

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las tecnologías
Industriales

DISEÑO INSTALACIÓN ACS COLECTIVA CON ENERGÍA SOLAR Y APOYO DE AEROTERMIA PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Autor: Javier González Muñoz

Tutor: Sandra Redondo Martínez

**Dep. Ingeniería de la Construcción y Proyectos
de Ingeniería**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2015



Proyecto Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

DISEÑO INSTALACIÓN ACS COLECTIVA CON ENERGÍA SOLAR Y APOYO DE AEROTERMIA PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Autor:

Javier González Muñoz

Tutor:

Sandra Redondo Martínez

Dep. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2015

Proyecto Fin de Grado: DISEÑO INSTALACIÓN ACS COLECTIVA CON ENERGÍA SOLAR Y APOYO
DE AEROTERMIA PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Autor: Javier González Muñoz

Tutor: Sandra Redondo

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2015

El Secretario del Tribunal

Índice	7
Índice de Tablas	11
Índice de Figuras	13
1 Memoria descriptiva	17
1.1 <i>Introducción</i>	17
1.2 <i>Objeto de el Proyecto</i>	17
1.3 <i>Descripción del edificio</i>	18
1.4 <i>Estudio detallado de la situación actual</i>	18
1.4.1 Descripción de los elementos	19
1.4.2 Contabilidad energética	23
1.5 <i>Instalación solar térmica</i>	23
1.5.1 Demanda de energía térmica	25
1.5.2 Dimensionamiento	26
1.5.3 Captación solar	28
1.5.4 Sistema de acumulación	31
1.5.5 Intercambiador de calor	34
1.5.6 Red de tuberías	35
1.5.7 Bomba	36
1.5.8 Vaso de expansión	37
1.5.9 Sobrecalentamiento	37
1.5.10 Resistencia a presión	38
1.6 <i>Aeroterminia</i>	38
1.7 <i>Esquema de principio</i>	42
1.8 <i>Ahorro energético y económico</i>	43
1.9 <i>Cumplimiento de la normativa</i>	44
1.9.1 CTE-HE 4	44
1.9.2 RITE	45
1.9.3 IT 1.2.4.2.1 Aislamiento térmico.	45
1.9.4 IT 1.3.4.4.5. Medición.	46
1.10 <i>Normas y referencias</i>	46
1.11 <i>Bibliografía</i>	47
2 Anexo	49
2.1 <i>Anexo 1: Contabilidad energética</i>	49
2.2 <i>Anexo 2: Instalación solar térmica</i>	50
2.2.1 Demanda de energía térmica	50
2.2.2 Dimensionamiento	50
2.2.3 Red de tuberías	52
2.2.4 Vaso de expansion	55
2.3 <i>Anexo 3: Aislamiento térmico</i>	56
2.4 <i>Anexo 4: Aeroterminia</i>	57
2.5 <i>Anexo 5: Ahorro energético y económico</i>	57
2.6 <i>Anexo 5: Estudios con entidad propia</i>	58
2.6.1 Justificación	58
2.6.2 Condiciones generals de la obra	59

2.6.3	Riesgos y Planificación de la Prevención de las Distintas Actuaciones de la Obra	62
	<u>Levantado de instalaciones</u>	62
3	Planos	69
3.1	Plano Nº1	71
3.2	Plano Nº2	73
3.3	Plano Nº3	75
3.4	Plano Nº4	77
4	Pliego de Condiciones	79
4.1	Campo de Aplicación	79
4.2	Obligaciones de Carácter General	79
4.3	Plazo de Ejecución y Comienzo de las Obras	79
4.4	Calidad de los Materiales I	80
4.4.1	Tuberías de Cobre	80
4.4.2	Llaves y Válvulas	80
4.4.3	Accesorios	81
4.4.4	Valvulería en Redes de Agua	83
4.4.5	Campo de Aplicación	85
4.4.6	Captadores Solares	91
4.4.7	Campo de Aplicación	92
4.5	Calidad de los Materiales II	93
4.5.1	Aparatos de Medida	93
4.5.2	Depósitos de Acumulación	93
4.6	Conservación de las Instalaciones	94
4.7	Obras Accesorias	94
4.8	Campo de Aplicación	95
4.8.1	Ampliaciones	95
4.8.2	Campo de Aplicación	95
4.8.3	Campo de Aplicación	95
4.9	Imprevistos	95
4.10	Inspecciones	95
4.11	Certificaciones	96
4.12	Medios Auxiliares	96
4.13	Libros de Órdenes	96
4.14	Responsabilidades con Proveedores	96
4.15	Reclamaciones	97
4.16	Rescisión	97
4.17	Recepción Provisional	97
4.18	Plazo de Garantía	97
4.19	Recepción Definitiva	98
5	Mediciones y Presupuesto	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	23
Tabla 1.2	24
Tabla 1.3	25
Tabla 1.4	26
Tabla 1.5	26
Tabla 1.6	27
Tabla 2.1	52
Tabla 2.1	53
Tabla 2.2	54
Tabla 2.3	58
Tabla 2.4	58
Tabla 3.1	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	18
Figura 1.2	19
Figura 1.3	20
Figura 1.4	20
Figura 1.5	20
Figura 1.6	21
Figura 1.7	21
Figura 1.8	22
Figura 1.9	22
Figura 1.10	28
Figura 1.11	28
Figura 1.12	29
Figura 1.13	30
Figura 1.14	30
Figura 1.15	31
Figura 1.16	32
Figura 1.17	33
Figura 1.18	34
Figura 1.19	36
Figura 1.20	36
Figura 1.21	37
Figura 1.22	38
Figura 1.23	39
Figura 1.24	40
Figura 1.25	41
Figura 1.26	42
Figura 1.27	42
Figura 1.28	45
Figura 2.1	49
Figura 2.2	51
Figura 2.3	52
Figura 2.4	54

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Introducción

Cuando la disponibilidad de recursos naturales y energéticos es cada vez menor y a mayor coste, la necesidad de racionalizar esos recursos y aplicar estrategias de desarrollo sostenible, obliga a que en toda actividad se busque la eficiencia, entendida como conseguir más y mejores resultados con menos recursos, lo cual se expresa en menores costes de producción para producir lo mismo.

Los procesos de captación, transformación y uso de la energía provocan importantes impactos sobre el medio ambiente, además del propio efecto de agotamiento progresivo de los recursos no renovables. Así, los daños más significativos suelen estar asociados a las emisiones atmosféricas contaminantes, a la contaminación de los medios terrestre y acuático y a la generación de residuos.

Entre los impactos más importantes derivados del uso de la energía y principalmente de la combustión de energías fósiles, se cuentan la lluvia ácida, el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono estratosférico y la contribución al aumento del ozono troposférico.

La respuesta de la comunidad internacional a estos serios problemas ambientales se ha traducido en dos instrumentos jurídicos, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptada en 1992 y que entró en vigor en 1994, y el Protocolo de Kioto.

El objetivo de ambos instrumentos es luchar contra el cambio climático mediante una acción internacional de reducción de las emisiones de determinados gases de efecto invernadero responsables del calentamiento del planeta. Así, los compromisos derivados del Protocolo de Kioto pretenden reducir las emisiones de CO₂ un 5% a nivel mundial, un 8% para la UE y para España permitir un incremento máximo del 15%, límite que en la actualidad se ha sobrepasado ampliamente, situándose por encima del 40% respecto de 1990.

Las tecnologías a partir de recursos renovables juegan un papel destacado en la consecución de las políticas de freno del cambio climático, puesto que suponen una alternativa ventajosa desde el punto de vista ambiental frente a las opciones convencionales.

El proyecto que se presenta a continuación tiene como objetivo principal obtener una instalación de ACS más eficiente y más económica que la existente. Con la utilización de la tecnología solar y la aerotermia conseguiremos calentar el agua de un edificio sin necesidad de recurrir a combustibles fósiles.

1.2 Objeto de el Proyecto

El objetivo del Proyecto será la remodelación de las instalaciones para el ACS que están presentes actualmente en un edificio de viviendas en Sevilla. El motivo de este cambio es que las instalaciones están muy anticuadas, los equipos han superado su vida útil y están teniendo continuas averías, así como el ahorro económico que representa una instalación de energía solar y aerotermia.

En primer lugar se realizará una contabilidad energética de la instalación actual y es en lo que nos basaremos para decidir que es óptima la instalación y que la inversión es rentable.

Seguidamente, se analizará el diseño de la nueva instalación conforme al Código Técnico de la

Edificación, al RITE y al pliego de condiciones técnicas del IDEA.

Por último se valorará el ahorro energético y económico finalmente obtenido.

1.3 Descripción del edificio

El edificio consta de 15 viviendas en 8 plantas (inicialmente existían 16 viviendas, ya que las dos viviendas en planta ático pasaron a formar una sola). Las viviendas poseen aproximadamente 228 m² de superficie construida. El edificio tiene una altura de 30 metros aproximadamente.

La instalación de agua caliente sanitaria centralizada se encuentra situada en la planta sótano del edificio.

1.4 Estudio detallado de la situación actual

La producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) se realiza a través de una instalación centralizada formada por una caldera alimentada con gasoil, situada en la sala de máquinas de la planta sótano. Anteriormente, existía la producción de calefacción centralizada pero fue anulada, aunque los equipos siguen existiendo en el interior de la sala.

A modo de ilustrar mejor la instalación actual se muestra a continuación un esquema simplificado donde aparecen todos los elementos de la instalación actual:

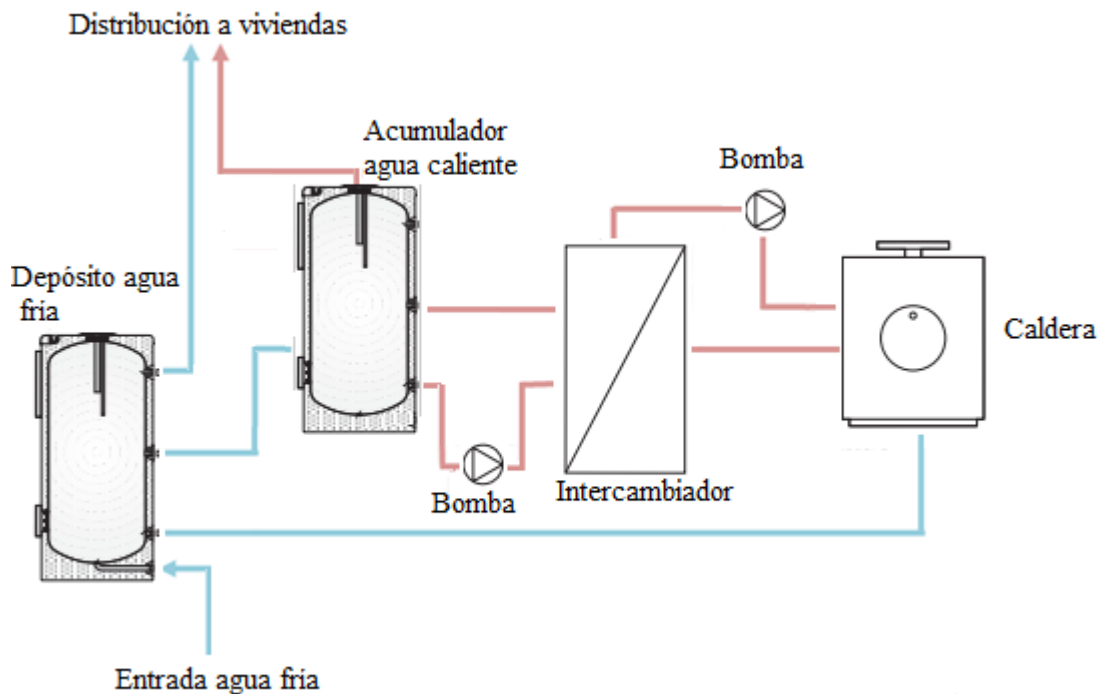


Figura 1.1

1.4.1 Descripción de los elementos

La instalación actual cuenta de los siguientes equipos:

- Caldera
- Intercambiador de placas
- Vaso de expansión
- Bomba de circuito primario
- Bomba para circuito secundario
- Bomba para circuito de retorno
- Depósito de acumulación
- Bomba de presión 1 y 2

1.4.1.1 Caldera

Se dispone de una caldera con las siguientes características:

- Fabricante: Francia Noval
- Tipo: 140/170
- Potencia nominal: 197,4 kW
- Potencia mínima: 162,8 KW
- Combustible: GASOIL
- Presión de servicio: 75°C



Figura 1.2

1.4.1.2 Intercambiador de placas

El intercambiador de placas tiene las siguientes características:

- Fabricante: Sedical

- Modelo: UF6/C-13
- N° Fabricación: 701.395
- Año: 1995
- Fluido Circuito 1^{ario}: Agua
- Fluido Circuito 2^{ario}: Agua
- Potencia kcal/h: 140.190
- Producción l/h: 3.500
- T^a primario: 90-60
- T^o secundario: 10-50

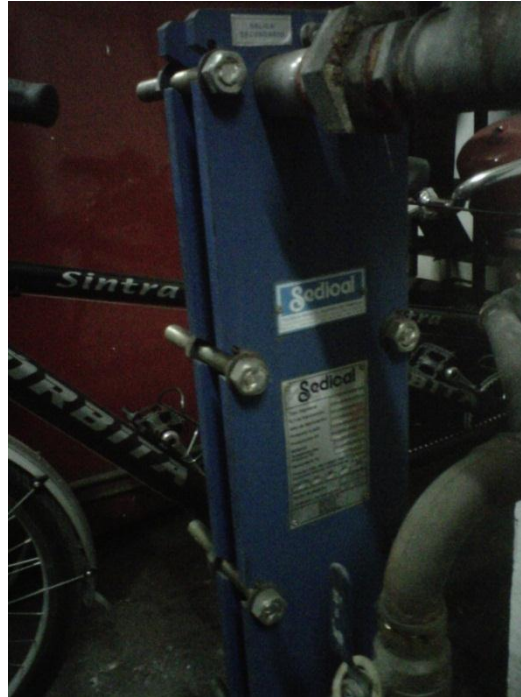


Figura 1.3

1.4.1.3 Vaso de expansión

El vaso de expansión tiene las siguientes características:

- Fabricante: Zilmét
- Modelo: 130-CAL-PRO
- Año: 2.007



Figura 1.4

1.4.1.4 Bomba para circuito primario

La bomba para el circuito primario tiene las siguientes características:

- Fabricante: Grundfos
- Modelo: UPS 32-80 180
- Grado de protección: IP 42



Figura 1.5

P (W)	I(A)
245	1,05
220	0,95
145	0,65

1.4.1.5 Bomba para circuito secundario

La bomba para el circuito secundario tiene las siguientes características:

- Fabricante: DAB
- Modelo: VS65/150
- Clase: F
- Grado de protección: IP44

RPM	P (W)	I(A)
2.105	103	0,45



Figura 1.6

1.4.1.6 Bomba para el circuito de retorno

La bomba para el circuito de retorno tiene las siguientes características:

- Fabricante: DAB
- Modelo: A80/180XM
- Clase: F
- Grado de protección: IP44

RPM	P (W)	I(A)
2.683	256	1,12
2.374	260	1,17
1.688	218	1



Figura 1.7

1.4.1.7 Depósito de acumulación

La capacidad de este depósito de acumulación es de 800 litros.



Figura 1.8

Existen dos depósitos de acumulación, uno para el suministro de agua fría para ACS y otro depósito que lleva el agua fría hasta las viviendas.

1.4.1.8 Grupo de presión

Este grupo de presión consta de dos bombas de presión y tiene las siguientes características:

- Fabricante: SACI
- Modelo: V52
- Caudal: 2/10 m³/h
- Potencia: 2,2 kW
- Velocidad de giro: 2.850 rpm
- Intensidad: 9/5,2 A
- Tensión: 230/400 V
- Grado de protección: IP55
- Intensidad: 12/7 A
- Tensión: 230/400 V
-



Figura 1.9

1.4.2 Contabilidad energética

Para estimar el ahorro energético que vamos a obtener con la nueva instalación, se ha realizado una contabilidad energética con el fin de obtener el consumo y la demanda de gasóleo producidas durante un año. Esta contabilidad ha sido posible gracias a unas facturas del consumo de gasóleo en el año 2011.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

	Días del mes	Consumo Gasoleo (l/mes)	Consumo Gasoleo (kwh/ mes)	Demanda de energía (kwh/mes)
Enero	31	2247,28	22382,86	17906,29
Febrero	28	2029,8	20216,78	16173,42
Marzo	31	2144,41	21358,36	17086,69
Abril	30	2027,84	20197,26	16157,81
Mayo	31	1905,69	18980,7	15184,56
Junio	30	1316,32	13110,51	10488,41
Julio	31	1360,19	13547,52	10838,02
Agosto	31	1360,19	13547,52	10838,02
Septiembre	30	1362,24	13567,94	10854,35
Octubre	31	1449,18	14433,81	11547,05
Noviembre	30	1402,43	13968,2	11174,56
Diciembre	31	1457,43	1416	11612,8
Anual			199827,46	159861,97

Tabla 1.1

Como se puede observar el consumo se ha multiplicado por el rendimiento de la caldera para obtener la demanda energética del edificio, dato que nos servirá para calcular la demanda real del sistema auxiliar (aeroterminia).

