2/Ayuda/Introduccion.htm>
5. BOE, Boletín oficial del estado, (Abril, 2017), Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se renueva la certificación de un captador solar, modelo Sonnenkraft SKR 500, fabricado por GreenOne Tec Solarindustrie GmbH
Disponible en:
<https://www.boe.es/boe/dias/2017/04/11/pdfs/BOE-A-2017-4017.pdf>
6. REAL DECRETO 1027/2007: el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
Disponible en:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>
7. REAL DECRETO 366/2005: por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del Reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos

respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie.

Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-6794>

8. REAL DECRETO 842/2002: por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Disponible en:

<http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>

9. REAL DECRETO 865/2003: por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2003-14408>

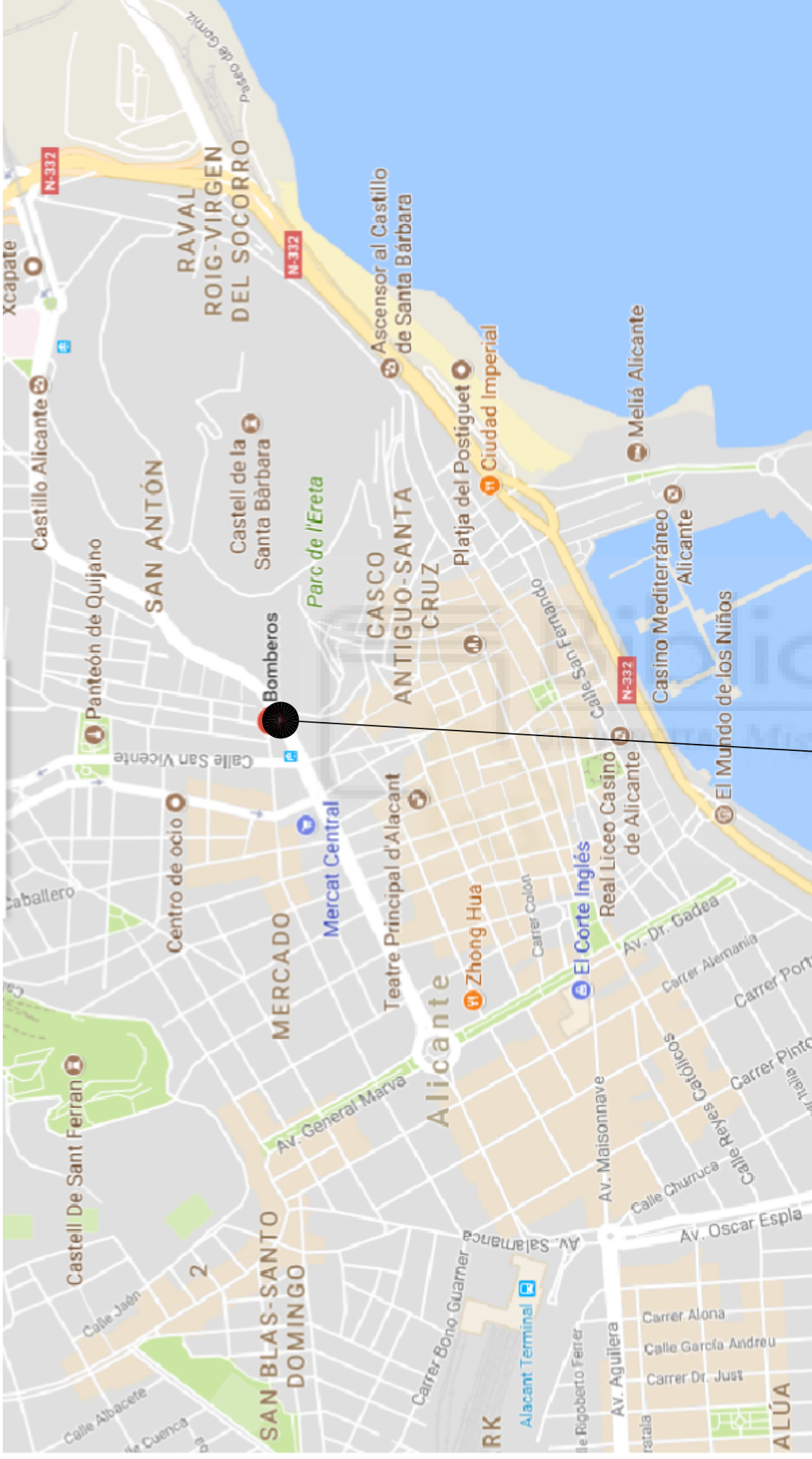
10. Ley 34/2007: de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-19744>



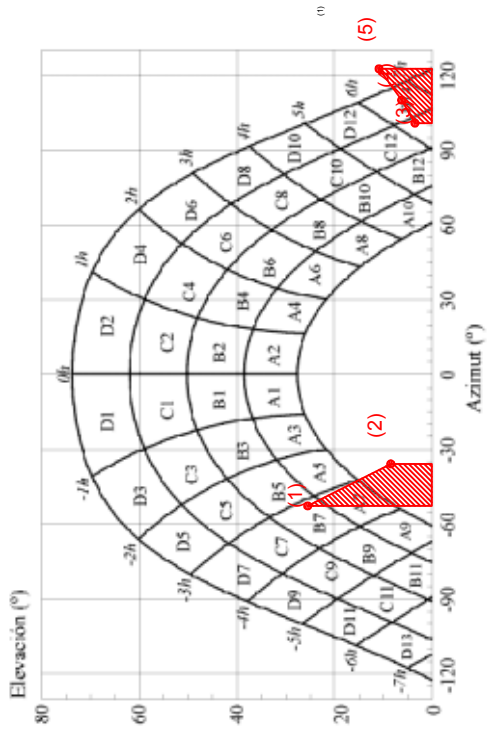
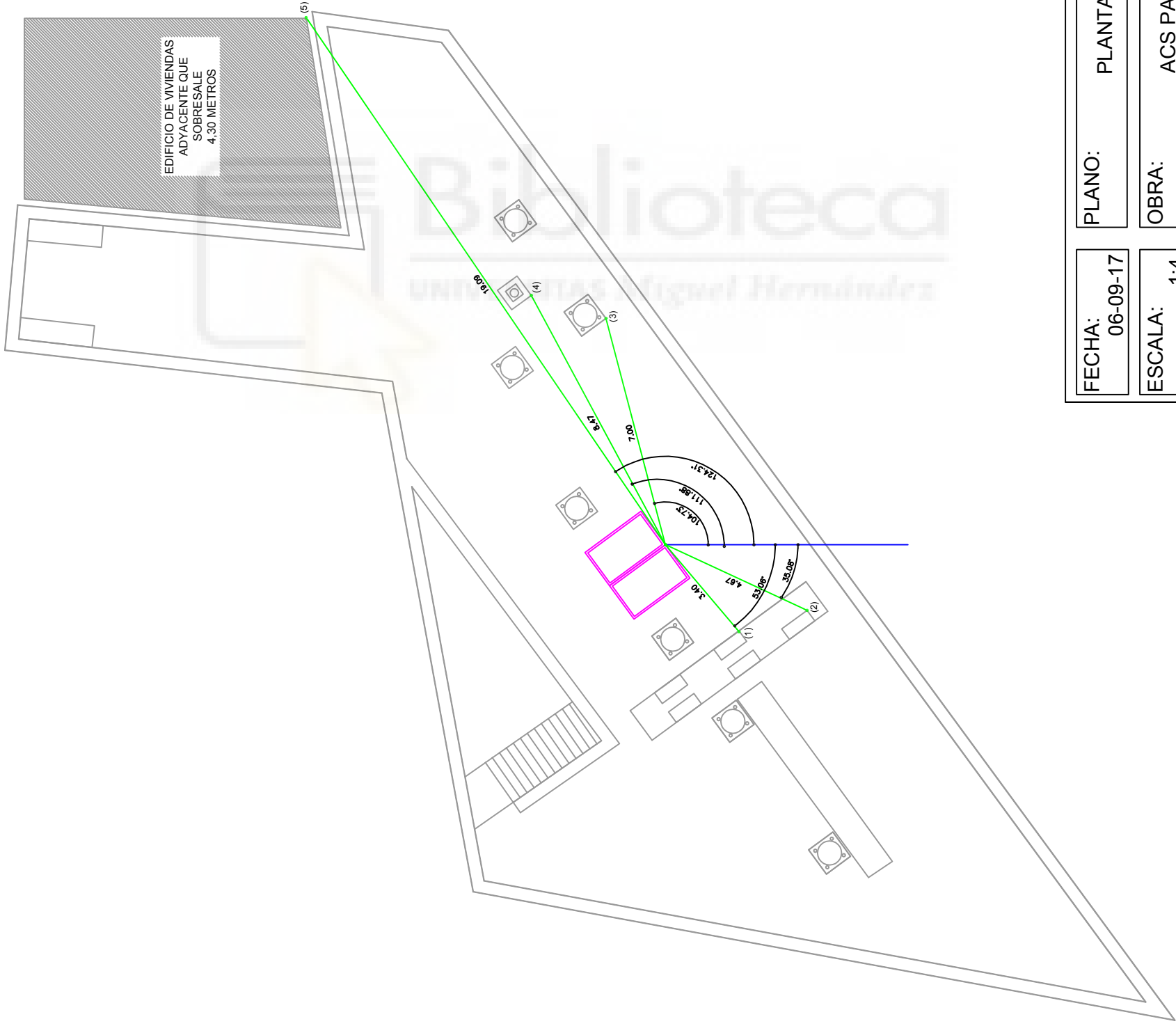