En el apartado 1.8 se relacionan los resultados obtenidos de la contabilidad energética, con el consumo energético de la instalación final y se calculará el ahorro obtenido.

1.5 Instalación solar térmica

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de paneles solares térmicos.

El sistema de energía solar térmica funciona de la siguiente manera: el colector solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

Las aplicaciones más extendidas de esta tecnología son el calentamiento de agua sanitaria (ACS), la calefacción por suelo radiante y el precalentamiento de agua para procesos industriales.

En función de la aplicación, usaremos distintos tipos de colectores ó paneles solares térmicos,

variando también la complejidad de la instalación. De esta manera, podemos usar paneles solares planos para aplicaciones típicas de calentamiento de agua sanitaria, colectores de tubo de vacío en zonas especialmente frías o para aplicaciones de calefacción y climatización, colectores de polipropileno sin cubierta para aumentar la temporada de baño en piscinas a la intemperie, etc.

En cuanto a las instalaciones, podemos encontrar desde equipos compactos para dotar de agua caliente sanitaria a una casa unifamiliar, hasta instalaciones más complejas con fluidos caloportadores distintos al agua, intercambiadores de calor, grandes depósitos de acumulación, etc.

Para efectuar el dimensionado de una instalación térmica hay que tener en cuenta que se deben aplicar reglas diferentes de las que se usan en una instalación convencional.

La primera diferencia que observamos con respecto a la caldera instalada en la instalación actual del edificio es que ésta puede conectarse siempre que sea necesario, se puede regular su potencia, sin embargo la instalación solar que la sustituye sólo podrá suministrar energía en función de la radiación.

Otra diferencia destacable es que en el sistema convencional se determina la potencia que ha de tener el equipo en función de su capacidad para cubrir las puntas de consumo. La demanda de energía que queremos que suministre la instalación la situamos en el nivel más elevado, así en el periodo de mayor consumo la instalación es capaz de suministrar la potencia necesaria. Sin embargo en las instalaciones solares se suele plantear como objetivo que el sistema no suministre más energía de la precisa en periodos de baja demanda, de esta manera se evita el estancamiento del campo de captadores. El estancamiento puede ocurrir cuando dimensionamos la instalación para el mes de mayor demanda (Enero por ejemplo), y cuando llega el mes de menor demanda y mayor nivel de irradiación (Agosto), resulta que tenemos sobredimensionado el campo de captadores y el líquido solar evapora. La presión que se forma empuja el líquido caliente de los colectores a la tubería o incluso hasta en la estación solar y el vaso de expansión. Un estrés térmico actúa sobre las juntas y membranas acelerando el proceso de envejecimiento, y se aumentan los costes de mantenimiento.

A continuación realizaremos el dimensionado de nuestra instalación, dónde el objetivo inicial será encontrar el área total de captación y el volumen de acumulación necesario.

Para el diseño de la instalación solar seguiremos paso a paso el CTE HE-4, con la ayuda de una hoja Excel donde se encuentra dicha norma informatizada. También los cálculos obtenidos se van a realizar de acuerdo con el RITE.

Previamente al cálculo de la demanda se muestran los datos de partida con los que podremos diseñar la instalación.

Como se ha comentado anteriormente, el edificio consta de 16 viviendas con una media de 4 dormitorios cada una.

Los datos geográficos y climatológicos de la zona en la que se ubica la instalación solar son los siguientes:

Localidad	Sevilla
Zona climática s/CTE-HE4	V
Latitud de cálculo	37º

Tabla 1.2

Necesitaremos también los datos de la temperatura media del agua de red en Sevilla así como los datos de radiación solar proporcionados por Atlas Radiación solar 2012 AEMET:

	Tª media agua red [°C]	Tª media mensual horas diurnas [°C]	Rad. Horiz [MJ/m²día]
Enero	11	11	9,81
Febrero	11	13	13,2
Marzo	13	14	18,13
Abril	14	17	22,14
Mayo	16	21	25,2
Junio	19	25	28,41
Julio	21	29	29,2
Agosto	21	29	25,96
Septiembre	20	24	20,84
Octubre	16	20	14,49
Noviembre	13	16	10,53
Diciembre	11	12	8,4
Anual	15,5	19,25	18,86

Tabla 1.3

1.5.1 Demanda de energía térmica

Para valorar la demanda se realizará acorde al CTE. Para una temperatura en el acumulador de 60°C se tomará como valor unitario 28 litros/día·persona para un edificio de viviendas.

La normativa establece que para el uso residencial privado y un número de cuatro dormitorios se considera un número de cinco personas.

También tenemos que tener en cuenta que en los edificios de viviendas multifamiliares habrá que utilizar un factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria. En nuestro caso para un edificio de 16 viviendas tendremos que utilizar un factor de centralización de 0,9.

Con estos datos la demanda final de agua caliente que hemos obtenido es de 2016 l/día.

Necesito saber los datos de la temperatura del agua de red en cada mes en Sevilla, también es necesario definir la temperatura del agua en el acumulador siendo ésta de 60°C.

Con estos datos ya podemos calcular la energía necesaria para el consumo de ACS, se mostrarán los resultados en la siguiente tabla:

	Días del mes	Consumo agua (l/mes)	Incremento Tª [°C]	Energía necesaria (kwh)
Enero	31	62496	49	3555,68
Febrero	28	56448	49	3211,58
Marzo	31	62496	47	3410,55
Abril	30	60480	46	3230,30
Mayo	31	62496	44	3192,85
Junio	30	60480	41	2879,18
Julio	31	62496	39	2830,03
Agosto	31	62496	39	2830,03
Septiembre	30	60480	40	2808,96
Octubre	31	62496	44	3192,85
Noviembre	30	60480	47	3300,53
Diciembre	31	62496	49	3555,68
Anual	30	61320	44,5	3168,37

Tabla 1.4

Se considera que la ocupación de las viviendas es del 100 %, durante todos los meses del año.

1.5.2 Dimensionamiento

El método de cálculo utilizado para el dimensionado de la instalación es el F-Chart, recomendado en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDEA.

Las características de la instalación son las siguientes:

Nº Colectores	12
Área total colectores(m²)	27,92
Inclinación	45º
Azimut respecto al Sur	0º
Volumen acumulación(l)	2500

Tabla 1.5

Según el CTE se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima dependerá del período de utilización. En el caso estudiado, se ha tomado como ángulo de inclinación $\alpha=45^\circ$, por dos motivos:

1. La demanda es más crítica en el periodo de invierno, se posee menor radiación y la temperatura del agua de suministro es menor; dando una inclinación mayor, 45° frente los

DISEÑO INSTALACIÓN ACS COLECTIVA CON ENERGÍA SOLAR Y APOYO DE
AEROTERMIA PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

37º, se prima la eficiencia térmica de la instalación de colectores solares durante el periodo de invierno.

2. Durante el verano, parte de los ocupantes pueden no residir temporalmente en el edificio por lo que la demanda es previsible que se reduzca. La temperatura de suministro del agua potable es más alta, junto una reducción de la demanda de ACS, dado que se obtiene mayor confort de uso con agua a temperatura algo más reducida.

Por todo ello se ha optado por primar los meses de invierno donde la demanda será mayor, la radiación menor, por lo tanto aumentaremos la eficiencia de la instalación.

La instalación cumple con la ordenanza para la gestión de la energía, el cambio climático y la sostenibilidad en Sevilla, la cual nos limita la relación entre el volumen de acumulación y el área total de los captadores entre 80 y 120. En nuestro caso ésta relación tiene un valor de 89,53.

A continuación se muestra la producción de la instalación:

	Energía necesaria(kw·h)	Energía producida(kw·h)	Cobertura solar(%)
Enero	4085,11	2073,44	50,76
Febrero	3689,8	2255,87	61,14
Marzo	3918,4	2905,38	74,15
Abril	3711,29	2962,7	79,83
Mayo	3668,27	3076,9	83,88
Junio	3307,89	3099,63	93,7
Julio	3251,42	3284,5	101,02
Agosto	3251,42	3284,5	101,02
Septiembre	3227,21	3058,56	94,77
Octubre	3668,27	2784,09	75,9
Noviembre	3791,98	2263,18	59,68
Diciembre	4085,11	1929,12	47,22
Anual	3638	3440	77,09

Tabla 1.6

No se supera el 100% de contribución en más de 3 meses seguidos y ningún mes supera una contribución del 110%.

La contribución solar anual calculada es del 77,09% y supera la mínima exigida del 70%.

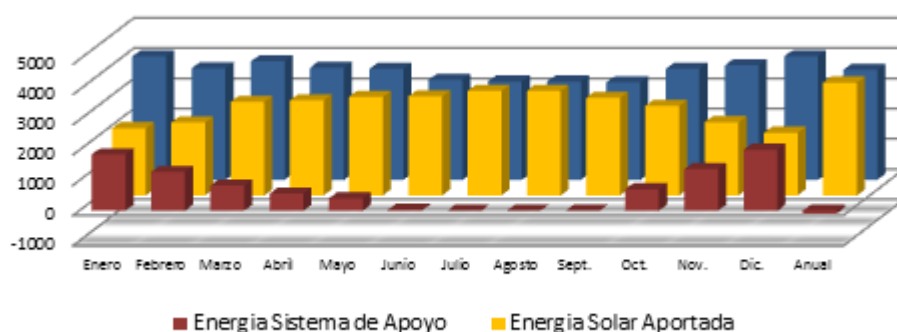


Figura 1.10

1.5.3 Captación solar

El captador, colector solar es, obviamente, el componente más importante de la instalación. En su interior se calienta el fluido calor-portante, gracias al principio del efecto invernadero que consiste en que la radiación solar, de longitud de onda corta, atraviesa la cubierta transparente e incide sobre el absorbedor aumentando su temperatura. De esta forma el absorbedor al calentarse emite radiación de onda larga (IR) la cual queda retenida por la cubierta que es opaca a este tipo de radiación. De esta forma se produce una acumulación de calor que se transfiere al fluido caloportador.

Existen múltiples diseños de captadores, todos ellos tienen el objetivo común de convertir el máximo de radiación solar en calor. El rendimiento, η , es la relación entre la potencia térmica generada y la irradiación solar incidente, carece de dimensiones y se expresa en forma porcentual.

El sistema de captación solar está formado por 12 captadores solares planos lo que supone un área de captación de 27,92 m². Dichos captadores, conectados en baterías de 3 captadores en paralelo y la disposición de la batería con retorno invertido.

Los captadores estarán situados en la azotea del edificio, el lugar idóneo para recibir la radiación solar. Estarán orientados al sur con una inclinación de 45°.

El captador seleccionado es del fabricante Saunier Duval modelo SRV 2.3, destaca por su facilidad de montaje, su nuevo diseño, la calidad de sus accesorios y su idoneidad para aplicaciones de A.C.S. Consta de:

- absorbedor de cobre con tratamiento altamente selectivo
- tubo y absorbedor unidos mediante doble soldadura láser
- aislamiento mineral resistente a la temperatura de estancamiento
- vidrio solar de seguridad



Figura 1.11

Las características técnicas del captador son las siguientes:

- Área de absorción (m ²)	2,327
- Área de apertura (m ²)	2,352
- Área total (m ²)	2,51
- Peso (Kg)	38
- Volumen (L)	1,85
- T ^a máxima estancamiento (°C)	210
- Presión máxima (bar)	10
- Tratamiento selectivo	Altamente selectivo (azul) $\alpha=0,94$ $\varepsilon=0,05$
- Cubierta de vidrio (mm)	3,2
- Tipo de vidrio: vidrio solar de seguridad (bajo contenido en hierro)	
- Transmisión (%)	91
- Rendimiento	$\eta=0,798$
- Pérdidas K ₁ (W/m ² K)	2,44
- Pérdidas K ₂ (W/m ² K)	0,05

Las dimensiones del captador son las que se muestran en la imagen

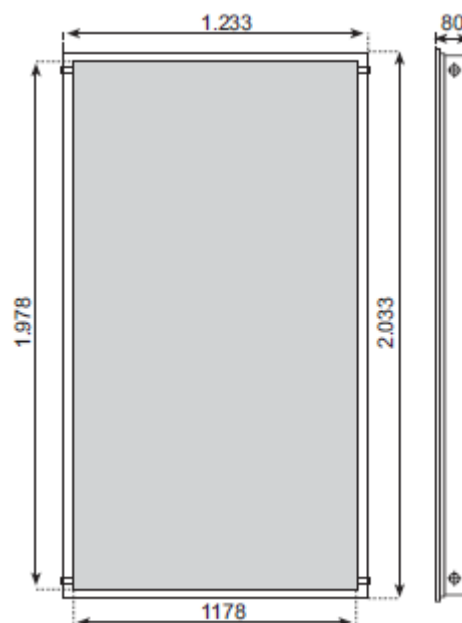


Figura 1.12

La curva de rendimiento del captador es:

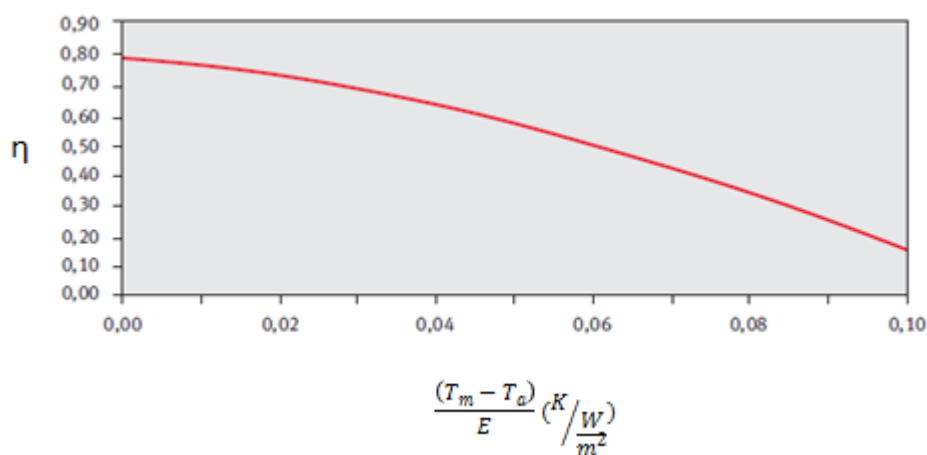


Figura 1.13

el rendimiento del captador disminuye si se reduce la irradiación y si aumenta el salto térmico entre el captador y el ambiente.

El fabricante nos proporciona también la curva de pérdida de carga del captador:

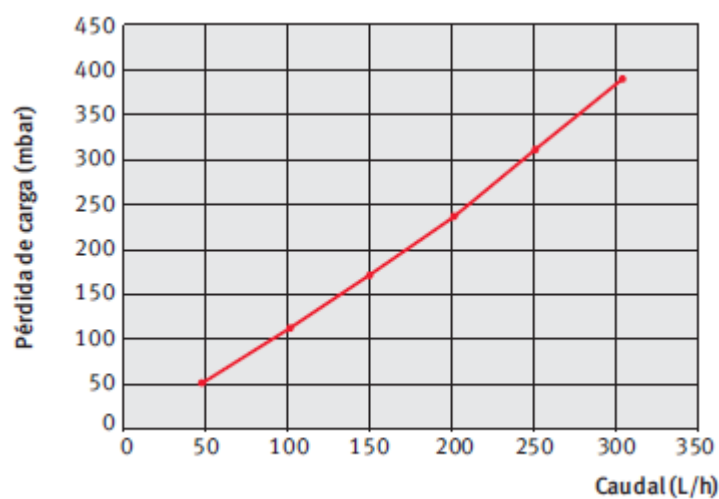


Figura 1.14

1.5.3.1 Disposición de los captadores

El correcto diseño de la disposición de los colectores y su conexionado es muy importante para el buen funcionamiento de la instalación. Para obtener saltos de temperatura homogéneos y así conseguir rendimientos similares en cada captador, es primordial realizar una distribución uniforme de caudales.