**PARQUE DE BOMBEROS
JAIME II
Avenida Jaime II, 23
Alicante (03004)**



FECHA: 06-09-17	PLANO: PLANTA DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
ESCALA: S/E	OBRA: ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS
Nº PLANO: 1	AUTOR: JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA



Punto	β	α
1	26,17°	-53,06°
2	9,24°	-35,08°
3	4,09°	104,73°
4	6,78°	111,88°
5	12,096°	124,31°

FECHA:
06-09-17

PLANO: PLANTA BAJO CUBIERTA - ZONA DE SOMBRAS

ESCALA:
1:4

OBRA: ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS

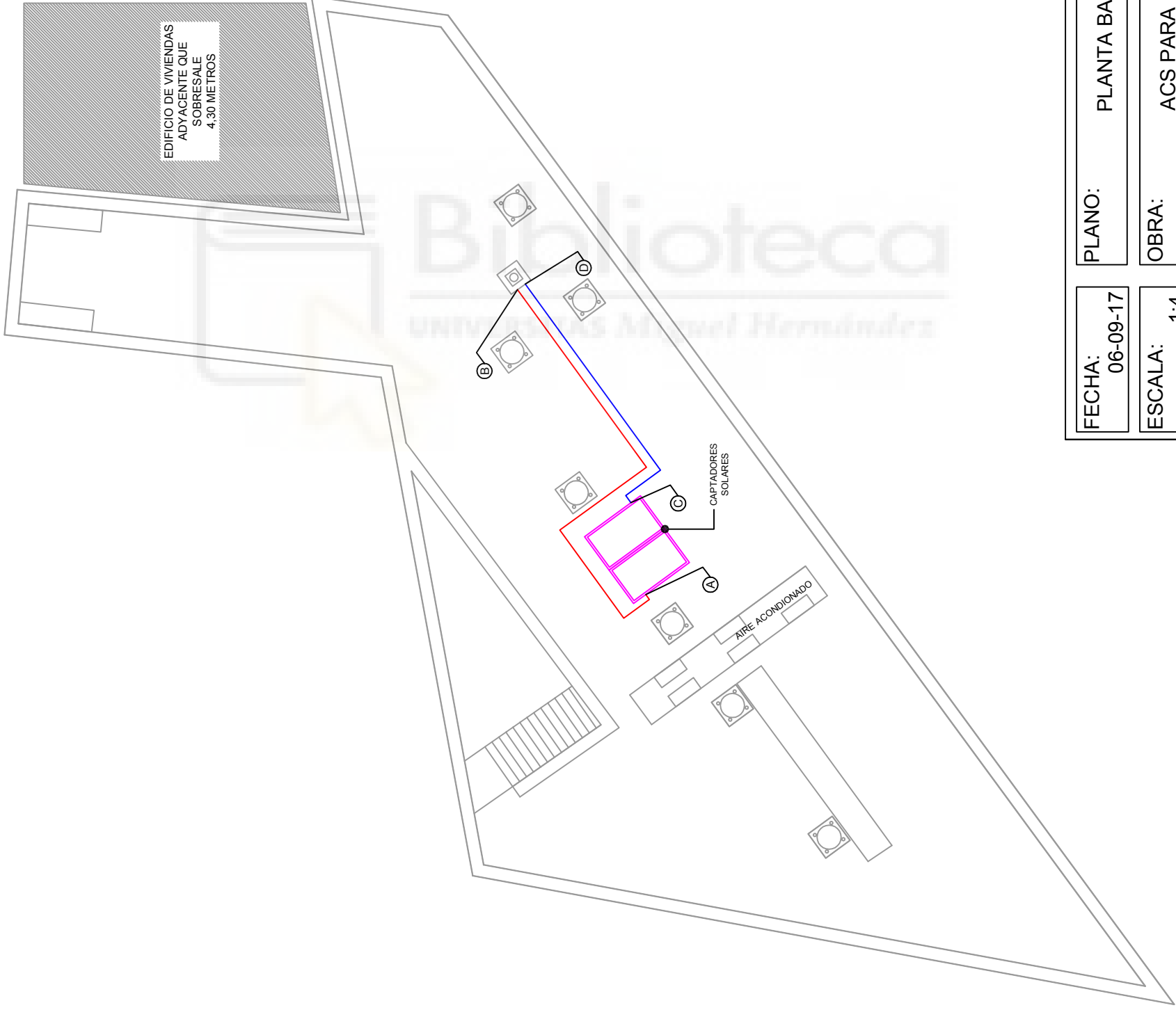
Nº PLANO:
2

AUTOR:
JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA

MASTER EN ENERGIA SOLAR Y RENOVABLES CURSO 2016-2017

TRABAJO DE FIN DE MASTER





LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Manómetro
	Termómetro
	Válvula de corte
	Purgador
	Llave de paso
	Válvula de retención
	Bomba
	Vaso de Expansión
	Válvula de seguridad
	Flèche dirección de canal
	Válvula de equilibrado hidráulico
	Válvula de vaciado
	Filtro de agua
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de agua fría de red



PLANO: PLANTA BAJO CUBIERTA - CAPTADORES Y TUBERIAS

OBRA: ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS

AUTOR: JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA

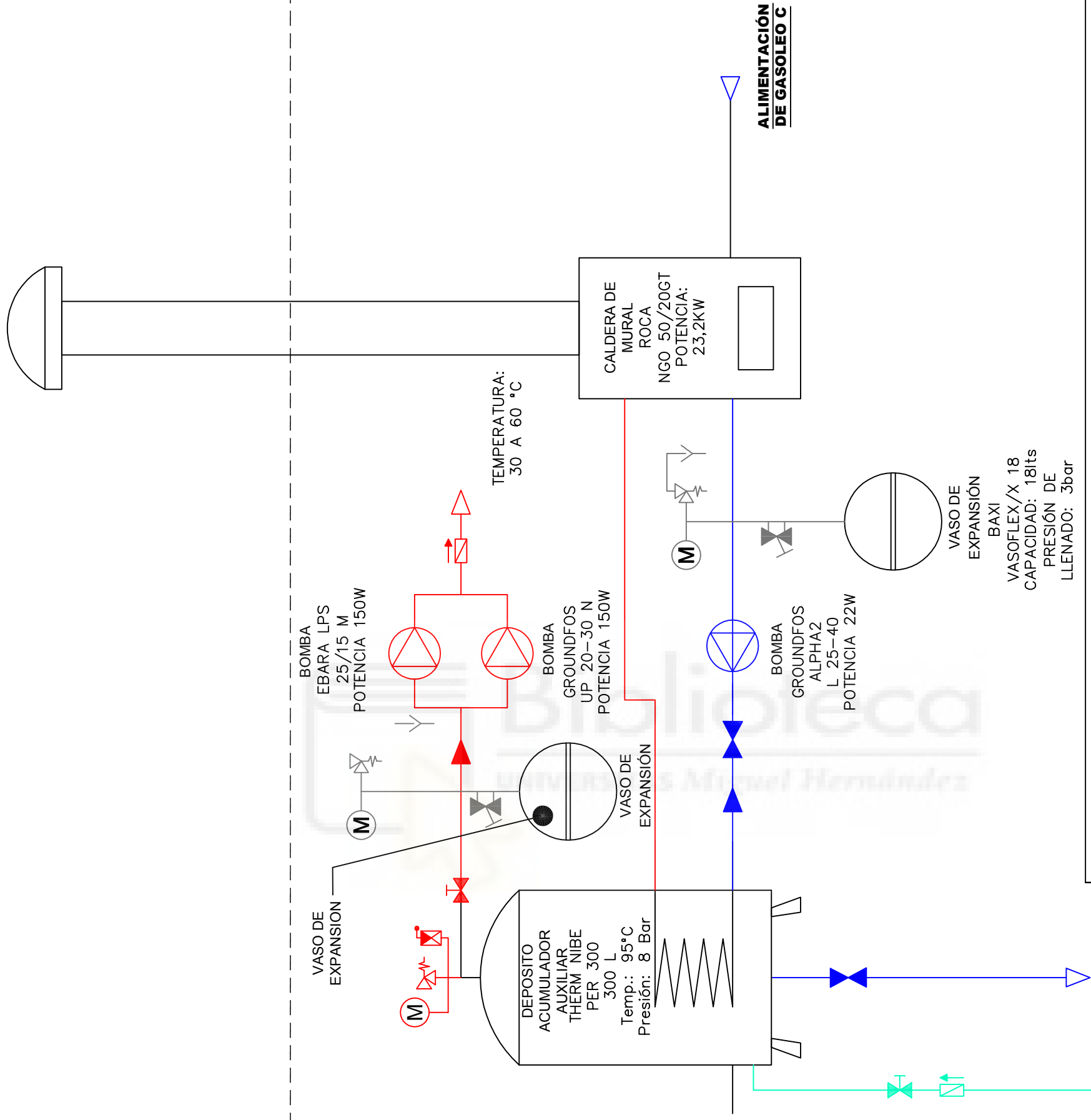
FECHA: 06-09-17

ESCALA: 1:4

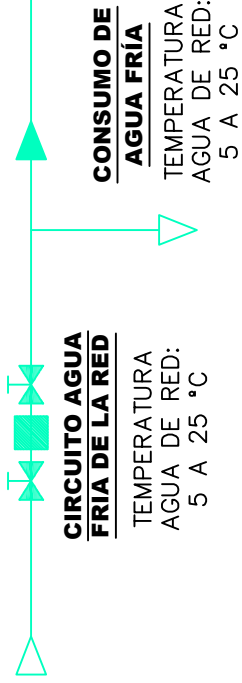
Nº PLANO: 3

MASTER EN ENERGIA SOLAR Y RENOVABLES CURSO 2016-2017

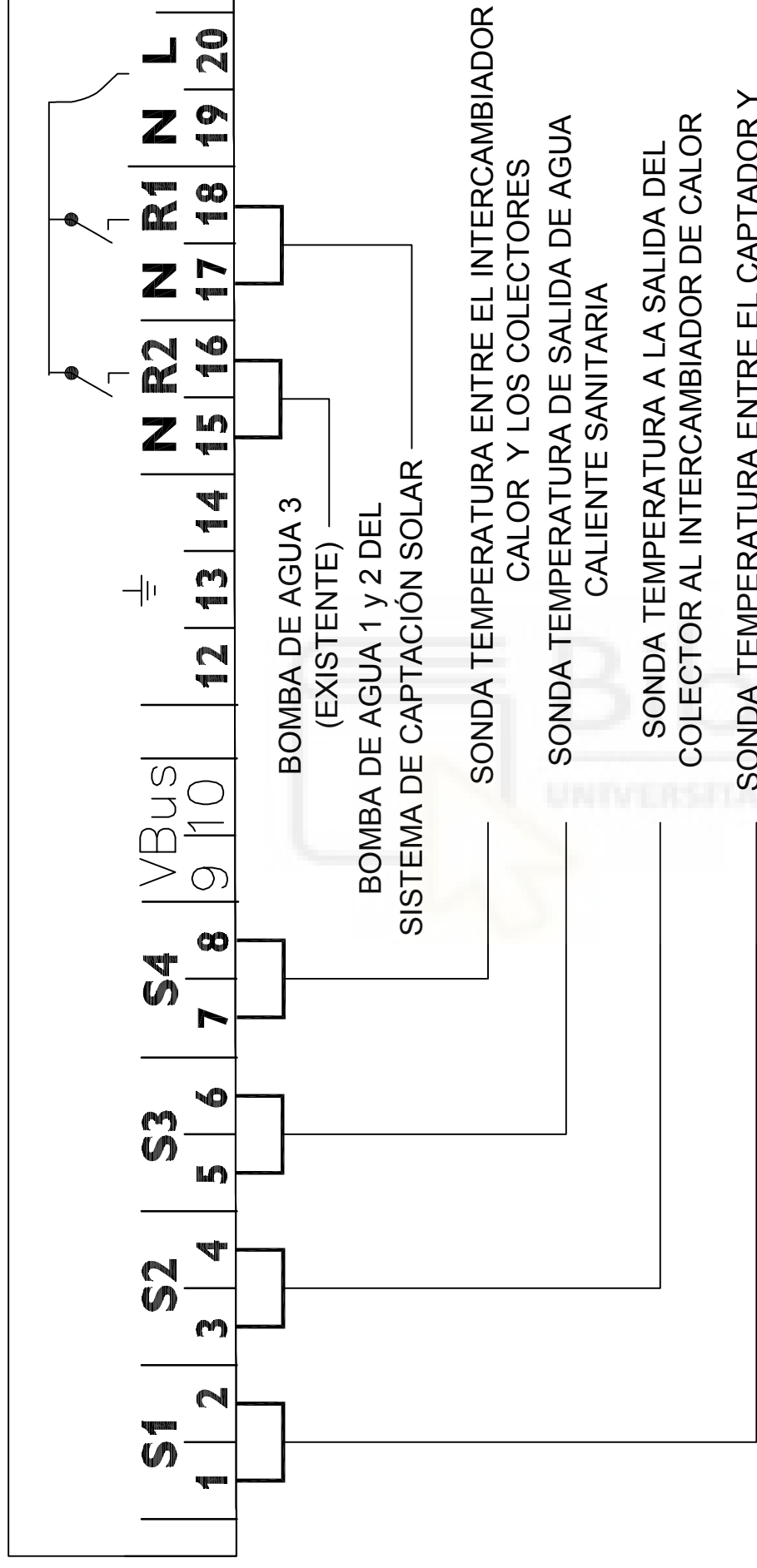
TRABAJO DE FIN DE MASTER



LEYENDA	
Símbolo	Descripción
	Manómetro
	Termómetro
	Válvula de corte
	Purgador
	Llave de paso
	Válvula de retención
	Bomba
	Vaso de Expansión
	Válvula de seguridad
	Flèche dirección de canal
	Válvula de equilibrado hidráulico
	Válvula de vaciado
	Filtro de agua
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de agua fría de red



FECHA:	06-09-17	PLANO:	INSTALACIÓN DE A.C.S. EXISTENTE
ESCALA:	S/E	OBRA:	ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS
Nº PLANO:	4	AUTOR:	JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA
MASTER EN ENERGIA SOLAR Y RENOVABLES CURSO 2016-2017		TRABAJO DE FIN DE MASTER	



EL TERMOSTATO CALCULA LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LA SONDA DE CAPTADOR S1 Y LA SONDA DEL ACUMULADOR S2 Y EL INTERCAMBIADOR S4. EN CUANTO LA DIFERENCIA SEA MAYOR O IGUAL QUE LA DIFERENCIA DE TEMPARATURA DE ACTIVACIÓN AJUSTADA (DT E1), EL RELÉ 1 ACTIVA LAS BOMBAS 1 Y 2, Y EL ACUMULADOR ES CARGADO HASTA LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE DESACTIVACIÓN (DT A1) O LA TEMPERATURA MÁXIMA DE ACUMULADOR (S MX1).

CUANDO LA TEMPERATURA EN LA SONDA S3 ES SEA MAYOR O IGUAL QUE LA TEMPARATURA DE ACTIVACIÓN AJUSTADA (DT E2), EL RELÉ 2 ACTIVA LA BOMBA (2) DE LA CALDERA, Y EL ACUMULADOR ES CARGADO HASTA LA TEMPERATURA DE DESACTIVACIÓN (DT A2) O LA TEMPERATURA MÁXIMA DE ACUMULADOR (S MX2).