Como se ha comentado anteriormente la distribución de los captadores será de 4 baterías de 3 captadores cada una conectada en paralelo y la disposición de las baterías en retorno invertido.

Con los captadores conectados en paralelo hacemos circular el mismo caudal de fluido a través de cada captador, siendo por tanto el caudal total la suma de los caudales individuales que circulan por cada uno de los captadores. Conseguimos también el mismo salto de temperatura en todos los captadores y por lo tanto el mismo rendimiento.

Utilizamos el retorno invertido para que las 4 baterías tengan la misma caída de presión y el sistema esté equilibrado hidráulicamente.

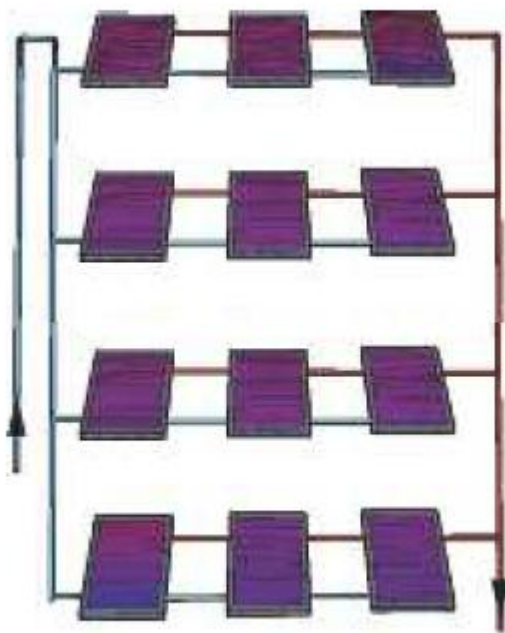


Figura 1.15

1.5.4 Sistema de acumulación

El acumulador es el elemento encargado de almacenar la energía térmica generada por los captadores. Una vez que el agua pasa por el intercambiador y aumenta su temperatura se va almacenando en el sistema de acumulación solar. La utilización de acumuladores es imprescindible en las instalaciones solares térmicas debido a que no es simultánea la demanda de agua caliente con

la generación.

El sistema de acumulación solar está formado por un depósito de 2500 l, situado en la planta sótano del edificio.

La eficiencia de una instalación solar aumenta al hacerlo la estratificación de temperaturas en los acumuladores debido a que el agua de la parte superior es la que va primero hacia el consumo consiguiéndose por tanto transvasar el agua a mayor temperatura y retardar, en su caso, la activación del sistema auxiliar. Además, el agua almacenada en la parte inferior, que está a menor temperatura, es la que va desde el acumulador hasta el intercambiador, por lo que el fluido caloportador del subsistema primario solar que va hacia los captadores también está a menor temperatura. Por lo tanto la temperatura de entrada a los captadores es más baja y el rendimiento de estos aumenta. Para favorecer la estratificación de la temperatura en el interior del acumulador se colocará el depósito en posición vertical. También la posición de las tuberías favorecerá dicha estratificación de tal manera que:

- la conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.
- la conexión de salida del agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior del depósito.
- la conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior.
- la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

El depósito solar que se va a instalar es del fabricante Saunier Duval y modelo BDLE 2500. Los acumuladores del modelo BDLE son depósitos sin serpentín, para producción y acumulación de A.C.S en instalación vertical sobre suelo. Están fabricados en acero vitrificado, s/DIN 4753.

El acumulador está equipado con un sistema contra la corrosión el cuál incorpora ánodo permanente de titanio libre de mantenimiento.

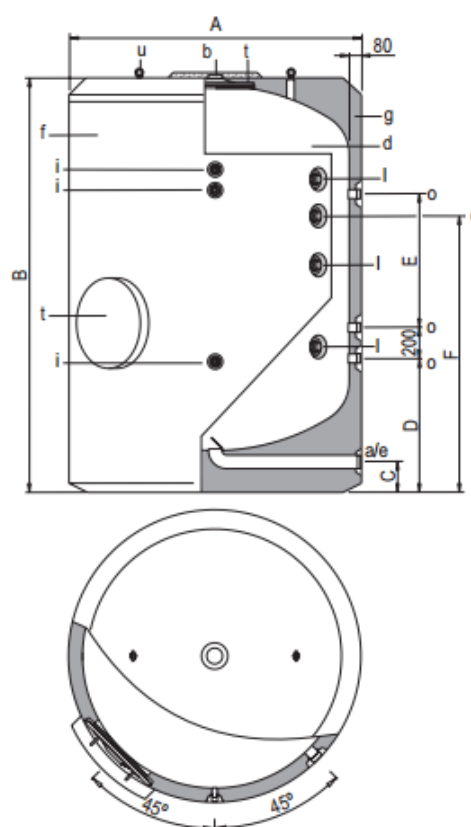


Figura 1.16

- a: Entrada agua fría
- b: Salida ACS
- c: Recirculación
- d: Depósito acumulador
- e: Desagüe
- f: Forro externo
- g: Aislamiento térmico

- i: Vaina de sensores
- l: Protección catódica
- o: Conexión resistencia
- t: Boca de hombre
- u: Cáncamo para transporte

Las dimensiones del depósito son:

- A: 1660 mm
- B: 2015 mm
- C: 200 mm
- D: 805 mm
- E: 300 mm
- F: 1250 mm

La conexión entre el depósito, el intercambiador de placas y el campo de captadores quedaría de la siguiente manera:

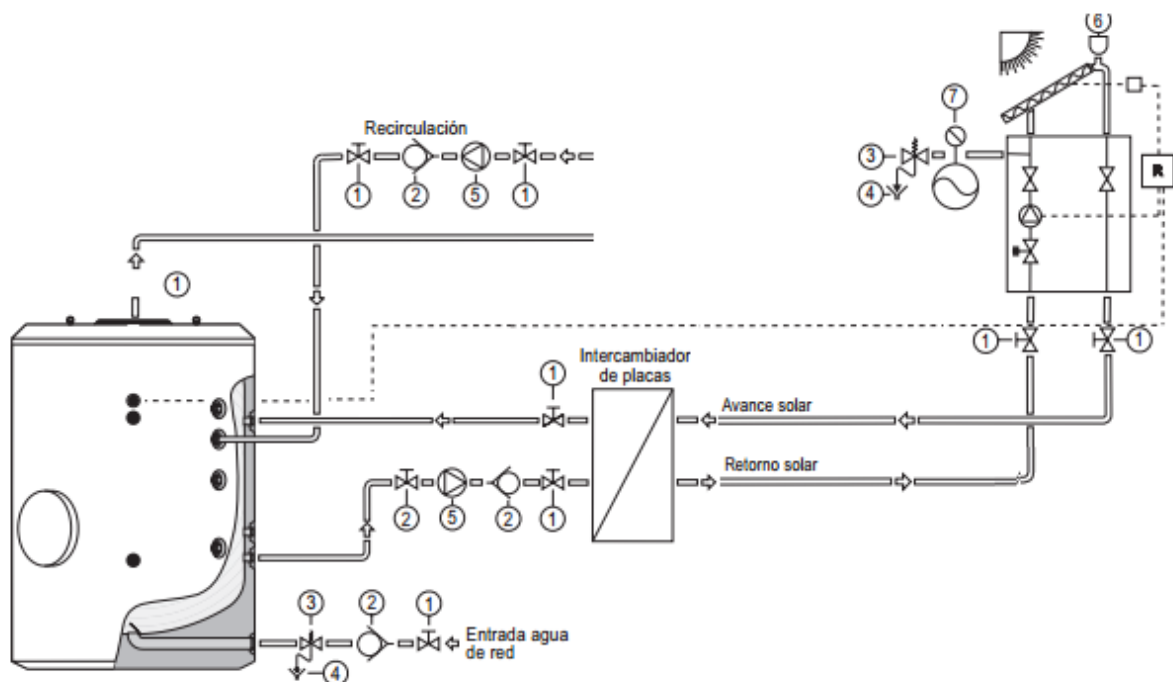


Figura 1.17

1.5.5 Intercambiador de calor

La instalación será indirecta, es decir, el fluido que circula por los captadores no es el agua destinada consumo. Cuando el fluido del sistema primario incrementa su temperatura por el paso del campo de captadores, se hará circular por el intercambiador de placas transformando su energía al agua del circuito secundario.

En este tipo de instalaciones tenemos la ventaja de poder utilizar como fluido de trabajo agua con anticongelante en el circuito primario.

El intercambiador seleccionado es del fabricante Suicalsa, el modelo IP220009NX08 y posee las siguientes

características técnicas:

- N° placas: 9
- Área placa (m²): 0,02
- H (mm): 310
- E (mm): 231
- A (mm): 200
- F (mm): 69
- L (mm): 15
- Lt (mm): 220
- Presión diseño: 8 bar
- Código: IP220009NX08
- Potencia (Kw): 34
- Caudal (litros/hora) Primario Secundario
- 1442 721
- Pérdida carga (mca) 2,01 0,67
- Peso (Kg): 17
- Área total de intercambio (m²): 0,14

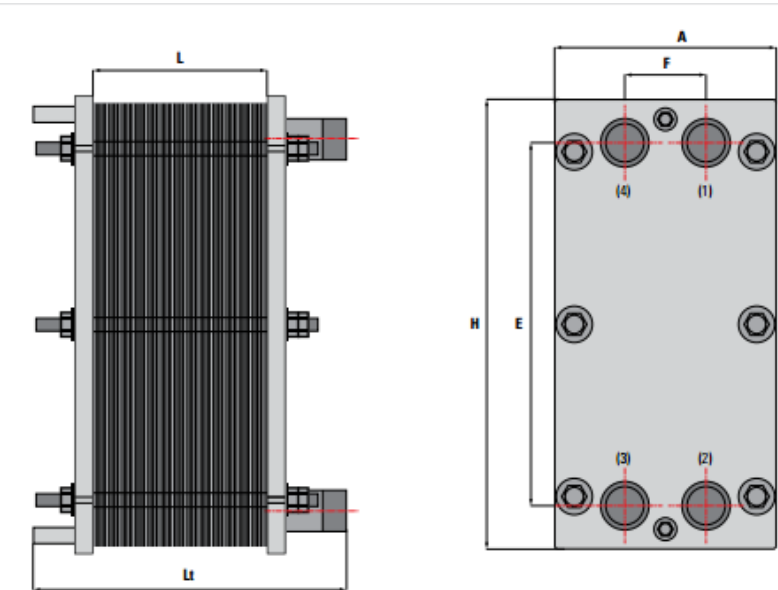


Figura 1.18

- 1.- Entrada primario
- 2.- Salida primario
- 3.- Entrada secundario
- 4.- Salida secundario

Los datos térmicos están calculados para un primario con agua de 90 a 70 °C y un secundario con agua de 15 a 55 °C

1.5.6 Red de tuberías

La instalación se desarrolla con un circuito primario de agua, con glicol como anticongelante ya que la temperatura mínima histórica es de -6°C . Dado que el CTE indica que se reduzca en 1°C esta mínima, se calcula una temperatura de -7°C y una adición al agua del 30% de su peso de etilenglicol como anticongelante. La proporción indicada, garantiza la disminución del punto de congelación de la mezcla, por debajo de los -7°C demandados (-16°C), obteniéndose así un suficiente margen de seguridad. Para el circuito secundario el fluido será agua potable que será la que posteriormente se consuma.

Las conducciones a través de toda la instalación están formadas por tuberías de cobre con aislamiento de fibra de vidrio (conductividad $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) de 25 mm de espesor tanto para las situadas en el exterior como para las situadas en el interior.

Se emplea el cobre ya que es un material ampliamente utilizado en instalaciones de todo tipo, y el más aconsejable para instalaciones de energía solar, por ser técnicamente idóneo y económicamente competitivo.

El caudal que circulará por cada captador se ha establecido en $50 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$. Como nuestros captadores tienen un área de captación de $2,327 \text{ m}^2$, el caudal de fluido que pasa por el captador es de $116,35 \text{ l/h}$, por lo tanto en cada batería entrará un total de 350 l/h que alimentará a los 3 captadores. Sabiendo que la instalación consta de 4 baterías, el caudal total que tiene que distribuir la instalación es de 1400 l/h .

El diámetro de cada tubería se ha realizado con un procedimiento de cálculo explicado en el anexo 2.2.3, dónde se ha utilizado una hoja Excel facilitada por el departamento de energética de la facultad de ingeniería superior de Sevilla. El diámetro se obtiene al establecer un límite de pérdida de carga lineal de 400 Pa/m .

La instalación cuenta con tuberías de 28 mm de diámetro nominal, para las tuberías que llevan el agua desde la sala de máquinas hasta la azotea. Una vez arriba las tuberías que llevan el agua fría hasta la primera batería de captadores, y la tubería que lleva el fluido calentado desde la última tubería hasta la sala de máquinas también tienen un diámetro de 28mm.

Para las tuberías que tengan que llevar un caudal de 350 l/h , tendrán un diámetro nominal de 18 mm. Para las que llevan un caudal de 700 l/h su diámetro nominal será de 22 mm y por último para las que tengan que transportar 1050 l/h su diámetro será de 28 mm.

La instalación se sectoriza en tramos y se calcula la caída de presión por accesorios y la propia caída de presión de los captadores. De los 4 circuitos que el fluido recorre en la instalación, el circuito con más caída de presión tiene un total de $58,68 \text{ KPa}$. La bomba tendrá que ser capaz de vencer esta caída de presión más los 30 metros de altura del edificio, ya que ésta se sitúa en la sala de máquinas.

Las bombas se colocarán en la zona más fría del circuito, tubería de retorno a captadores en circuito primario y en la entrada al intercambiador en el circuito secundario, teniendo en cuenta que no se produzca cavitación.

Los grupos de bombeo constan de dos bombas, dispuestas en paralelo, dejando una de reserva. Esta disposición garantiza la continuidad de funcionamiento aun cuando se dieran averías en una de las dos bombas.

Los grupos de bombas se aíslan hidráulicamente mediante válvulas de corte, a fin de poder efectuar operaciones de mantenimiento o reparación. También se instalarán válvulas de retención para evitar la circulación en sentido inverso.

Se instalarán purgadores de aire para evitar que el aire acumulado reduzca o anule el caudal de circulación

1.5.7 Bomba

Para el circuito primario se ha optado por instalar una bomba de la empresa SACIPUMPS, modelo ALP800. Como se puede observar en la curva de la bomba, para un caudal de 1,4 m3/h, da una caída de presión de 7 m.c.a. Del anexo 2.2.3 sabemos que la caída de presión que tiene nuestra instalación es de 5,81 m.c.a , por lo tanto instalaremos una válvula que nos dé una caída de presión artificial de 1,2 m.c.a.

Las características de la bomba son las siguientes:

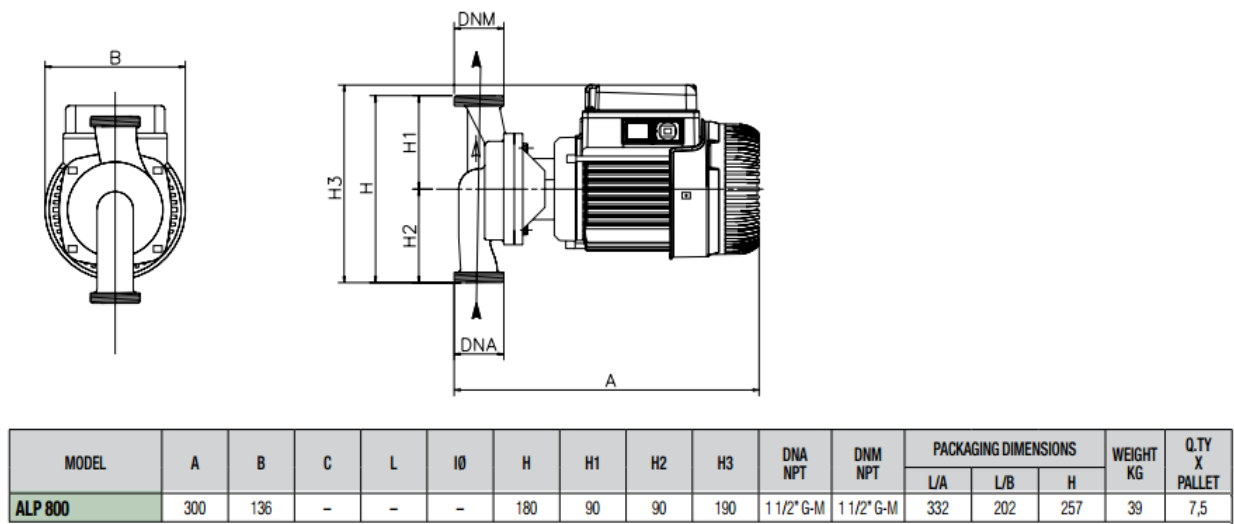


Figura 1.19

ALM 200 - ALP 800

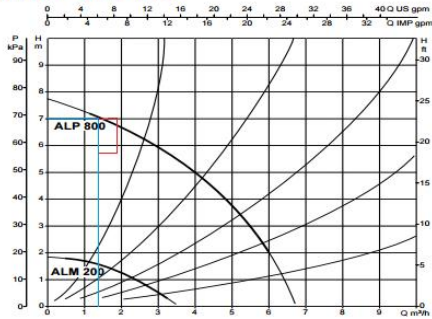


Figura 1.20

1.5.8 Vaso de expansión

El vaso de expansión es un elemento de seguridad de cualquier instalación que esté conectada a un circuito cerrado con un fluido caloportador en su interior.