FECHA: 06-09-17

ESCALA: S/E

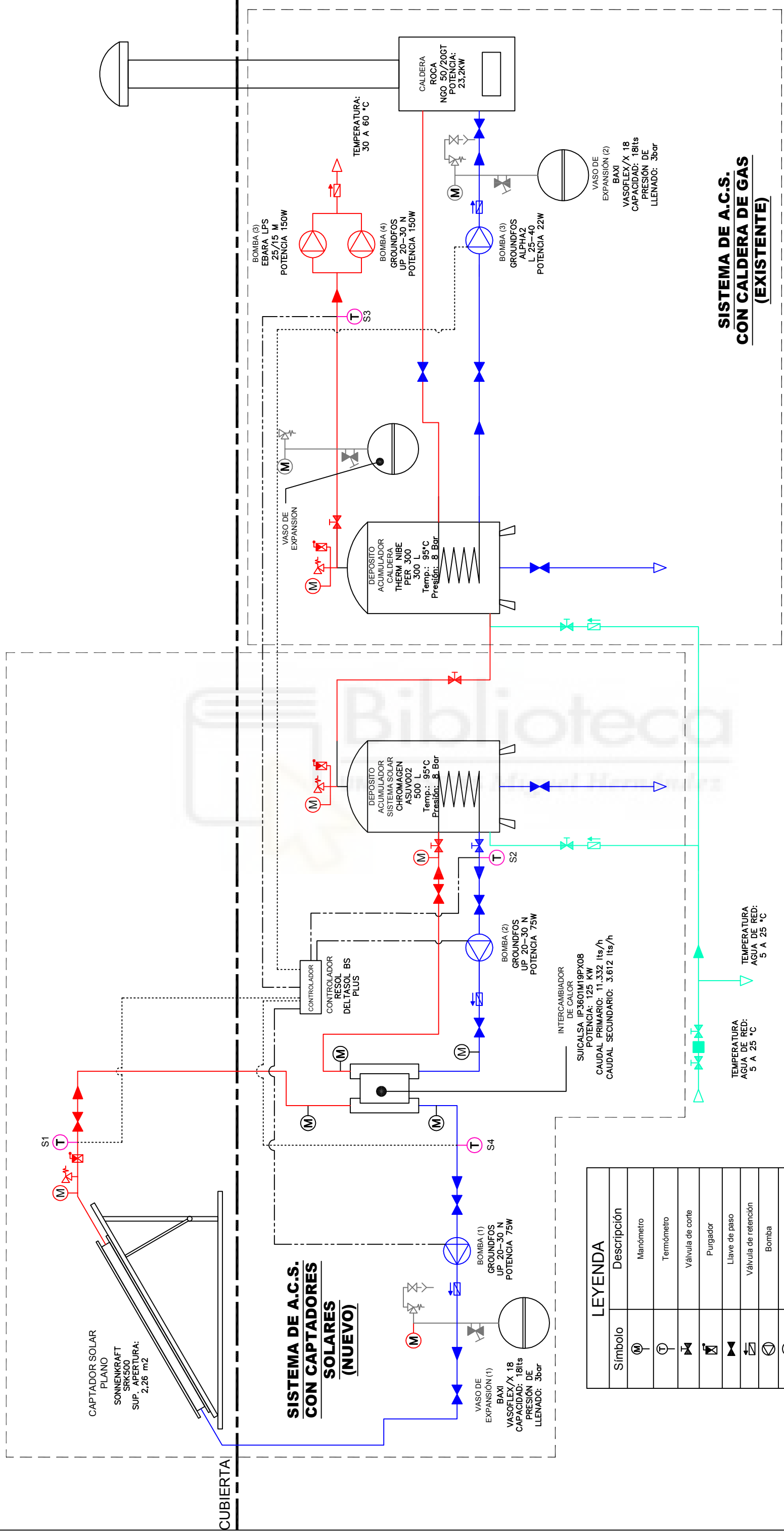
Nº PLANO: 5

PLANO: DIAGRAMA DE CONECCIÓN REGULADOR SOLAR

OBRA: ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS

AUTOR: JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA





SISTEMA DE A.C.S. CON CALDERA DE GAS (EXISTENTE)

FECHA:	06-09-17	PLANO:	ESQUEMA DE PRINCIPIO
ESCALA:	S/E	OBRA:	ACS PARA PARQUE DE BOMBEROS
Nº PLANO:	6	AUTOR:	JENNIFER A. GUTIERREZ MEJIA
MASTER EN ENERGIA SOLAR Y RENOVABLES CURSO 2016-2017		TRABAJO DE FIN DE MASTER	

LEYENDA	
Simbolo	Descripción
	Manómetro
	Termómetro
	Válvula de corte
	Purgador
	Llave de paso
	Válvula de retención
	Bomba
	Vaso de Expansión
	Válvula de seguridad
	Flèche dirección de canal
	Válvula de equilibrado hidráulico
	Válvula de vaciado
	Filtro de agua
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de agua fría de red



ANEXOS



SONNENKRAFT®

CAPTADOR SOLAR PLANO

SKR500

iNuevo!

FÁCIL

Conexiones sin herramientas y sonda sumergible integrada en el propio captador.

EFICIENTE

Una generación mejorada de sistemas de montaje hace la instalación más fácil y flexible.

EXTRA

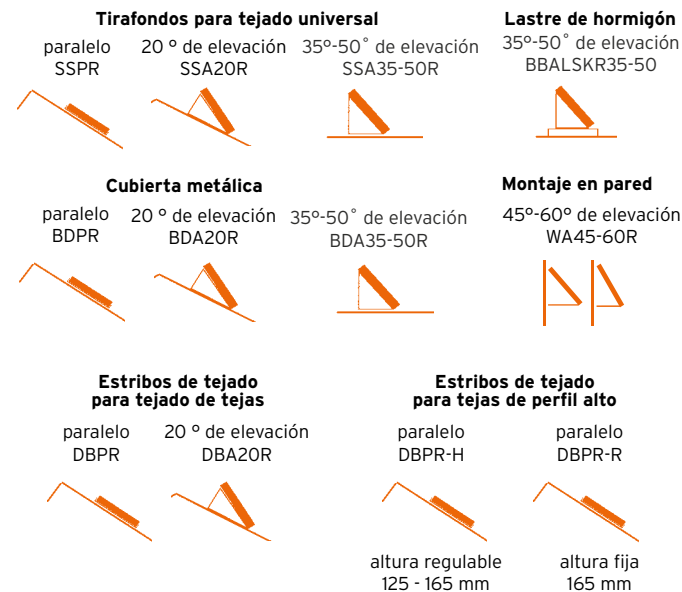
Captador plano y sin marco presenta un acabado inmejorable en todas las variantes de instalación.

E³

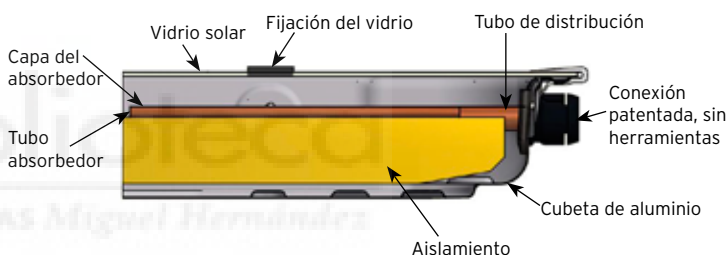
DATOS TÉCNICOS

Nombre		SKR500	SKR500L
Tipo de captador		Solar plano	
Tipo de montaje		Sobre tejado	
Superficie bruta	m ²	2.57	
Superficie de apertura	m ²	2.26	
Superficie de absorbedor	m ²	2.30	
Altura	mm	2079	1240
Ancho	mm	1240	2079
Profundidad	mm	95	
Peso en vacío	kg	38	38.5
Capacidad del captador	l	1.45	1.72
Presión máx. de trabajo	bar	10	
Temperatura de estanqueidad	°C	174	
Caudal recomendado	l/m ² h	10 - 35	
Conexión en serie		Máx. 12 uds. en paralelo	Máx. 10 uds. en paralelo
Inclinación mín. del captador	°	15	
Inclinación máx. del captador	°	75	
Conexiones		18 m cobre	
Absorbedor		Absorbedor de aluminio de superficie completa; recubrimiento al vacío altamente selectivo	
Configuración		Meandro	
Absorción (α) / Emisión (ε)		0.95 / 0.05	
Carcasa		Bandeja de aluminio embutida, resistente al ambiente marino	
Aislamiento		50 mm lana mineral	
Acristalado del captador		Vidrio solar de seguridad y bajo contenido de hierro de 3,2 mm	
Rendimiento óptico (apertura/absorción) η_{0a} / η_{10a}		0.820 / 0.806	0.794 / 0.781
Factor de pérdidas a_{1a} / a_{1A}	W / (m ² K)	3.821 / 3.758	3.514 / 3.456
Factor de pérdidas a_{2a} / a_{2A}	W / (m ² K ²)	0.0108 / 0.0106	0.0147 / 0.0145
Modificador del ángulo de incidencia $K_b(50^\circ)$		0.96	
Nº reg. Solar Keymark		011-7S1277F	011-7S1284F