En nuestro caso nos vamos a centrar en los circuitos de ACS por lo que la función del vaso de expansión será la de absorber el aumento de presión del agua que hay en el interior de estos circuitos cuando aumenta la temperatura del agua al entrar en funcionamiento la caldera y al contrario cuando esta disminuye.

El agua al calentarse se dilata aumentando su volumen, lo cual puede provocar una situación peligrosa para la instalación por lo que para solucionar este problema, las instalaciones deben ir dotadas de uno o más vasos de expansión que absorban este aumento de volumen.

El vaso de expansión de nuestra instalación es de la marca PRESSURE WAVE – LIKITECH, con número de código 480404 y dispone de las siguientes características:

Vaso de expansión compuesto por un revestimiento de polipropileno virgen con una membrana de butilo de alto grado.

Sanitariamente aprobado para agua de consumo humano según el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

Precarga del depósito: 1,9 bar.

Presión máxima: 10 bar.

Temperatura máxima: 90°C.



Código	Descripción	Racor	Ø mm	Alto	m³	Capac.	Pres. máx.
480403	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 2 Litros 1" PresureWave	1"	12,7	18,3	0,004	2 L.	10 bar
480404	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 4 Litros 1" PresureWave	1"	16,2	25,8	0,008	4 L.	10 bar
480410	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 8 Litros 1" PresureWave	1"	20,3	31	0,016	8 L.	10 bar
480420	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 12 Litros 1" PresureWave	1"	24,4	36,6	0,023	12 L.	10 bar
480421	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 18 Litros 1" PresureWave	1"	27,9	36,8	0,031	18 L.	10 bar
480411	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PEW 24 Litros 1" PresureWave	1"	28	36	0,042	24 L.	10 bar
480422	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 35 Litros 1" PresureWave	1"	29,2	60	0,049	33 L.	10 bar
480423	VASO EXPANSIÓN A.C.S. PWB 40 Litros 1" PresureWave	1"	38,7	41,9	0,071	40 L.	10 bar

Figura 1.21

1.5.9 Sobrecalentamiento

Existen dos meses en los cuales la energía solar aportada supera el 100%, el CTE nos exige dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes. Se instalará un sistema de disipación de calor sin componentes eléctricos.

Este sistema disipa el exceso de calor generado principalmente por exceso de carga térmica en la instalación. Es un sistema fácilmente amortizable ya que prolonga la vida útil de las instalaciones. Evita que en la instalación se produzcan saltos térmicos superiores a 60°C entre la temperatura

ambiente y la del colector, que se produzcan presiones elevadas y pérdidas de fluido así como corrosiones internas por entradas de aire.

Se muestra a continuación dos ejemplos de instalación:



Figura 1.22

1.5.10 Resistencia a presión

Los circuitos deberán 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 al principio del ensayo.

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.

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.

1.6 Aerotermia

La aerotermia es una tecnología que permite obtener energía del aire para cubrir la demanda de calefacción, refrigeración y/o agua caliente sanitaria en los edificios. Se trata de una bomba de calor que aprovecha una fuente de energía renovable (un 75% de energía limpia en su consumo), aprovechando el calor del aire del entorno.

La aerotermia es un sistema de bomba de calor aire-agua, muy similar a los sistemas aire-aire, el cual utiliza la energía presente en el aire para proporcionarnos calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria en la vivienda. La energía térmica se encuentra presente en el aire que nos rodea, incluso a temperaturas bajo cero se puede extraer energía térmica del aire exterior. Es una fuente de energía renovable y disponible en la naturaleza al alcance de todos de forma gratuita.

La aerotermia tan solo consume la electricidad necesaria para hacer funcionar el compresor, la

electrónica y la bomba de agua ofreciéndote hasta 4 kWh de calor por 1kWh de energía consumida.

El aire absorbido por el ventilador transfiere el calor que contiene, al refrigerante del evaporador. Éste aumenta su temperatura, pasa por el compresor, y cede el calor en el acumulador. De esta manera se produce el agua caliente sanitaria. El consumo del equipo se reparte en un 75% de consumo de energía limpia (calor del aire), y un 25% de origen eléctrico.

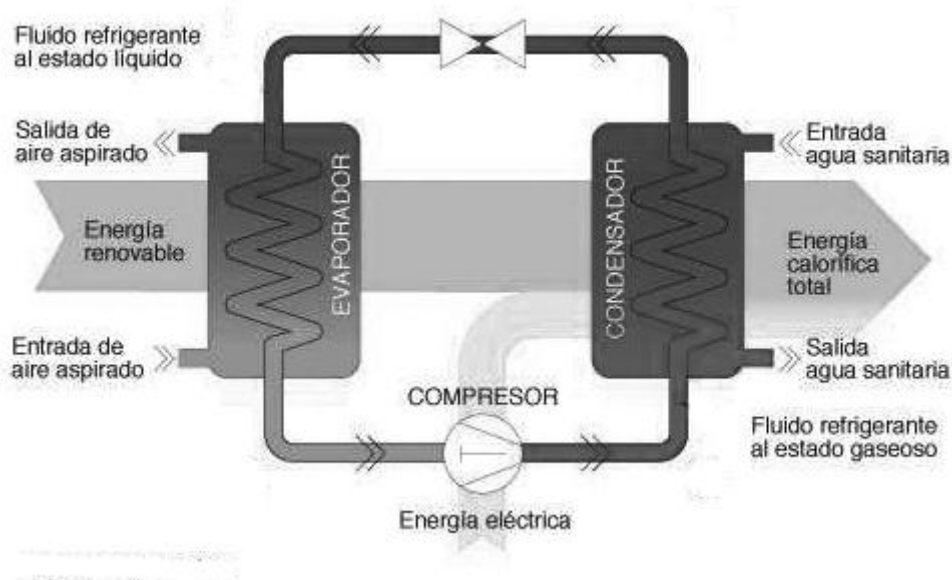


Figura 1.23

La aerotermia o bomba de calor aire-agua es una de las mejores alternativas para sustituir a las calderas tradicionales, ya sean calderas de gas, de gasoil o calderas eléctricas.

El equipo seleccionado será proporcionado por el fabricante Thermira de Gabarrón y su producto ofrece las siguientes ventajas:

- Ahorro elevado, hasta 75%
- Calefacción. Refrigeración y agua caliente sanitaria
- Amplio rango de temperaturas de operación. Puede llegar a ofrecer calor incluso a temperaturas extremas hasta -20°C
- Tecnología invertir, adaptación perfecta a la potencia requerida
- Ideal para obras o proyectos de renovación y obra nueva
- Es compatible con otro tipo de energía renovable, como la energía solar.
- Instalación sencilla
- Respetuosa con el medio ambiente. No requiere chimenea, ni salida de humos ni molestas rejillas de ventilación
- Con refrigerante R410A que no daña la capa de ozono
- Amortizable en un corto plazo de tiempo

El modelo escogido es el THERMIRA 16T el cual nos ofrece una potencia calorífica de 16 KW y las siguientes características técnicas:

- Capacidad calorífica(KW): 16
- Consumo eléctrico(KW): 3,9
- COP: 4,1
- Carga refrigerante R410A(kg): 3,4
- Nivel sonoro de calefacción(dB(A)): 58
- Conexión gas: 5/8"
- Conexión liquido: 3/8"
- Peso neto(kg): 108

El sistema auxiliar quedaría instalado conforme al siguiente esquema:

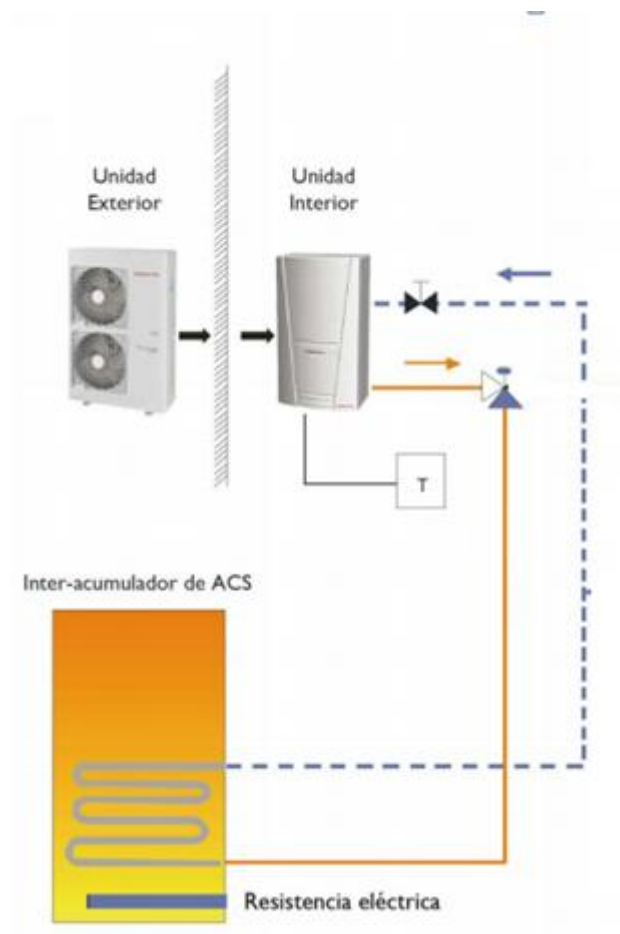


Figura 1.24

Se instalará un nuevo acumulador a consumo ya que el existente está muy antiguo y se aprovechará la remodelación de la instalación para colocar un nuevo acumulador de 1000 litros de capacidad con serpentín. El agua caliente proveniente de la bomba de calor se hará pasar por el serpentín calentando el agua. Dispondrá también de una entrada para el agua acumulada en el depósito solar.

El acumulador a instalar es del mismo fabricante que el acumulador solar, en este caso Saunier Duval, modelo BDLE S/1000. A continuación se muestran sus características técnicas:

- a: Entrada agua acumulador solar
- b: Salida ACS
- c: Recirculación
- d: Depósito acumulador
- e: Desagüe
- f: Forro externo
- h: Conexión lateral
- g: Aislamiento térmico
- k: Panel de control
- i: Vaina de sensores
- l: Protección catódica
- m: Boca lateral
- q: Serpentín de calentamiento

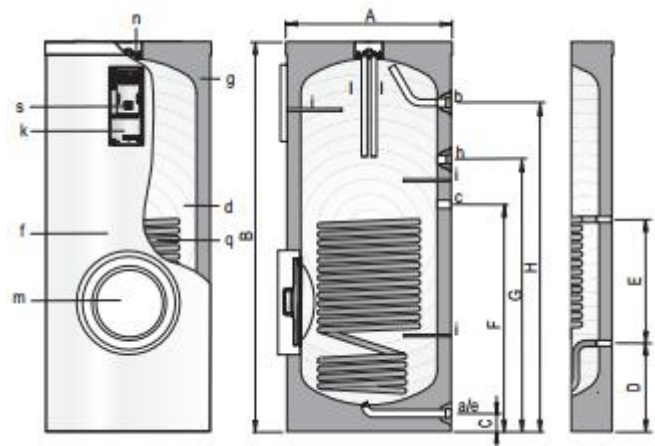


Figura 1.25

Las dimensiones del depósito son:

- A: 950 mm
- B: 2225 mm
- C: 140 mm
- D: 505 mm
- E: 710 mm
- F: 1310 mm
- G: 1570 mm
- H: 1900 mm

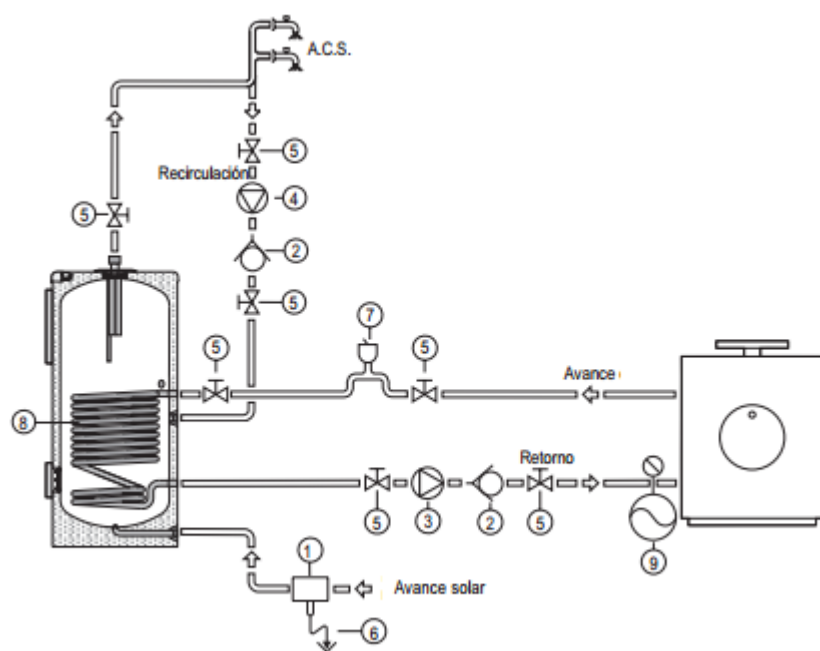


Figura 1.26

1.7 Esquema de principio

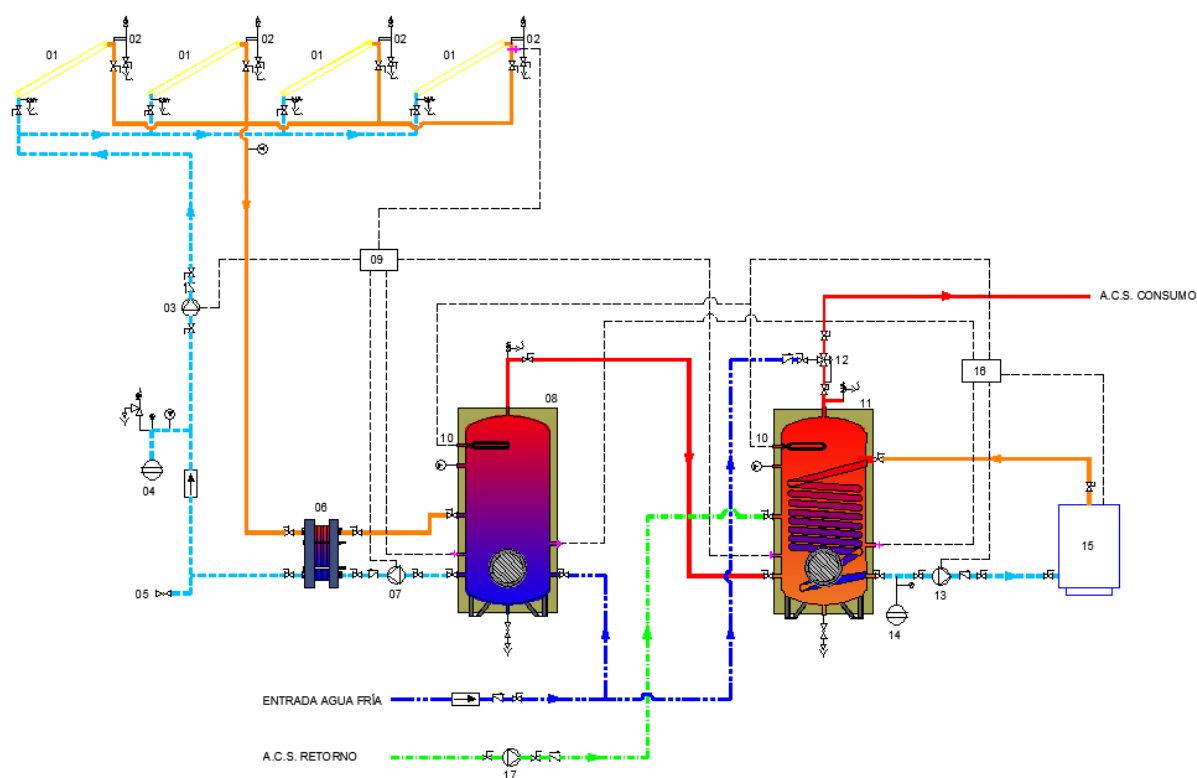


Figura 1.27

1.8 Ahorro energético y económico

El ahorro en energía eléctrica es un elemento fundamental para el aprovechamiento de los recursos energéticos; ahorrar equivale a disminuir el consumo de combustibles en la generación de electricidad evitando también la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera.