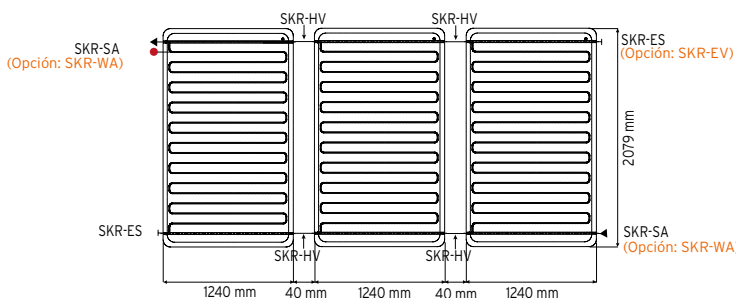
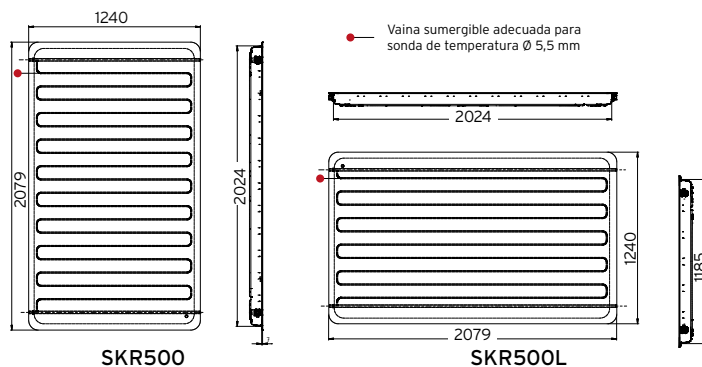
Sistema de fijación SKR500



Corte transversal SKR500



Dimensiones



Contacte hoy con su comercial de SONNENKRAFT.
El sol volverá a brillar mañana.

www.sonnenkraft.es



Las bombas circuladoras UPN, en acero inoxidable y UPB en bronce, están diseñadas para sistemas de agua caliente sanitaria.

Las bombas UPS (N)(B) son bombas monofásicas de 3 velocidades y las UPN son bombas monofásicas de 1 velocidad.

Calidad

La calidad de los materiales utilizados por Grundfos en la fabricación de las bombas UPN - UPB además de evitar la corrosión en la carcasa de la bomba consiguen óptimos rendimientos y soluciones más ligeras.

UPN-UPB



Ver tabla

Modelo	Código	Conexión bomba	Longitud (mm)	Temp. de líquido	Tensión	P _i (W)	I _n (A)	Clase energética	BOMBAS
UP 20-07 N	59640506	G 1 1/4	150	de +2 °C a +110 °C	1x230 V	50	0.24	-	
UP 20-15 N	59641500	G 1 1/4	150	de +2 °C a +110 °C	1x230 V	65	0.28	-	
UP 20-30 N	59643500	G 1 1/4	150	de +2 °C a +110 °C	1x230 V	75	0.31	-	
UP 20-45 N	95906472	G 1 1/4	150	de +2 °C a +110 °C	1x230 V	115	0.50	-	

Modelo	Código	Conexión bomba	Longitud (mm)	Temp. de líquido	Tensión	P _i (W) velocidad			I _n (A) velocidad			Clase energética	BOMBAS
						1	2	3	1	2	3		
UPS 25-55 N	95906408	G 1 1/2	180	-25°C a +110 °C	1x230 V	65	80	85	0,3	0,36	0,38	C	
UPS 20-60 B	96281498	G 1 1/2	180	-25°C a +110 °C	1x230 V	50	60	70	0,22	0,27	0,3	C	
UPS 25-28 N	95906439	G 1 1/2	180	-25°C a +110 °C	1x230 V	110	155	165	0,5	0,7	0,7	C	
UPS 32-80 N	95906448	G 2	180	-25°C a +110 °C	1x230 V	135	200	220	0,6	0,9	0,98	C	
UPS 32-100 N	95906489	G 2	180	-25°C a +110 °C	1x230 V	280	340	345	1,3	1,5	1,52	C	
UPS 40-50 F N	95906422	DN 40	250	-25°C a +110 °C	1x230 V	75	100	105	0,32	0,44	0,46	C	

(N = Acero inoxidable - B = Bronce - S = 3 velocidades)

(*)Máxima potencia de entrada y máx. corriente (velocidad 3)

CARACTERÍSTICAS / CONSTRUCCIONES

Las bombas circuladoras UPN y UPB son de tipo rotor encapsulado, es decir, bomba y motor forman un conjunto compacto sin cierre del eje y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado. Se caracterizan por:

- Carcasa de la bomba en bronce (B) o en acero inoxidable (N).
- Presión 10 bar.
- Grado de protección IP 42 e IP 44 según modelos
- Clase de aislamiento F y H según modelos
- Temperatura del líquido: ver tabla (máx. 60°C para agua sanitaria)
- Temperatura del líquido de +2°C a +110°C (versión UPN) y de -25°C a +100°C (versión UPS (N)(B)).



TABLA DE SELECCIÓN


Modelo	m ³ /h Tensión	Caudal Q																
		0	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	5	6	7	8	9	10
		Altura en mca.																
UP 20-07 N	M	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1												
UP 20-15 N	M	1,4	1,1	1	0,8	0,6	0,3											
UP 20-30 N	M	3,1	3	2,8	2,4	2	1,5	1,2	0,8									
UP 20-45 N	M	4,2	4,1	4	3,8	3,5	3,1	2,8	2,4	1,8	1,2							
UPS 25-55 N	M	4,7	4,6	4,6	4,4	4,4	4,3	3,9	3,8	2,6	3,2	2,8	2,4	1,5				
UPS 25-60 B	M	5,7	5,5	5,2	4,7	4,1	3,4	3	2,4	1,8	1,3							
UPS 25-80 N	M	7,2	7,1	7	6,9	6,8	6,7	6,5	6,1	5,9	5,8	5,5	5,3	4,5	3,5	2,5		
UPS 32-80 N	M	7,6	7,5	7,5	7,4	7,3	7,4	7	6,8	6,5	6,4	6,1	6	5,3	4,5	3,8	3	
UPS 32-100 N	M	9,8	9,8	9,7	9,5	9,3	9,2	9	9	8,9	8,8	8,7	8,5	8,2	7,8	7	6,4	
UPS 40-50 F N	M	5,2	5	4,9	4,8	4,6	4,5	4,2	4	3,9	3,6	3,5	2,7	1,9	1,3	0,5		

SABER MÁS . . .

Consejos útiles para la instalación de bombas circulatoras Grundfos de rotor húmedo para recirculación de agua caliente sanitaria:

1. Las bombas de rotor húmedo deben siempre instalarse con el eje del motor en posición horizontal.
2. No poner la bomba en marcha hasta que el sistema haya sido llenado de líquido y purgado. Periodos breves de marcha en seco pueden dañar la bomba.
3. Para evitar condensaciones en la caja de conexiones y en el estator, la temperatura del líquido bombeado debe ser siempre superior a la temperatura ambiente.
4. A la hora de seleccionar una bomba debe tenerse en cuenta la viscosidad del líquido de bombeo.
5. Para evitar aire, nunca instalar la bomba con el cuadal hacia abajo.
6. Se recomienda mantener la temperatura por debajo de 65°C para evitar precipitación de cal.

SELECCIÓN

		Tubería ROSCADA EXTERIOR 				
Diámetro tubería		G3/4 (20/27)	G1 (26/34)	G1 1/4 (33/42)	G1 1/2 (40/49)	G1 1/2 (40/49)
UP 20-07 N	59640506	UB 3/4 529982				
UP 20-15 N	59641500	UB 3/4 529982				
UP 20-30 N	59643500	UB 3/4 529982				
UP 20-45 N	95906472	UB 3/4 529982				
UPS 20-55 N	95906408		UB 1" F 529972	UB 1 1/4" F 96568019		
UPS 20-60 B	96281498		UB 1" F 529972	UB 1 1/4" F 96568019		
UPS 20-80 N	95906439		UB 1" F 529972	UB 1 1/4" F 96568019		
UPS 32-80 N	95906448		U 1" F 509921	U 1 1/4" F 509922		
UPS 32-100 N	95906489		U 1" F 509921	U 1 1/4" F 509922		
UPS 40-50 F N	95906422		U 1" F 509921	U 1 1/4" F 509922	CFT 40-1" 1/2 96569170	CFT 40-1" 1/2 96569170

ACCESORIOS HIDRÁULICOS
(Ver página 26)

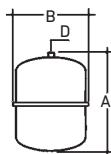


UB = Juego racores (latón)
Nº de racores: 2



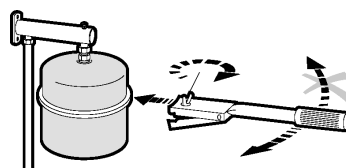
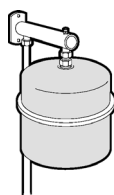
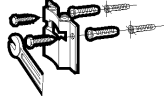
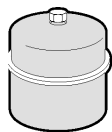
Vasoflex/S

- Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria.
- Depósito cerrado de acero de alta calidad, pintado exteriormente y provisto de membrana elástica especial.
- Recubrimiento interior sintético anticorrosión.
- Membrana especial para el contacto con agua potable evitando que afecte al sabor de la misma.
- Facilidad de montaje.
- No precisa ningún servicio de mantenimiento.



	8	12	18	25	35	50
Presión de llenado bar	4	4	4	4	4	4
Capacidad litros	8	12	18	25	35	50
Para acumulador ACS litros	150	200	300	500	800	1000
A mm	308	341	333	385	444	437
B Ø	245	286	328	358	396	490
D	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	1"
Peso kg	10	5,1	6,4	7,6	10,9	15,8
Presión máx. de trabajo bar	10	10	10	8	8	8
Temp. máx. de trabajo °C	70	70	70	70	70	70
Referencia	195200002	195200003	195200004	195200005	195200033	195200035
Euros	59,00	65,00	81,00	97,00	129,00	165,00

Accesorios para depósitos de expansión



VASOFLEX MB2

Soporte mural de acero para Depósito de expansión, Vasoflex y Vasoflex/S de 8 a 25 litros.

FLEXCONSOLE

Soporte mural de acero, con roscas para la conexión de la tubería de la instalación y del depósito de expansión. Incorpora un purgador.

VASOFLEX DT

Herramienta para el montaje de los depósitos de expansión.

Referencia

195200006

195200007

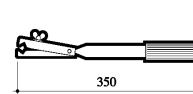
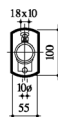
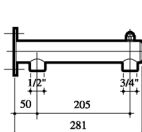
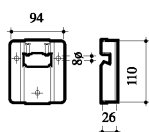
195200008

Euros

4,95

20,20

37,80



DeltaSol® BS Plus

RESOL®

(Versión 2)

Regulador solar Manual para el instalador especializado

Instalación Manejo Funciones y opciones Resolución de problemas



La certificación cTUVus certifica que el regulador cumple con las normas UL 60730-1:2009 y CSA B60730.1:2002.

c u s



48006211



El portal de internet para acceder de forma sencilla y segura a sus datos de sistema – www.vbus.net

Gracias por comprar este aparato de RESOL. Por favor, lea detenidamente estas instrucciones para poder aprovechar óptimamente el rendimiento de este equipo. Conserve el manual de instrucciones cuidadosamente.

es

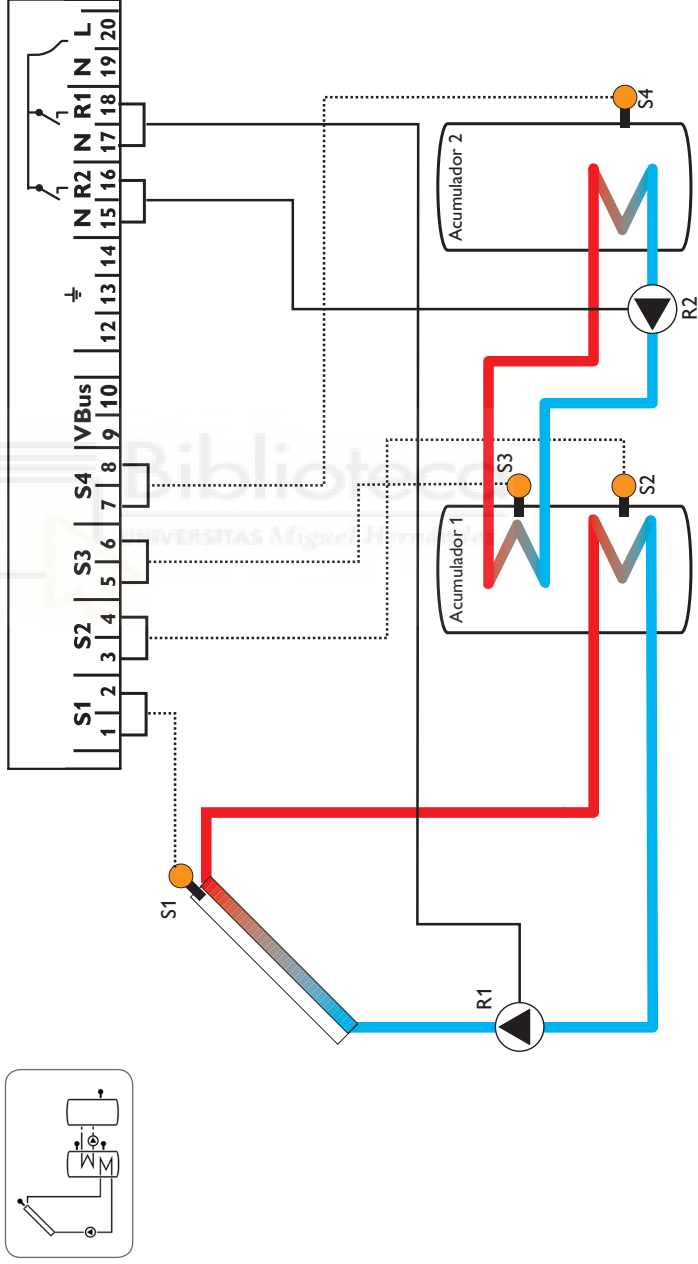
Manual

85 www.resol.com

Sistema 2

El termostato calcula la diferencia de temperatura entre la sonda de captador S1 y el acumulador 1 y el acumulador 2. Si la sonda de acumulador S2. En cuanto la diferencia es mayor o igual que la diferencia de temperatura de activación ajustada (DT E), el relé 1 activa la bomba solar, y el acumulador es cargado hasta alcanzar la diferencia de temperatura de desactivación (DT A) o la temperatura máxima de acumulador (S MX).

La sonda S3 se puede utilizar opcionalmente como sonda de referencia de la función de desinfección térmica (ODT) o de la opción Desconexión de seguridad del acumulador (OSNO).



Acumuladores Gran Volumen

Depósito acumulador construido en acero vitrificado adecuado para instalaciones de A.C.S., según normativa DIN 4753-3. Se suministra con sistema de protección anódica y aislamiento estándar de poliuretano rígido de 50mm. Terminación exterior con funda de sky. Dotado de termómetro externo, vainas para sonda y conexión para recirculación. Dispone de conexiones para incorporar elementos de calentamiento.