El principal propósito de este proyecto es reestructurar la instalación para el agua caliente sanitaria de un edificio situado en Sevilla, con el objetivo de obtener un ahorro energético y económico. La nueva instalación está formada por un campo de captadores y un sistema de aerotermia como sistema auxiliar. Apostamos así, por el uso de energía renovable y gratuita como es la energía solar, y por el uso de la aerotermia que basa su éxito en extraer la energía necesaria del aire exterior y una reducida parte en electricidad, obteniendo así una alta eficiencia energética.

En este apartado se mostrarán los resultados obtenidos y el ahorro energético conseguido con la nueva instalación. Con la instalación antigua disponíamos de un consumo de gasóleo de 198814,073 kwh durante 2011. La instalación solar, al ser energía proveniente del sol, es totalmente gratuita y respetuosa con el medio ambiente. La bomba de calor instalada como sistema auxiliar, tendrá un consumo energético del compresor, necesario para aumentar la presión y la entalpía del fluido refrigerante. Este consumo se ha calculado y ha resultado ser de 28922,44 kwh. Por lo tanto el ahorro energético obtenido es el siguiente:

$$\frac{199827,5 - 28922,44}{199827,5} \cdot 100 = 85,5\%$$

En términos económicos teníamos un gasto de combustible de 16733 euros al año. La nueva instalación, considerando los gastos por bombeo en el circuito primario despreciables, el sistema auxiliar tiene un gasto en electricidad de 4189 euros al año. Por tanto obtenemos un ahorro de 12544 euros al año lo que nos permitirá amortizar la instalación en un corto periodo de tiempo.

Realizamos un VAN para ilustrar mejor la rentabilidad generada por la instalación:

$$\Delta VP_N = FSVP \cdot Ahorro - Sobrecoste$$

Si consideramos una vida útil de los equipos de 15 años antes de que necesiten ser cambiados o reformados, un interés del dinero del 5% y una inflación del 2%.

Siendo el ahorro de 12544 euros y un sobrecoste de 44228,57 euros tenemos un incremento del VAN de 106299,43 euros. Viendo estos resultados podemos afirmar que la instalación es muy rentable.

El período de recuperación del capital se calcula igualando el VAN a cero y calculando el número de años. Haciendo este cálculo obtenemos un período de recuperación del capital de unos cuatro años aproximadamente.

1.9 Cumplimiento de la normativa

1.9.1 CTE-HE 4

1.9.1.1 Contribución solar mínima

En el apartado 2.2.1 para una demanda entre 50-5000 l/día y una zona climática V como es nuestro caso la contribución solar mínima se establece en un 60%. Existe una ordenanza municipal para Sevilla en la cual la restricción es del 70%. Nos quedaremos con la más restrictiva.

De acuerdo con la ordenanza para la gestión de la energía, el cambio climático y la sostenibilidad de Sevilla, en el apartado 3.2 se establece que la contribución solar mínima anual para el agua caliente sanitaria será del 70% siendo del 75% en el caso de que se utilice como energía auxiliar de apoyo el efecto Joule. La instalación diseñada cubre un porcentaje de demanda del 77,09% anual.

1.9.1.2 Protección contra sobrecalentamientos

En el apartado 2.2.2 se dice 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%. Nuestra instalación supera el 100% de la cobertura solar en los meses de Julio y Agosto con un valor de 101,02% para cada mes.

En este apartado también nos dicen que si en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética tendremos que dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes. Como se ha comentado en el apartado 1.6.10 se ha optado por un sistema de disipación de calor sin componentes eléctricos.

1.9.1.3 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

El campo solar de la instalación tiene una disposición de los captadores de tipo general, por lo que no debe exceder el 10% de pérdidas por orientación e inclinación, un 10% de pérdidas por sombras, y un 15% de pérdidas totales.

Al estar la instalación orientada al sur con una inclinación de 45°, como podemos comprobar en el siguiente gráfico, las pérdidas por estos conceptos no superan el 10%.

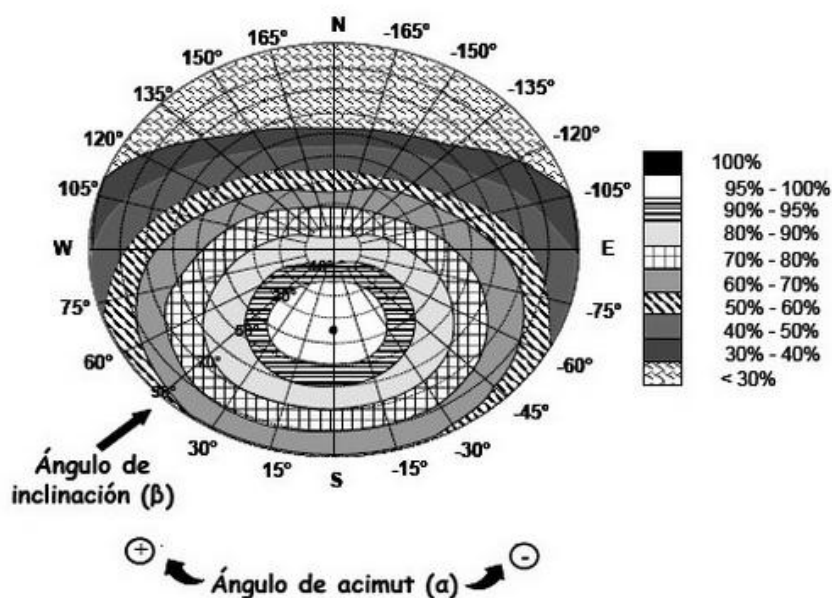


Figura 1.28

1.9.1.4 Relación V/A

En el apartado 2.2.5 para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < \frac{V}{A} > 180$$

Siendo A la suma de las áreas de los captadores (m²) y V el volumen de la acumulación solar (l).

La ordenanza municipal mencionada anteriormente restringe la relación anterior a:

$$80 < \frac{V}{A} > 120$$

El área total de nuestro campo de captadores es de 27,92 m² y el volumen de acumulación de 2500 litros, por lo tanto la relación anterior tiene un valor de 89,54 cumpliendo así ambas restricciones.

1.9.2 RITE

1.9.2.1 IT 1.1.4.3.1 . Preparación de agua caliente para usos sanitarios.

En la preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

El agua presente en el acumulador de consumo estará siempre a una temperatura de 60°C, pudiéndose llegar a los 70°C en momento puntuales para la desinfección del agua.

1.9.3 IT 1.2.4.2.1 Aislamiento térmico.

Para que no exista consumos energéticos superfluos y la temperatura de llegada al acumulador no sea muy inferior a la de salida del campo de captadores, el RITE nos exige que todas las tuberías ,

accesorios y equipos de la instalación estén aislados térmicamente. En el apartado 2.3 de este proyecto se especifican todos los espesores presentes en la instalación cumpliendo así las exigencias de RITE.

Los espesores de los aislamientos cumplen las especificaciones establecidas en el RITE.

Para evitar la congelación del agua en tuberías expuestas a temperaturas menores que la de su punto de fusión se recurre al empleo de una mezcla de agua con anticongelante.

1.9.4 IT 1.3.4.4.5. Medición.

La instalación dispondrá de una serie de instrumentos de medida con los cuales podremos supervisar las magnitudes más importantes en el funcionamiento del sistema como son la presión y la temperatura. Se han colocado instrumentos permanentes de lectura continua antes y después de cada proceso que lleva implícita la variación de la temperatura o la presión. Para la medición de la temperatura, el sensor penetra en el interior de la tubería a través de una vaina, rellena de una sustancia conductora de calor.

Se colocará un manómetro en la aspiración y otro en la descarga de las bombas, para una lectura diferencial de la presión. Un manómetro en el vaso de expansión, termómetros y manómetros a la entrada y la salida del intercambiador de calor y por último también se instalará termómetros en la salida de la acumulación solar y en la entrada de los depósitos de agua caliente sanitaria.

1.10 Normas y referencias

- Ordenanza para la gestión de la energía, el cambio climático y la sostenibilidad de Sevilla
- Código técnico de la edificación, sección HE 4 (CTE-HE4) “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”. 2014.
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE 2013). Versión consolidada.
- IDAE (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía). “Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura”. 2009.
- UNE 157001: “Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico”
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. “Guía técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones”. 2003.
- Orden ITC/71/2007, de 22 de enero, por la que se modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares.
- Real Decreto 891/1980, por el que se dictan normas sobre homologación de prototipos y modelos de paneles solares (BOE 114, 12/5/1980).
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1826/2009, del 27 de noviembre, que se modifica la parte II del anexo del Real Decreto 1027/2007.

1.11 Bibliografía

- Capt-Solar-Instalacion-terrazza-y-tejado-inclinado-MI.
- “Guía práctica de Energía Solar Térmica” editada por la Agencia Valenciana de la Energía.
- Catalogo-aerotermia-thermira-2014-2015.
- MANUAL TÉCNICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. SALVADOR ESCODA S.A. 4ª Edición, Diciembre 2011.

Bibliografía WEB:

- <http://calemur.es/2009/productos/fontaneria/likitech/vasos-de-expansion-para-acs/todos.6145.html>
- <http://www.saincal.com/sabes-para-sirve-tu-vaso-de-expansion/>
- <http://www.eficienciaenergetica.es/que-es-la-eficiencia-energetica/>
- <http://www.solarweb.net/>
- http://sacipumps.com/IMAGES_6/pe-info.pdf

2 ANEXO

2.1 Anexo 1: Contabilidad energética

Para la realización de la contabilidad energética se ha hecho uso de unas facturas correspondientes al año 2011, las cuáles nos proporcionan información sobre cuantos litros de gasóleo ha consumido el edificio y los días en los que se ha producido dicho consumo.

MEDIO DE TRANSPORTE : Cisterna				COD.S/CLIENTE:		MONEDA : EUROS (EUR)	
FECHA ENTREGA	NÚMERO ALBARAN	TRANSPORTE	DETALLE DESTINO	CANTIDAD		PRECIO UNIDAD	IMPORTE
				KILOS	LITROS		
GASOLEO C							
10.03.2011	00005451710				5.002	0,728132 EUR/L	3.642,11
TOTAL PRODUCTO:					5.002		3.642,11
IMPUESTO ESPECIAL INCLUIDO EN EL PRECIO AL TIPO DE						0,078710 EUR/L	
IMPUESTO MINORISTA AL TIPO DE						0,008000 EUR/L	-40,02

SUBTOTAL		EUROS :	3.682,13
I.V.A.:	18,00 %	:	662,78
TOTAL :		EUROS :	4.344,91

La

Figura 2.1

imagen anterior muestra la primera factura del año 2011, el período se extiende desde el uno de Enero hasta el día 10 de Marzo, un total de 69 días. En este periodo la cantidad de litros consumido ha sido de 5002.

Para cada mes se calcula la relación litros/día y luego se multiplica por el número de días del mes. Una vez calculado la cantidad de litros de gasóleo consumidos en cada mes, se multiplica este valor por el poder calorífico del gasóleo y así obtendremos la cantidad de energía consumida en cada mes por el edificio.

Para calcular la demanda mensual se ha multiplicado el consumo por el rendimiento que tiene la caldera, el cual ha resultado ser del 80%.

2.2 Anexo 2: Instalación solar térmica

2.2.1 Demanda de energía térmica

Como se ha explicado en el apartado 1.6.1, la demanda final de agua caliente que hemos obtenido es de 2016 l/día. Multiplicado por el número de días de cada mes obtengo los litros consumidos en cada mes del año, y con la fórmula que se muestra a continuación, puedo calcular la demanda de energía mensual de mi edificio:

$$Q \left(\frac{kwh}{mes} \right) = D \left(\frac{l}{mes} \right) \cdot \rho_{agua} \cdot C_{p_{agua}} \cdot \Delta T \cdot \frac{1h}{3600 s}$$

Siendo D la demanda de agua caliente.

2.2.2 Dimensionamiento

El método de cálculo utilizado para el dimensionado de la instalación es el F-Chart , éste se basa en unas curvas cuadráticas cuyas variables son D1 y D2. Una vez obtenido el valor de estas variables se obtiene la fracción de energía solar aportada por el sistema.

D1 representa la relación entre la radiación absorbida y la energía que se demanda para cada mes.

La radiación solar absorbida se calcula con la siguiente expresión:

$$EA_{mes} = EI_{mes} \cdot FR(ta)n \cdot [(ta)/(ta)n] \cdot F'R/FR \cdot A_{capt}$$

EA_{mes} : Energía absorbida por los captadores en el mes. (kWh)

EI_{mes} : Radiación solar mensual incidente por unidad de superficie de los captadores. Se calcula como:

$$EI_{mes} = H_{día} \cdot k_{tot,mes} \cdot N_{mes}$$

$H_{día}$: Energía que incide sobre una unidad de superficie horizontal en un día medio de cada mes.

$k_{tot,mes}$: Factor que resulta de multiplicar factores de corrección por inclinación, orientación y por sombra.

N_{mes} : Número de días del mes.

A_{capt} : Área total de captadores.

$FR(ta)n$: Factor de eficiencia óptica del captador.

$[(ta)/(ta)n]$: Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante , 96

para superficie transparente sencilla.

$F'R/FR$: Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Valor habitual 0.95

Los últimos tres valores serán aportados por el fabricante.

La energía demandada cada mes se calculó en el apartado anterior.

D2 es la relación entre la energía mensual perdida por el captador y la demanda energética mensual del edificio.

La energía mensual perdida se calcula con la siguiente expresión:

$$EP_{mes} = A_{capt} \cdot F'_R/U_L \cdot (100 - T_{amb}^a) \cdot 24 \cdot N_{mes} \cdot k_1 \cdot k_2$$

F'_R/U_L : Coeficiente global corregido de pérdidas del captador. ($\frac{kw}{m^2 \cdot K}$)

k_1 : Factor de corrección por almacenamiento

$$k_1 = \left(\frac{V}{75 \cdot A_{capt}} \right)^{-0,25}$$

k_2 : Factor de corrección para ACS que relaciona las distintas temperaturas:

$$k_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot T_{ac} + 3,86 \cdot T_{af} - 2,32 \cdot T_{amb}}{100^\circ C - T_{amb}}$$

T_{ac} : Temperatura mínima del ACS

T_{af} : Temperatura del agua de red.

T_{amb} : Temperatura media mensual del ambiente.