Características técnicas

	ASUV018
Capacidad nominal (l)	500
Peso neto (Kg)	125
Dimensiones (mm) D/h	750 x 1.670
Pérdidas térmicas $\Delta T 45^\circ$ (kWh/24h)	2,9

Conexiones

		ASUV018
CW	Entrada agua fría red	1" (H)
HW	Salida de agua caliente sanitaria	1" (H)
TS1; 2; 3	Termómetro - sonda	1/2" (H)
R	Recirculación	3/4" (H)
EE	Conexión para resistencia eléctrica	1 1/2" (H)
T	Termómetro externo	$\varnothing 14 \times 1,5$
TR	Termostato	1/2" (H)

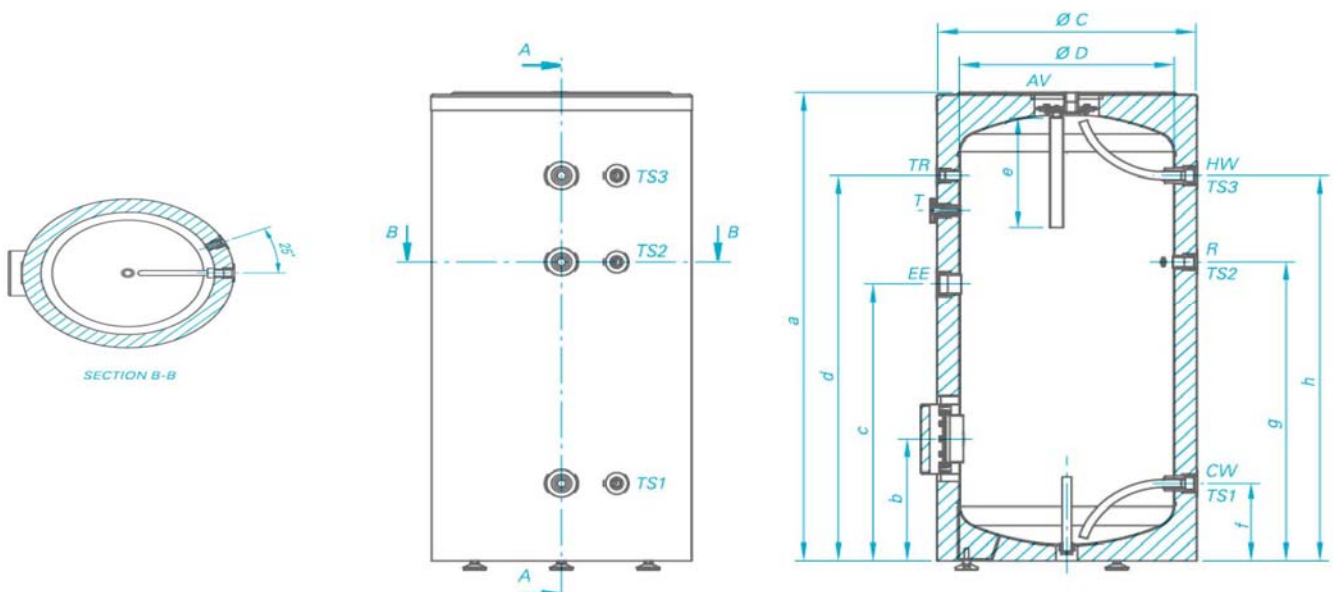


T máx. servicio	P nominal
95°C	8 bar

Dimensiones (± 5 mm)

a (mm) b (mm) c (mm) d (mm) e (mm) f (mm) g (mm) h (mm) i (mm) j (mm) k (mm) l (mm) m (mm) $\varnothing C$ (mm) $\varnothing D$ (mm)

ASUV018 1.702 321 983 1.445 --- 211 1.196 1.445 --- --- --- --- 1.838 750 650



INFORMACIÓN TÉCNICA

Los intercambiadores de calor de placas desmontables se componen de un bastidor de construcción robusta formada por dos placas de acero carbono, entre los que se intercalan y comprimen las placas de intercambio de calor (flujo en sistema paralelo). La configuración ondulada de las placas a través de las cuales circulan los fluidos, provoca una elevada turbulencia que asegura una máxima transferencia de calor.

Debido a los altos valores de los coeficientes de transmisión, la superficie de intercambio se reduce con respecto a otros tipos de intercambiadores, así como también se reduce su peso y volumen.

Por su forma constructiva, son fácilmente ampliables, y permiten una gran facilidad de acceso a las placas para su limpieza o sustitución.

APLICACIÓN

Intercambio de calor entre agua para usos doméstico o industrial.
Idóneo para su uso en instalaciones con paneles solares.

COMPOSICIÓN / MATERIALES

Bastidor de acero al carbono barnizado exteriormente.

Placas en acero inoxidable AISI-316 o en Titanio (para aplicaciones de alta salinidad)

Racores de conexión en acero inox AISI 316 o en polipropileno

Juntas en Nitrilo NBR - Temperatura máxima de diseño: 95°C

EPDM-PRX - Temperatura máxima de diseño: 140°C

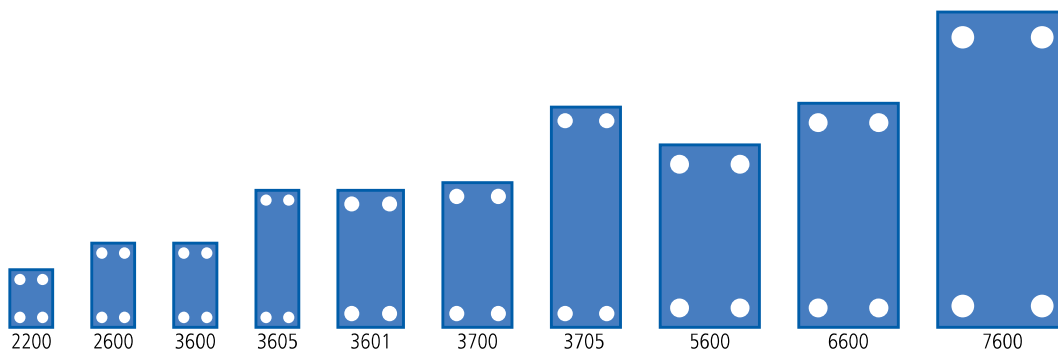


Idóneo para energía solar

CARACTERÍSTICAS

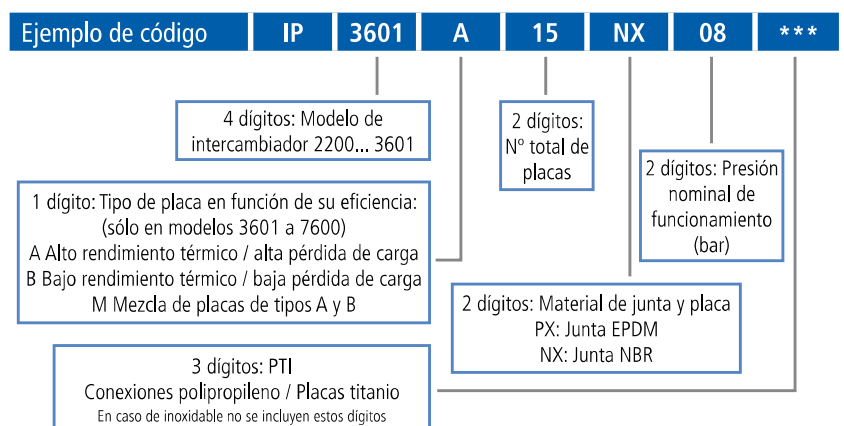
Modelo	Tipo de junta		Eficiencia placa		Flujo		Conexiones
	Pegada	Clip	A	B	Paralelo	Cruzado	
2200	●		●	—	●	—	Rosca gas M 1" 1/4
2600		●	●	—	●	—	Rosca gas M 1" 1/4
3600	●	(●)	●	—	●	(●)	Rosca gas M 1" 1/4
3605	●	(●)	●	—	●	—	Rosca gas M 1" 1/4
3601	●	(●)	●	●	●	(●)	Rosca gas M 2" 1/2
3700		●	●	●	●	—	Rosca gas M 2"
3705	●	(●)	●	●	●	—	Rosca gas M 2"
5600	●		●	●	●	—	Brida DN 100
6600	●	(●)	●	●	●	—	Brida DN 100
7600		●	●	●	●	—	Brida DN 150

(●) Especial bajo pedido



CÓDIGOS

Los intercambiadores se definen por un código que consta de una sucesión de dígitos, cuyo significado es el siguiente:



PRODUCCIÓN ACS

A continuación, se facilita una selección de intercambiadores de calor de placas desmontables, calculados para diferentes aplicaciones (ACS, calentamiento de piscina) y para distintas fuentes de calentamiento. Estas tablas de modelos seleccionados tratan de proporcionar una referencia del intercambiador a utilizar, aunque siempre sería necesario realizar un cálculo concreto con las condiciones precisas en la que se va a trabajar, a fin de seleccionar el intercambiador más adecuado.