Una vez tengo calculadas las variables D1 y D2 busco el valor de f en la siguiente gráfica:

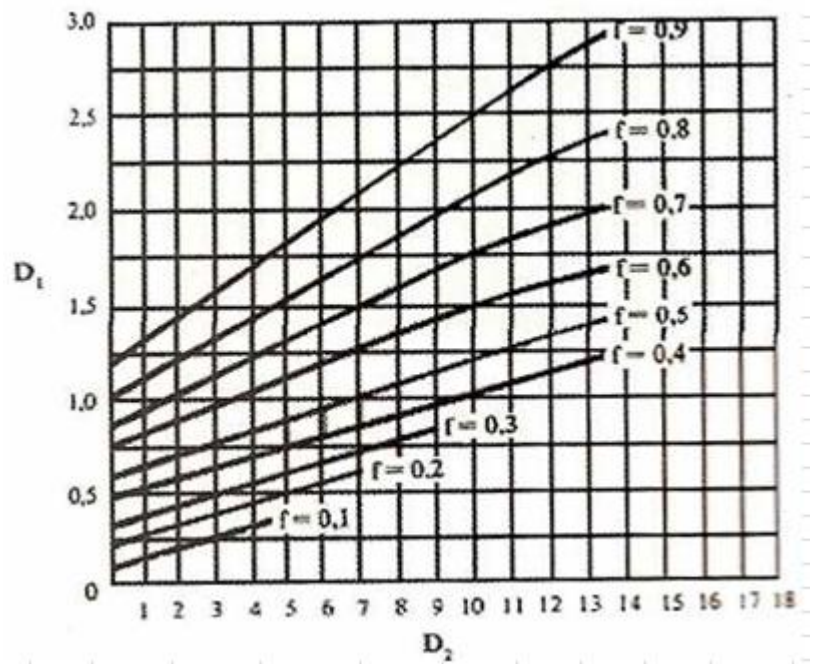


Figura 2.2

2.2.3 Red de tuberías

El cálculo de los diámetros de las tuberías y la caída de presión del circuito primario comienza sectorizando la instalación por tramos. En la siguiente figura se muestran todos los tramos de la instalación:

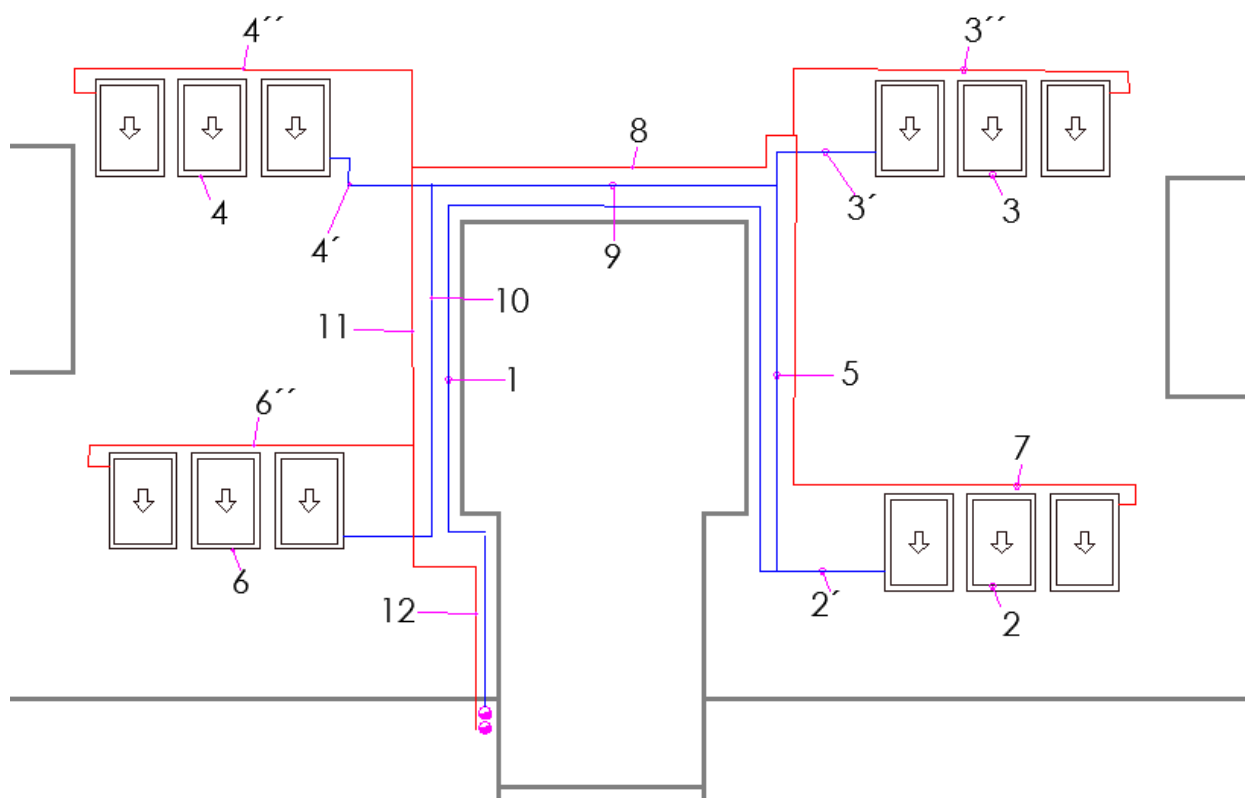


Figura 2.3

Calcularemos el caudal de diseño con un caudal de circulación de 50 l/h.m², cifra recomendada en numerosos textos. Sabiendo la superficie de captación que tenemos podemos calcular el caudal en todos los tramos de la instalación. A continuación se muestran los resultados:

V agua	
Tramo	(L/h)
1	1400
2	350
2'	350
3	350
3''	350
3'	350
4	350
4'	350
4''	350

V agua	
Tramo	(L/h)
5	1050
6	350
6''	350
7	350
8	700
9	700
10	350
11	1050
12	1400

Tabla 2.1

Gracias a la hoja de cálculo proporcionada por el departamento de energética de la facultad de ingeniería superior de Sevilla, calculamos la caída de presión por metro lineal de tubería con la condición de que este valor no puede superar los 400 Pa/m. También calculamos la longitud equivalente que resultante de los accesorios y la geometría de la red de tubería. A partir de aquí multiplicamos la caída de presión por la longitud total de cada tramo y obtendremos así la caída de presión en pascales.

La caída de presión por metro y el diámetro de tubería de cada tramo se muestran a continuación.

	V agua	D2	Δp_{tub}
Tramo	(L/h)	(mm)	(Pa/m)
1	1400	26,00	298,45
2	350	16,00	272,45
2'	350	16,00	272,45
3	350	16,00	272,45
3''	350	16,00	272,45
3'	350	16,00	272,45
4	350	16,00	272,45
4'	350	16,00	272,45
4''	350	16,00	272,45
5	1050	26,00	181,32
6	350	16,00	272,45
6''	350	16,00	272,45
7	350	16,00	272,45
8	700	20,00	311,56
9	700	20,00	311,56
10	350	16,00	272,45
11	1050	26,00	181,32
12	1400	26,00	298,45

Tabla 2.1

El diámetro mostrado hace referencia al diámetro interior de la tubería.

A continuación se calcula la longitud equivalente de cada tramo:

- **Tramo 1:** 5 codos 90°
- **Tramo 2':** T en rama alineada
- **Tramo 3'',4'':** 3 codos 90°
- **Tramo 3':** T en rama alineada; 1 codo 90°
- **Tramo 4':** T en rama alineada; 2 codo 90°
- **Tramo 5:** T en rama derivada
- **Tramo 6:** 2 codos 90°
- **Tramo 7:** 3 codos 90°
- **Tramo 8:** 2 T en rama derivada; 2 codos 90°
- **Tramo 10:** T en rama derivada; 1 codo 90°
- **Tramo 11:** T en rama derivada
- **Tramo 12:** T rama alineada; 2 codos 90°

Una vez calculada la longitud y la longitud equivalente de cada tramo, podemos multiplicar este

valor por la caída de presión por metro de tubería, calculamos la caída de presión de cada tramo. También tenemos en cuenta la caída de presión que se produce en las baterías de captadores. Este valor se calcula con la ayuda de la curva $Q-\Delta P$.

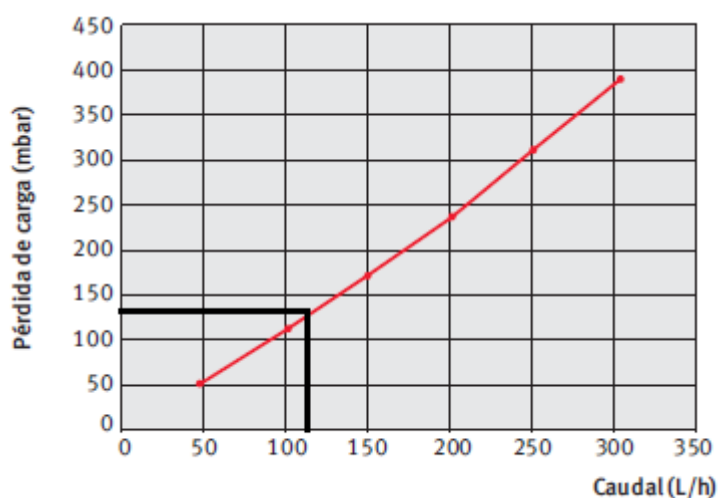


Figura 2.4

La caída de presión de cada captador es de 13 KPa, por lo tanto en cada batería de captadores tendremos 39 KPa. Ahora ya tenemos todos los datos necesarios para poder calcular la caída de presión en cada tramo. Los resultados se muestran a continuación.

	V agua	D2	Δp_{tub}	L	L_{eq}	L_{tot}	Δp_{extra}	Δp
Tramo	(L/h)	(mm)	(Pa/m)	(m)	(m)	(m)	kPa	(kPa)
1	1400	26,00	298,45	20,07	4,15	24,22	0	7,23
2	350	16,00	272,45	0	0,00	0	39	39
2'	350	16,00	272,45	1,8	0,32	2,12	0	0,58
3	350	16,00	272,45	0	0,00	0	39	39
3''	350	16,00	272,45	7,1	1,35	8,45	0	2,30
3'	350	16,00	272,45	2,3	0,77	3,07		0,84
4	350	16,00	272,45	0	0,00	0	39	39
4'	350	16,00	272,45	2	1,22	3,22		0,88
4''	350	16,00	272,45	7,1	1,35	8,45	0	2,30
5	1050	26,00	181,32	5,9	1,66	7,56		1,37
6	350	16,00	272,45	0	0,00	0	39	39
6''	350	16,00	272,45	6	0,90	6,90	0	1,88
7	350	16,00	272,45	11,2	1,35	12,54	0	3,42
8	700	20,00	311,56	7,4	3,74	11,14	0	3,47
9	700	20,00	311,56	5,8	1,25	7,05	0	2,20
10	350	16,00	272,45	7,5	1,35	8,85	0	2,41
11	1050	26,00	181,32	4,2	0,90	5,10	0	0,92
12	1400	26,00	298,45	4	2,21	6,21	0	1,85

Tabla 2.2

A continuación calculamos la caída de presión de los 4 circuitos que recorre el agua en la instalación. La bomba de circulación tendrá que ser capaz de dar la caída de presión del circuito más desfavorable.

- **Circuito 1:** 1, 2', 2, 7, 8, 11, 12 $\rightarrow \Delta P_{T1} = 56,47 KPa$
- **Circuito 2:** 1, 5, 3', 3, 3'', 8, 11, 12 $\rightarrow \Delta P_{T2} = 56,98 KPa$
- **Circuito 3:** 1, 5, 9, 4', 4, 4'', 11, 12 $\rightarrow \Delta P_{T3} = 55,76 KPa$
- **Circuito 4:** 1, 5, 9, 10, 6', 6, 6'', 12 $\rightarrow \Delta P_{T4} = 55,94 KPa$

Como se puede observar los cuatro circuitos tienen caídas de presión muy parecidas, por lo que la instalación está equilibrada hidráulicamente. El circuito con mayor caída de presión es el circuito 2 con una caída de presión de 56,98 KPa.

El edificio tiene una altura de 30 metros pero el tramo de tubería que recorre el edificio desde la sala de máquinas hasta la azotea, no lo vamos a considerar ya que al ser un circuito cerrado no hay que emplear energía para elevar el fluido. El diámetro nominal de estas tuberías será de 28mm y llevan un caudal de 1400 l/h.

2.2.4 Vaso de expansion

El cálculo del vaso de expansión en el circuito solar primario se hará de acuerdo a la norma UNE 100155. En vasos de expansión cerrados el volumen del vaso viene dado por la expresión:

$$V_T = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

Vt: Volumen total del vaso de expansión (l).

V: Contenido total del fluido de trabajo en el circuito (l).

Ce: Coeficiente de expansión del fluido.

Cp: Coeficiente de presión.

- Volumen del fluido de trabajo en el circuito.

Sumando el volumen de fluido en el sistema primario (captadores y tuberías) se obtiene un volumen total de 86,31 litros.

- Coeficiente de expansión.

El coeficiente de expansión se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$C_e = (-1,75 + 0,064 \cdot T + 0,0036 \cdot T^2) \cdot 10^{-3}$$

Siendo T la temperatura del fluido a su paso por el vaso de expansión supuesta de 50 °C.

Como el fluido caloportador es una solución de glicol en agua, el coeficiente de expansión debe multiplicarse por el siguiente factor de corrección:

$$f_c = a \cdot (1,8 \cdot T + 32)^b$$

Dónde:

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

$$b = 3,5 \cdot 10^4 \cdot (G^2 - 94,57 \cdot G + 500)$$

Siendo G el porcentaje en volumen de glicol en agua de 30%

Así el valor del coeficiente de expansión es 0,0187.

- Coeficiente de presión.

El coeficiente de presión se calcula a través de la siguiente expresión:

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

Siendo:

PM: presión máxima del vaso, 10 bar.

Pm: presión mínima del vaso, 3 bar.

El valor del coeficiente de presión es 1,43.

En conclusión se obtiene un volumen para el vaso de expansión de 2,31 litros

2.3 Anexo 3: Aislamiento térmico

Los aparatos, equipos y conducciones estarán aislados térmicamente. De esta forma se evitarán consumos de energía superfluos y los fluidos caloportadores llegarán a las unidades terminales con una temperatura próxima a la de producción. Además se cumplirán las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con superficies calientes. El material de aislamiento a utilizar estará formado por fibra de vidrio.

Los espesores de aislamiento térmico de la instalación cumplirán con lo indicado en el apartado IT 1.2.4.2.1. del RITE. Como señala éste, los componentes de la instalación dispondrán de aislamiento térmico cuando contengan fluidos a temperatura superior a 40°C. Los componentes que vienen aislados de fábrica cumplen el nivel marcado por la normativa.

- Tuberías y accesorios

En las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 del RITE se muestran los espesores de aislamiento mínimo de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior o el exterior. Para un material aislante de conductividad térmica de 0,040 W/m·K, los espesores de aislante para las tuberías y accesorios de la instalación son los siguientes:

- Interior: 25 mm.
- Exterior: 35 mm
- Depósitos de acumulación

Los dos depósitos nuevos a instalar se suministran ya aislados térmicamente por el fabricante mediante espuma rígida de poliuretano inyectado en molde libre de CFC.

- Intercambiador de calor

Para un material aislante de conductividad térmica $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, el espesor de aislante para el intercambiador del circuito solar será de 40 mm.

- Vaso de expansión

Para un material aislante de conductividad térmica $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, el espesor de aislante para el vaso de expansión cerrado situado en el circuito solar primario es de 40 mm

2.4 Anexo 4: Aerotermia

El Sistema auxiliar se ha diseñado para poder llenar el acumulador de consumo del agua caliente en un plazo de 4 horas. El nuevo acumulador instalado tiene una capacidad de 1000 litros, por lo tanto haciendo uso de estos datos y de la siguiente fórmula se calcula la potencia que necesita la bomba de calor para llenar los 1000 litros en 4 horas.

$$Q(kw) = \dot{m}_w \cdot c_{p_{agua}} \cdot \Delta T$$

$$\text{Siendo } \dot{m}_w = \frac{1000}{4 \cdot 3600} = 0,069 \text{ l/s} \text{ y el } \Delta T = 60 - 10$$

Se obtiene una potencia necesaria de $Q = 14,5 \text{ Kw}$

La bomba de calor escogida finalmente ha sido de 16 Kw.

2.5 Anexo 5: Ahorro energético y económico

De la tabla 1.1 del apartado 1.4.2 sabemos que la demanda anual de nuestro edificio es de 159862 kwh . Del mismo modo a partir de la tabla 1.6 del apartado 1.5.2, sabemos que la energía producida por nuestro campo de captadores es de 41280 kwh. ($3440 \cdot 12$)

La demanda para el sistema auxiliar será entonces:

$$D_{sist.aux.} = D_{gas\acute{o}leo} - E_{sist.solar} = 159862 - 41280 = 118582 \text{ kwh}$$

El consumo del sistema auxiliar se calcula de la siguiente forma:

$$C_{sist.aux.} = \frac{D_{sist.aux.}}{COP} = \frac{118582}{4.1} = 28922,44 \text{ kwh}$$

Una vez calculado el consumo del sistema auxiliar y sabiendo el consumo energético del edificio, calculamos el ahorro energético:

$$\frac{199827,5 - 28922,44}{199827,5} \cdot 100 = 85,5\%$$

2.6 Anexo 5: Estudios con entidad propia

“Estudio básico de seguridad y salud”

2.6.1 Justificación

Supuestos considerados en el proyecto de obra a efectos de la obligatoriedad de elaboración de Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud según el Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

BOE nº: 256 de Octubre de 1997

2.6.1.1 Estimación del Presupuesto de Ejecución por Contrata

Presupuesto de Ejecución Material:	30.716,42	€
Gastos Generales 13 %:	3.993,13	€
Beneficio Industrial 6 %:	1.842,99	€
Impuesto sobre el Valor Añadido 21 %:	7.676,03	€
Presupuesto de Ejecución por Contrata:	44.228,57	€

Tabla 2.3

2.6.1.2 Supuestos Considerados a Efectos del Art. 4 del R.D 1627/1997

• EL PRESUPUESTO de EJECUCION por CONTRATA INCLUIDO en el PROYECTO ES IGUAL o SUPERIOR a 450.759.08 Euros.	☐ SI
	☒ NO
• LA DURACION ESTIMADA de DIAS LABORABLES ES SUPERIOR a 30 DIAS,	☐ SI
EMPLEÁNDOSE en ALGUN MOMENTO a más de 20 TRABAJADORES SIMULTANEAMENTE.	☒ NO
• VOLUMEN de MANO de OBRA ESTIMADA, ENTENDIENDO por TAL la SUMA de los DIAS de TRABAJO TOTAL de los TRABAJADORES de la OBRA, ES SUPERIOR a 500.	☐ SI
	☒ NO
• OBRAS de TUNELES, GALERIAS, CONDUCCIONES SUBTERRANEAS ó PRESAS.	☐ SI
	☒ NO

Tabla 2.4

No habiendo contestado afirmativamente a ninguno de los supuestos anteriores, se adjunta al proyecto de obra, el correspondiente **Estudio Básico de Seguridad y Salud**.

2.6.2 Condiciones generales de la obra

2.6.2.1 Introducción

De acuerdo con el art. 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

En el estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1.995 de prevención de Riesgos Laborales.

2.6.2.2 Datos de la obra

2.6.2.2.1 Topografía y Entorno

La calle de acceso a la parcela es transitable en dos sentidos.

La calle que da acceso al emplazamiento no presenta un tránsito de vehículos excesivo que impida un curso normal de la obra.

2.6.2.2.2 Subsuelo e Instalaciones Subterráneas

No tiene repercusión en este proyecto.

2.6.2.2.3 Edificio Proyectado

El edificio está ya construido

2.6.2.2.4 Duración de la Obra y Número de Trabajadores Punta

La previsión de duración de la obra es de cuatro semanas.

El número de trabajadores punta asciende a cuatro.

2.6.2.2.5 Materiales Previstos en la Construcción

No está previsto el empleo de materiales peligrosos o tóxicos, ni tampoco elementos o piezas constructivas de peligrosidad desconocida en su puesta en obra, tampoco se prevé el uso de

productos tóxicos en el proceso de construcción.

2.6.2.3 Consideración general de riesgos

2.6.2.3.1 Situación del Edificio

Por la situación, no se generan riesgos previsibles.

2.6.2.3.2 Topografía y Entorno

Nivel de riesgo bajo sin condicionantes de riesgo aparentes, tanto para circulación de vehículos, como para la programación de los trabajos en relación con el entorno.

2.6.2.3.3 Subsuelo e Instalaciones Subterráneas

No tiene repercusión en este proyecto.

2.6.2.3.4 Edificio Proyectado

Riesgo bajo en todos los componentes de la obra proyectada.

2.6.2.3.5 Presupuesto de Seguridad y Salud

Debido a las características de la obra, se entiende incluido en las partidas de ejecución material de la globalidad de la obra.

2.6.2.3.6 Duración de la Obra y Número de Trabajadores Punta

Riesgos normales para un calendario de obra normal y un número de trabajadores punta fácil de organizar.

2.6.2.3.7 Materiales Previstos en la Construcción, Peligrosidad y Toxicidad

Todos los materiales componentes del edificio son conocidos y no suponen riesgo adicional tanto por su composición como por sus dimensiones. En cuanto a materiales auxiliares en la construcción, o productos, no se prevén otros que los conocidos y no tóxicos.

2.6.2.4 Fases de la obra

Dado que la previsión de realización de las obras previstas se hará por una pequeña constructora que asumirá la realización de todas las partidas de obra, y no habiendo fases específicas de obra en cuanto a los medios de S.T. a utilizar en la misma, se adopta para la ordenación de este estudio considerar la realización del mismo en un proceso de una sola fase a los efectos de relacionar los procedimientos constructivos, los riesgos, las medidas preventivas y las protecciones personales y colectivas, así como el montaje de vallas u otros elementos auxiliares.

2.6.2.5 Cálculo de los Medios de Seguridad

El cálculo de los medios de seguridad se realiza de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre y partiendo de las experiencias en obras similares. El cálculo de las protecciones personales parte de fórmulas generalmente admitidas como las de SEOPAN, y el cálculo de las protecciones colectivas resultan de la medición de las mismas sobre los planos del proyecto del edificio. Las partidas de seguridad y salud, de este estudio básico, están incluidas proporcionalmente en cada partida.

2.6.2.6 Medicina Preventiva y Primeros Auxilios

Medicina preventiva

Las posibles enfermedades profesionales que puedan originarse en esta obra son las normales que tratan la medicina del trabajo y la higiene industrial.

Todo ello se resolverá de acuerdo con los servicios de prevención de empresa quienes ejercerán la dirección y el control de las enfermedades profesionales, tanto en la decisión de utilización de los medios preventivos como la observación médica de los trabajadores.

Primeros auxilios

Para atender a los primeros auxilios existirá un botiquín de urgencia situado en los vestuarios o lugar similar en obra, y se comprobará que, entre los trabajadores presentes en la obra, uno, por lo menos, haya recibido un curso de socorrismo.

2.6.2.7 Medidas de Higiene personal e Instalaciones del Personal

Las previsiones para estas instalaciones de higiene del personal son:

- Aseos preexistentes en la edificación.

Datos generales:

- Obreros punta: 4 Unidades
- Dotación de medios para evacuación de residuos: Cubos de basura con previsión de bolsas plásticas reglamentarias.

2.6.2.8 Formación sobre Seguridad

El plan especificará el Programa de Formación de los trabajadores y asegurará que estos conozcan el plan. También con esta función preventiva se establecerá el programa de reuniones del Comité de Seguridad y Salud.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será por un técnico de seguridad.

2.6.3 Riesgos y Planificación de la Prevención de las Distintas Actuaciones de la Obra

2.6.3.1 Actuaciones Previas

2.6.3.1.1 Derribos

Levantado de instalaciones

Seguridad y salud

- **1. Riesgos laborales**
 - Caídas al mismo nivel por falta de limpieza y desescombros.
 - Caídas a distinto nivel y desde altura.
 - Caída de objetos por desprendimiento o en manutención manual.
 - Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.
 - Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- **2. Planificación de la prevención**

Organización del trabajo y medidas preventivas

- Antes de iniciar el desmontaje de instalaciones alimentadas por la energía eléctrica, se comprobará no solo que estén fuera de servicio sino que no llegue a ellas la energía eléctrica.
- Extremar las condiciones de orden y limpieza a fin de evitar tropiezos y caídas.
- Se dispondrá de iluminación adecuada de forma que los trabajos puedan realizarse con facilidad y sin riesgos.
- El levantado de instalaciones (mobiliario de cocina, sanitarios, radiadores, etc.), se llevará a cabo por el número de operarios adecuado en función de su ubicación, dimensiones y peso.
- El levantamiento de bajantes y canalones se realizará al mismo tiempo que los cerramientos que los soportan. En caso de un levantamiento independiente, este se efectuará mediante la utilización de las preceptivas medidas de protección colectiva, y únicamente cuando estos resulten insuficientes se simultanearán o sustituirán por los de protección individual.

Protecciones colectivas

- En caso de utilizar medios auxiliares (andamios, plataformas, etc.), éstos serán adecuados y dotados de los preceptivos elementos de seguridad
- Nunca se utilizarán escaleras u otros elementos no seguros (bancos, bidones, etc.).
- Proteger mediante barandillas (Anejo 5), todos los huecos en forjados y fachadas que ofrezcan riesgo de caída. En su defecto los operarios con riesgo de caída, utilizarán cinturones de seguridad anticaída amarrados a puntos de anclaje seguros.

Protección personal (con marcado CE)

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad con puntera de protección.
- Guantes contra riesgos mecánicos.
- Cinturones de seguridad anticaída amarrados a puntos de anclaje seguros.

2.6.3.2 Instalaciones

2.6.3.2.1 Instalación de electricidad: baja tensión y puesta a tierra

Seguridad y salud

- 1. Riesgos laborales

- Cortes y golpes producidos por maquinaria.
- Golpes y tropiezos contra objetos por falta de iluminación.
- Caídas al mismo nivel por suelos sucios, resbaladizos o con deformaciones.
- Caídas a distinto nivel o de altura por uso de escaleras, andamios o existencia de aberturas en suelos o paredes.
- Contactos eléctricos directos o indirectos, por carencia o inadecuabilidad de equipos o herramientas, o por uso de métodos de trabajo inadecuados.
- Ruido y proyección de partículas en ojos, por uso de taladros, picadoras o rozadoras.
- Cortes y golpes por el manejo de herramientas, guías y elementos de instalación.
- Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.
- Electrocución durante la realización de trabajos de puesta en servicio y conexión.
- Golpes en manos y pies en el hincado de la piqueta.
- Riesgos específicos derivados de la ejecución de la arqueta de conexión en el caso de construcción de la misma.
- Cortes en las manos por no utilización de guantes en el manejo de cables.

- 2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

- Se dispondrá de los esquemas o planos necesarios que permita trazar en obra y desde el cuadro general, la distribución de circuitos y líneas, ubicación de cajas de empalmes y derivación, mecanismos, puntos de luz, etc.
- Antes de comenzar un trabajo deberá informarse a los trabajadores de las características y problemática de la instalación.
- Todos los operarios poseerán la cualificación adecuada y estarán instruidos en los métodos y procesos de trabajo más adecuados. Dicha medida se extremará en trabajos en tensión o en proximidad a elementos con tensión.

- En caso que las operaciones de montaje de la instalación eléctrica y las operaciones de ayuda de albañilería (sujeción de tubos, cerramiento de rozas, cuadros, mecanismos, etc.), no sean realizadas por la misma empresa, deberá existir una total coordinación entre ella y el resto de empresas intervinientes en la construcción, para un total control entre ellas de los riesgos y medidas preventivas.
- En la apertura y cierre de rozas y tendido de líneas, se extremará el orden y la limpieza de la obra para evitar golpes y tropiezos.
- Todas las operaciones se efectuarán con una adecuada iluminación de los tajos, la cual nunca será inferior a 100-150 lux. La iluminación portátil se efectuará preferentemente mediante receptores alimentados a 24 voltios.
- Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán poseer el marcado CE o adaptados a la normativa referente a “Equipos de Trabajo” (R.D. 1215/97) y utilizarlos según dicha norma, únicamente para la finalidad indicada por el fabricante y según sus instrucciones de uso, revisión y almacenamiento.
- Deberán eliminarse suciedades con las que se puede resbalar y obstáculos contra los que se puede tropezar. Todas las zonas de trabajo dispondrán de adecuada protección contra caídas de altura adoptándose las medidas siguientes:
- Todas las plataformas y lugares de trabajo que lo precisen se dotarán de barandillas y plintos.
- En caso de utilizar escaleras manuales se extremarán las medidas tendentes a garantizar su apoyo y estabilidad.
- Si los equipos de protección colectiva no resultasen suficientes, se utilizarán equipos de protección individual amarrados a puntos de anclaje seguros.
- Todos los trabajos se realizarán sin tensión en la instalación. Para trabajos en tensión se tomarán las precauciones para evitar contactos eléctricos directos tales como: apantallamiento y aislamiento; limitación de distancia y campo de acción; restricción de acceso; señalización; utilización de herramientas y prendas de protección aislantes.
- Para la utilización de taladros, picadoras, y rozadoras, los operarios deberán:
- Utilizar protectores de los oídos (tapones de protección en orejeras).
- Gafas de protección contra impactos.
- Mascarilla autofiltrante para las operaciones de producción de polvo.
- El conexonado y puesta en servicio de la instalación, se efectuará tras la total finalización de la instalación, midiendo los cuadros generales y secundarios, protecciones, mecanismos, y en su caso luminarias.
- Las pruebas de funcionamiento se efectuarán con los equipos adecuados, y en caso de tener que efectuar algún tipo de reparación, conexonado o cualquier otra operación en carga, se efectuará tras la desconexión total de la alimentación eléctrica y verificación en la zona de actuación de la ausencia de tensión mediante comprobador de tensión.
- Cuando sea preciso el uso de aparatos o herramientas eléctricas, preferentemente estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad, o estarán alimentadas a tensiones igual o inferior a 24 voltios, mediante transformadores de seguridad, y en caso contrario estarán conexionadas a la red general de tierra y protegidas mediante interruptores diferenciales.
- Previamente a la apertura de la zanja para enterramiento del conductor de puesta a tierra, se verificará la ausencia en dicho trazado de otras posibles líneas o conducciones que puedan interferir en la apertura de la misma.
- En la apertura de zanjas y líneas empotradas, se extremará el orden y la limpieza de la obra para evitar golpes y tropiezos.

Protección personal (con marcado CE)

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero contra riesgos mecánicos.
- Calzado de seguridad.
- Cinturones de protección contra caídas.
- Gafas de protección.
- Auriculares o tapones antirruído.
- Mascarilla autofiltrante.
- Guantes y herramientas aislantes de la electricidad.

2.6.3.2.2 Instalación de fontanería y aparatos sanitarios

Fontanería

Seguridad y salud

1. Riesgos laborales

- Caídas al mismo nivel.
- Cortes y golpes en las manos por objetos y herramientas.
- Sobreesfuerzos por manejo de cargas y/o posturas forzadas.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamiento entre piezas pesadas.
- Quemaduras por contacto y proyección de partículas, en la manipulación y trabajos de soldadura de los tubos.
- Intoxicaciones tanto por la manipulación de plomo como de pinturas de minio.

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

De carácter general para cualquier instalación de fontanería:

- Se dispondrá en obra de los medios adecuados de bombeo, para evitar que haya agua en zanjas y excavaciones.
- Cuando se prevea la existencia de canalizaciones en servicio en la excavación, se determinará su trazado solicitando, si es necesario, su corte y el desvío más conveniente.
- Al comenzar la jornada se revisarán las entibaciones y se comprobará la ausencia de gases y vapores. Si existiesen, se ventilará la zanja antes de comenzar el trabajo.

- En todos los casos, se iluminarán los tajos y se señalizarán convenientemente. El local o locales donde se almacene cualquier tipo de combustible estará aislado del resto, equipado de extintor de incendios adecuado, señalizando claramente la prohibición de fumar y el peligro de incendio.
- Serán comprobados diariamente los andamios empleados en la ejecución de las distintas obras que se realicen.
- Se protegerán con tableros de seguridad los huecos existentes en obra.
- Zonas de trabajo limpias y ordenadas, así como bien iluminadas y ventiladas.
- En evitación de caídas al mismo y distinto nivel, que pueden producirse en el montaje de montantes y tuberías de distribución situadas a una cierta altura se instalarán las protecciones y medios apropiados, tales como andamios, barandillas, redes, etc.
- Los aparatos eléctricos utilizados, dispondrán de toma de tierra o de doble aislamiento.
- De carácter específico en el Abastecimiento.
- Cuando se efectúen voladuras para la excavación, se tomarán las precauciones necesarias, para evitar accidentes y riesgos de daños.
- El material procedente de una excavación se apilará alejado 1 m del borde.
- En el borde libre se dispondrá una valla de protección a todo lo largo de la excavación.
- Se dispondrán pasarelas de 60 cm de ancho, protegidas con barandillas cuando exista una altura igual o superior a 2 m. La separación máxima entre pasarelas será de 50 m. Cuando se atraviesen vías de tráfico rodado, la zanja se realizará en dos mitades, terminando totalmente una mitad, antes de iniciar la excavación de la otra.
- Durante la instalación de tuberías en zanjas, se protegerán estas con un entablado, si es zona de paso de personal, que soporte la posible caída de materiales, herramientas, etc. Si no fuera zona de paso obligado se acotará. Las obras estarán perfectamente señalizadas, tanto de día como de noche, con indicaciones perfectamente visibles para la personas y luminosas para el tráfico rodado.