Fuente de calentamiento: CALDERA - Aplicación: PRODUCCIÓN ACS



Condiciones 1

Agua 80 --> 60 °C

Agua 10 --> 55 °C

Potencia (kW)	Modelo				Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
	2200	3601	3700	5600					
10	IP220005NX10				5	440	193	0,31	0,08
20	IP220007NX10				7	880	386	0,52	0,13
40	IP220009NX10				9	1.761	771	1,10	0,29
60	IP220011NX10				11	2.641	1.157	1,53	0,40
80	IP220013NX10				13	3.521	1.543	1,85	0,48
100	IP220015NX10				15	4.401	1.928	2,10	0,55
150	IP220019NX10				19	6.602	2.892	2,78	0,73
200	IP220025NX10				25	8.803	3.857	2,78	0,73
250	IP220031NX10				31	11.004	4.821	2,78	0,73
300	IP220037NX10				37	13.204	5.785	2,78	0,73
400		IP3601M21NX10			21	17.606	7.713	2,50	0,70
500		IP3601M25NX10			25	22.007	9.641	2,90	0,70
600		IP3601M29NX10			29	26.409	11.570	2,90	0,80
750			IP3700M35NX10		33	33.011	14.462	2,90	0,80
1000			IP3700M47NX10		47	44.014	19.283	2,80	0,70
1500				IP5600B53NX10	53	66.022	28.924	2,80	0,77
2000				IP5600B69NX10	69	88.029	38.566	2,90	0,80
2500				IP5600B85NX10	85	110.036	48.207	2,90	0,82

Fuente de calentamiento: CALDERA - Aplicación: PRODUCCIÓN ACS



Condiciones 2

Agua 75 --> 50 °C

Agua 10 --> 55 °C

Potencia (kW)	Modelo				Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
	2200	3600	3601	5600					
10	IP220007NX10				7	351	193	0,10	0,03
20	IP220011NX10				11	702	386	0,14	0,05
40		IP360007NX10			7	1.404	771	2,12	0,81
60		IP360009NX10			9	2.107	1.157	2,63	1,01
80		IP360011NX10			11	2.809	1.543	2,95	1,14
100		IP360015NX10			15	3.510	1.928	2,40	0,92
150		IP360021NX10			21	5.266	2.892	2,62	1,01
200		IP360027NX10			27	7.022	3.857	2,75	1,06
250		IP360033NX10			33	8.777	4.821	2,83	1,09
300		IP360039NX10			39	10.533	5.785	2,88	1,11
400			IP3601M21NX10		21	14.044	7.713	2,80	1,10
500			IP3601M25NX10		25	17.555	9.641	2,90	1,10
600			IP3601M31NX10		31	21.066	11.570	2,70	1,00
750			IP3601M37NX10		37	26.332	14.462	2,80	1,10
1000			IP3601M49NX10		49	35.110	19.283	2,80	1,10
1500				IP5600M49NX10	49	52.664	28.924	2,90	1,10
2000				IP5600M63NX10	63	70.219	38.566	2,90	1,10
2500				IP5600M79NX10	79	87.774	48.207	2,90	1,10

Fuente de calentamiento: SOLAR - Aplicación: PRODUCCIÓN ACS



Condiciones 1

PG 30% 55 --> 45 °C

Agua 15 --> 45 °C

Potencia (kW)	Modelo			Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
	2200	3600	3601					
10	IP220013PX10			13	907	289	0,19	0,02
20		IP360009PX10		9	1.813	578	2,40	0,29
40		IP360017PX10		17	3.626	1.156	2,40	0,29
60		IP360023PX10		23	5.439	1.734	2,81	0,34
80		IP360031PX10		31	7.252	2.312	2,70	0,32
100		IP360037PX10		37	9.065	2.890	2,90	0,35
125			IP3601M19PX08	19	11.332	3.612	2,50	0,30
150			IP3601M21PX09	21	13.598	4.335	2,90	0,30

PRODUCCIÓN ACS

Fuente de calentamiento: **SOLAR** - Aplicación: **PRODUCCIÓN ACS**



Condiciones 2

PG 30% 50 --> 40 °C

Agua 15 --> 45 °C

Potencia (kW)	Modelo			Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
	3600	3605	3601					
10	IP220013PX10			11	905	289	0,46	0,05
20	IP220013PX10			17	1.810	578	0,70	0,08
40		IP360521PX10		21	3.621	1.156	2,79	0,32
60		IP360531PX10		31	5.431	1.734	2,79	0,32
80			IP3601A17PX10	17	7.241	2.312	2,54	0,29
100			IP3601A21PX10	21	9.051	2.890	2,54	0,29
125			IP3601A25PX10	25	11.314	3.612	2,74	0,32
150			IP3601A29PX10	29	13.577	4.335	2,88	0,33

Fuente de calentamiento: **BOMBA DE CALOR** Agua 50 --> 40 °C
 Aplicación: **PRODUCCIÓN ACS**



Agua 15 --> 45 °C

Potencia (kW)	Modelo		Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
	3600	3601					
10	IP360009PX10		9	872	289	0,57	0,08
20	IP360013PX10		13	1.744	578	0,96	0,13
40	IP360021PX10		21	3.487	1.156	1,31	0,19
60	IP360029PX10		29	5.231	1.734	1,52	0,21
80		IP3601A15PX10	15	6.975	2.312	2,64	0,38
100		IP3601M17PX10	17	8.719	2.890	2,40	0,30
125		IP3601M21PX10	21	10.898	3.612	2,30	0,30
150		IP3601M23PX10	23	13.078	4.335	2,80	0,40

CALENTAMIENTO DE PISCINAS

Los datos térmicos están calculados para calentamiento de agua de piscina de 15 a 32°C, para las diferentes fuentes de calentamiento. Se ha considerado un calentamiento del volumen de la piscina en 24 horas. El código de intercambiador terminado en PTI significa placas en TITANIO y conexiones de secundario en POLIPROPILENO, materiales aconsejables para agua de piscina salada o de alta cloración.

Fuente de calentamiento: **CALDERA**

Condiciones 1

Agua 80 --> 60 °C

Agua salada 15 --> 32 °C



Volumen piscina (m³)	Potencia (kW)	Modelo			Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
		2200	3601	5600					
25	21	IP220005NX10PTI			5	924	1.076	1,20	1,90
50	41	IP220009NX10PTI			9	1.805	2.102	1,15	1,82
100	82	IP220015NX10PTI			15	3.609	4.203	1,46	2,32
150	124	IP220021NX10PTI			21	5.458	6.356	1,62	2,57
200	165	IP220027NX10PTI			27	7.262	8.458	1,69	2,68
250	206	IP220033NX10PTI			33	9.067	10.559	1,74	2,75
300	247	IP220039NX10PTI			39	10.872	12.661	1,77	2,80
500	412		IP3601B25NX10PTI		25	18.134	21.118	1,63	2,64
750	618		IP3601B35NX10PTI		35	27.201	31.678	1,80	2,92
1000	824		IP3601B47NX10PTI		47	36.268	42.237	1,76	2,85
1500	1235			IP5600B57NX10PTI	57	54.358	63.304	1,73	2,81
2000	1647			IP5600B75NX10PTI	75	72.492	84.422	1,76	2,85
2500	2059			IP5600B93NX10PTI	93	90.626	105.540	1,78	2,88

Fuente de calentamiento: **CALDERA**

Condiciones 1

PG 30% 55 --> 45 °C

Agua salada 15 --> 32 °C



Volumen piscina (m³)	Potencia (kW)	Modelo		Nº placas	Caudal 1º (lts/hora)	Caudal 2º (lts/hora)	P.carga 1º (mca)	P.carga 2º (mca)
		2200	3601					
10	8	IP220005PX10PTI		5	725	410	0,95	0,33
20	16	IP220007PX10PTI		7	1.450	820	1,61	0,55
30	25	IP220009PX10PTI		9	2.266	1.281	1,61	0,74
40	33	IP220011PX10PTI		11	2.992	1.692	2,37	0,82
50	41	IP220013PX10PTI		13	3.717	2.102	2,53	0,87
75	62	IP220019PX10PTI		19	5.621	3.178	2,57	0,88
100	82	IP220023PX10PTI		23	7.434	4.203	2,96	1,02
125	103	IP220029PX10PTI		29	9.337	5.280	2,89	0,99
150	124	IP220035PX10PTI		35	11.241	6.356	2,85	0,98
175	144		IP3601B17PX10PTI	17	13.054	7.381	2,39	0,83
200	165		IP3601B19PX10PTI	19	14.958	8.458	2,47	0,86
250	206		IP3601B23PX10PTI	23	18.675	10.559	2,56	0,89
300	247		IP3601B27PX10PTI	27	22.392	12.661	2,63	0,91
350	288		IP3601B31PX10PTI	31	26.108	14.762	2,68	0,93