Protección personal (con marcado CE)

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero o goma.
- Botas de seguridad.
- En caso de soldadura, las prendas de protección propias.
- Deberán utilizarse mascarillas con filtro, contra intoxicaciones por plomo y/o pinturas de minio.

2.6.3.3 Instalación de energía solar

Seguridad y salud

1. Riesgos laborales

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de altura.
- Golpes o cortes por manejo de herramientas.

- Los derivados de los medios auxiliares que se utilicen.
- Sobreesfuerzos por manejo manual de cargas y/o posturas forzadas
-

2. Planificación de la prevención

Organización del trabajo y medidas preventivas

- No se iniciarán los trabajos sobre las cubiertas hasta haber concluido los petos de cerramiento perimetral, y haber dispuesto caminos seguros para transitar o permanecer sobre cubiertas inclinadas y evitar el riesgo de caída al vacío.
- En el manejo de cargas y/o posturas forzadas se tendrá en cuenta lo enunciado en el Anejo 2.
- Se prohíbe verter escombros y recortes por la fachada o patios interiores.
- Las operaciones de montaje de componentes se efectuarán en cota cero, prohibiéndose la composición de elementos en altura si ello no es imprescindible.
- Las escaleras de mano que se utilicen, se anclarán a firmemente al apoyo superior y estarán dotadas de zapatas antideslizantes, sobrepasando en 1 m como mínimo la altura a salvar (Anejo 8).
- En cubiertas inclinadas se realizarán los trabajos sobre una plataforma horizontal, apoyada sobre cuñas ancladas, rodeada de barandilla perimetral de 1 m de altura, listón intermedio y rodapié.
- No se realizarán trabajos de instalación de paneles solares cuando exista posibilidad de tormentas o lluvias.
- Si existen líneas eléctricas próximas, se dejarán sin servicio o se aislarán adecuadamente, mientras duren los trabajos.
- Será imprescindible el uso de calzado antideslizante.
- Se preverán anclajes en puntos fuertes para anclar los cinturones de seguridad.
-

Protección personal (con marcado CE)

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón con arnés anticaída amarrado a punto fijo.

3 PLANOS

3.1 Plano N°1

3.3 Plano N°2

3.4 Plano N°3

3.5 Plano N°4

4 PLIEGO DE CONDICIONES

4.1 Campo de Aplicación

El presente Pliego de Condiciones se aplicará a los trabajos de suministro y montaje de todas y cada una de las unidades de obra necesarias para efectuar adecuadamente los trabajos de montaje de la instalación de Agua Caliente Sanitaria que se proyecta.

Las condiciones descritas en él son aplicables a todas las instalaciones comprendidas en el Proyecto objeto de la licitación, entendiéndose que el instalador adjudicatario conoce el presente Pliego. Por ello, no se admitirán otras modificaciones al mismo que aquellas que pudieran introducir el Director Técnico de la Obra.

4.2 Obligaciones de Carácter General

El instalador deberá:

- Cumplir las disposiciones vigentes de carácter social y laboral y exhibir a requerimiento del Director de la Obra libro de Matrícula en el que figuren datos de alta todos los operarios que trabajen en ella.
- Satisfacer la Normativa vigente sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Poseer el Carnet de Empresa con Responsabilidad, el cual será exigible para licitar.
- Disponer de título de Instalador autorizado concedido por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria, registrado previamente en la Delegación Provincial, en cuyo ámbito jurisdiccional se va a realizar la instalación

4.3 Plazo de Ejecución y Comienzo de las Obras

El adjudicatario queda obligado a comenzar las obras de instalación objeto del presente Proyecto, en la fecha que será fijada oportunamente por la Dirección de Obra, de acuerdo con la urgencia de las mismas, debiéndose terminar en el plazo estipulado. Solo serán aceptados aquellos retrasos que a su juicio sean justificados.

4.4 Calidad de los Materiales I

Todos los materiales utilizados, deberán ser de las calidades especificadas en los documentos técnicos que hayan servido a base para la licitación.

El instalador será responsable de la mala calidad del material o de un montaje inadecuado, sin que pueda declinar dicha responsabilidad en los suministradores o fabricantes de las materias primas.

Una vez adjudicada las instalaciones definitivamente y antes de iniciar la ejecución de las mismas, el instalador deberá presentar al Director de la Obra toda la información y muestras de materiales que se relacionen en el Presupuesto y en la oferta aceptada.

No se certificarán materiales que no hayan sido previamente admitidos por la Dirección de Obra. Este control previo no constituirá su recepción definitiva ya que serán susceptibles de rechazo si aún después de colocados no cumpliesen las condiciones exigidas, debiendo entonces ser reemplazados por la Contrata por otros materiales que las cumplan.

4.4.1 Tuberías de Cobre

Se fabricarán por estirado y sus piezas especiales por extrusión, con espesor uniforme y superficies interiores y exteriores lisas, estarán exentas de rayas, manchas, sopladuras, escorias, picaduras y pliegues. El espesor mínimo de sus paredes no será inferior a 0,75 mm.

4.4.2 Llaves y Válvulas

Vendrá definido por su tipo y diámetro, que deberá ser igual al de las tuberías en que se acoplen.

a) Válvulas de esfera

Se utilizarán con preferencia a otros tipos de llaves. Tendrán cierre de palanca, con giro de 90°. La bola se alojará entre dos asientos flexibles que se ajustarán herméticamente a ella y al cuerpo de la válvula con más presión cuando la diferencia de presión entre la entrada y salida es mayor. La esfera y el vástago de unión con la palanca de accionamiento, serán preferiblemente de acero inoxidable.

b) Válvulas de compuerta

Llevarán un elemento vertical de corte que deberá acoplar perfectamente en el cuerpo de la válvula para realizar el corte del agua. Las válvulas de compuerta tendrán cuerpo de fundición o de bronce, y mecanismo de este material, con un espesor mínimo de sus paredes de 2,5 mm.

c) Llaves de paso en el interior de la construcción

Las llaves de paso en el interior de la construcción vendrán definidas por su diámetro, que coincidirá con el de la tubería al que va a ser acoplada y por su mecanismo, que será de asiento paralelo, con cuerpo de bronce, capaces de permitir una presión de 20 atmósferas y sin pérdidas de cargas superiores a la equivalencia de 12 m de tubería de paredes lisas y del mismo diámetro. La guarnición de cierre de estas llaves será de goma o fibra polímera.

d) **Válvulas de retención**

Estas válvulas serán de doble clapeta oscilante con muelle de recuperación de acero inoxidable con cuerpo y tapa de fundición, anillos de estanqueidad, tornillos y tuercas de bronce o acero inoxidable y horquillas de acero, debiendo ser de bridas para diámetros iguales o superiores a 70 mm.

La pérdida de presión producida por las válvulas de bola y compuerta, será inferior a la que tendría una tubería de su mismo diámetro, de paredes lisas y de una longitud igual a 50 veces dicho diámetro.

4.4.3 Accesorios

a) Compensadores de dilatación

Se utilizarán en los circuitos de agua caliente. Los compensadores de dilatación han de ser instalados allí donde se indique en planos y, en su defecto, donde se requiera adaptándose a las recomendaciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas correspondientes.

La situación será siempre entre dos puntos fijos garantizados como tales, capaces de soportar los esfuerzos de dilatación y de presión que se originan.

Los extremos del compensador serán de acero al carbono preparados para soldar a la tubería con un chaflán de 37° 30' y un talón de 1,6 mm cuando el diámetro nominal de la tubería sea de hasta 2" inclusive. Para tuberías de diámetro superior, las conexiones serán por medio de bridas en acero al carbono s/ normas DIN 2502 ó 2503, según las presiones sean de 6 y 10 ó 16 Kg/cm². Estas bridas irán soldadas a los cuellos del compensador por los procedimientos recomendados por la soldadura de piezas en acero al carbono de espesores medios.

b) Juntas

No se utilizará amianto. La presión nominal mínima será PN-10, y soportará temperaturas hasta 200°C.

c) Lubricante de roscas

General: No endurecedor, no venenoso.

d) Derivaciones

Para las derivaciones se pueden usar empalmes soldados. Todas las aberturas realizadas a las tuberías se harán con precisión para lograr intersecciones perfectamente acabadas.

e) Codos en bombas

Se suministrarán codos de radio de largo en la succión y descarga de las bombas.

f) Sombreretes

Se incluirá la protección adecuada para cada una de las tuberías que pasen a través del tejado de acuerdo a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

g) Guías

Se suministrarán guías, donde se indique y donde sea necesario como en liras, juntas de expansión, instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

h) Termómetros

Los termómetros serán de mercurio de vidrio, con una escala adecuada para el servicio (divisiones de $\frac{1}{2}$ grado) dentro de una caja metálica protectora con ventana de vidrio, instalados de modo que su lectura sea sencilla. Otros tipos de termómetros podrán ser utilizados previa aprobación de la Dirección Facultativa.

Puntos de toma de temperatura (dedos de guante): Se incluirán los puntos para toma de temperatura necesarios indicados en planos y/o especificaciones.

i) Manómetros

Los manómetros serán, con válvula de aguja de aislamiento en acero inoxidable, e inmersos en glicerina. Los rangos de los manómetros serán tales que la aguja durante el funcionamiento normal esté en el medio del dial. La precisión será de al menos 1%.

j) Válvulas de seguridad

Se incluirán todas las válvulas de seguridad indicadas o necesarias (de tarado adecuado) para un funcionamiento completamente seguro y correcto de los sistemas. Durante el periodo de pruebas de la instalación se procederá al timbrado de las mismas.

Las válvulas de seguridad de alivio serán de paso angular y carga por resorte. Serán adecuadas para condiciones de trabajo de 0° a 120°C y hasta 25 kg/ cm².

Los materiales de fabricación serán de bronce RG-5 para el cuerpo, vástago, tornillo de fijación, tuerca deflectora y la tobera, latón para el cabezal y obturador, acero cadmiado para el resorte y PTFE para la junta.

k) Purgadores de aire

Cuando sea necesario, y con el fin de disponer de una instalación silenciosa y evitar formación de cámaras de aire se dispondrá la tubería con pendiente ascendiente hacia la dirección de flujo. Las derivaciones se harán de tal modo que se eviten retenciones de aire y se permita el paso libre del mismo. Se incluirán purgadores de aire, manuales o automáticos, en todos los puntos altos, particularmente en los puntos más elevados de los montantes principales así como en todos los puntos necesarios, teniéndose especial cuidado en los retornos (ascensos, codos ascendentes). Se evitarán codos ascendentes de 90 grados sustituyéndose por codos de 45 grados.

Se incluirán, además de los purgadores especificados, en la parte superior de los colectores de impulsión, en todas las baterías de agua, en todos los tanques de expansión cerrados y en todos los puntos de las redes de tuberías necesarios para evitar las bolsas de aire.

l) Vaciados

Los vaciados, purgadores, válvulas de seguridad, reboses, se dirigirán al sumidero o desagüe más cercano. En cualquier caso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que una descarga accidental produzca daños o desperfectos. Se suministrarán las válvulas de vaciado que sean necesarias para el vaciado completo de todas las tuberías y equipos.

m) Conexiones a equipos

Se dispondrán elementos de unión que permitan una fácil conexión y desconexión de los diferentes equipos y elementos de la red de tuberías, tales como latiguillos, bridas, etc., dispuestas de tal modo que los equipos puedan ser mantenidos o que puedan retirarse sin tener que desmontar la tubería.

4.4.4 Valvulería en Redes de Agua

El acople de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando acoplamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a la que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente para cada instalación.

Las válvulas se situarán en los lugares de fácil acceso y operación de forma tal que pueda ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

Las válvulas insertas en la red, tanto para independización como para llenado o vaciado y seguridad, serán del tipo esfera o mariposa en función de los diámetros. Así, desde 3/8" a 1 1/2" o 2" (según se indique) serán de esfera y desde 2" o 2 1/2" (según se indique) en adelante serán de mariposa).

A no ser que se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2 1/2" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor. Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula.

Se incluirán operadores con cadena para las válvulas principales que estén instaladas a más de 2 m de altura.

Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Para el purgado de los montantes principales se incluirán purgadores manuales con válvulas de corte.

En los puntos bajos de los montantes se incluirán válvulas de vaciado con conexión para manguera.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

Las válvulas se definirán por su diámetro nominal en pulgadas y su presión nominal PN. La presión de trabajo de la válvula permitida será siempre igual o superior a la arriba mencionada.

La presión de prueba será siempre igual, al menos, a $1,5 \times \text{PN}$ a 20°C, de acuerdo con las normas DIN correspondientes.

a) Válvulas de acero al carbono

PRESIÓN NOMINAL PN (kg/ cm2)	PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE EN kg/ cm2				
	HASTA 120°C	121-150°C	151-225°C	226-300°C	301-400°C
6	6	6	5	5	---
10	10	10	8	8	---
16	16	16	13	13	---
25	25	25	20	20	---
40	40	40	32	32	---

Tabla 3.1

b) Válvulas de bola

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la dirección de obra. El objeto fundamental de estas válvulas será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.

Las válvulas de esfera reunirán las características siguientes:

- Cuerpo y bola de latón durocromado.
- Paso total.

- Eje no expulsable, de latón niquelado o acero inoxidable.
- Doble seguridad.
- Estanqueidad en el eje por aro de teflón con prensaestopa y dos anillos tóricos de caucho.
- Asientos y estopa de teflón.
- Palanca de latón o fundición.
- Condiciones de servicio: 30 bar a 100°C ;10 bar a 150°C.

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C, el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100°C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

La maniobra de apertura será por giro a 90° completo sin dureza y sin interferencias con otros elementos o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento. La presión en ningún caso variará la posición de la válvula.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de especificaciones, en cualquier caso la normativa adoptada será DIN.

c) Válvulas de retención de resorte

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso.

Constructivamente estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte. Estarán capacitadas para trabajar en óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110°C y una presión igual al doble de la nominal de la instalación.

Estas unidades serán del tipo "resorte" y aptas para un buen funcionamiento en cualquier posición que se las coloque. El montaje de las mismas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

Alternativamente, si así se expresa en las especificaciones de proyecto, las válvulas de retención podrán ser de clapeta oscilante, roscadas, con cuerpo de hierro para PN-25 y temperatura 120°C.

El montaje de las válvulas deberá ser tal que éstas puedan ser fácilmente registrables.

d) Válvulas de compuerta

Su construcción será en fundición, con empaquetadura de teflón, para conexión embridada.

4.4.5 Campo de Aplicación

a) Suministro, almacenamiento y manejo

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

b) Requisitos generales

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios tales como, adhesivos, mastics, serán asimismo no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.

No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

- Ser imputrescible
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos
- No desprender olores a la temperatura de trabajo
- No provocar la corrosión de las tuberías en las condiciones de uso
- No ser alimento de roedores
- Instalación

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.

Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que se puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportería hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, y otros elementos salientes sobre los mismos.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán de ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas. Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento.

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados. El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios preconformados o segmentos de aislamiento.

El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos preconformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

No se permite la perforación de la barrera de vapor.

Las bandas que se utilicen en las uniones tendrán 80 mm de anchura mínima y serán del mismo material que la barrera de vapor.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Técnica. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor. Cualquier evidencia de discontinuidad en la barrera antivapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Técnica.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados: pins, adhesivos especiales no combustibles, mallas metálicas,... La barrera de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior. Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

c) Aislamiento de redes de tuberías

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de redes de tuberías:

- Tipo AT-1. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-2. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-3. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor.
- Tipo AT-4. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de roca, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-5. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-6. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AT-7. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica $0,035 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-8. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica, color gris, conductividad térmica $0,037 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, comportamiento al fuego M1, tipo SH/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-9. Aislamiento de tubería de silicato de calcio. El aislamiento deberá tener una densidad de 176 kg/m^3 de silicato de hidróxido de calcio con un conductividad térmica máxima de $0,06 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ a 93°C de temperatura media. El aislamiento se soportará con malla de cobre.

d) Aislamiento de válvulas

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de válvulas:

- Tipo AV-1. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica $0,033 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

- Tipo AV-2. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AV-3. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AV-4. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AV-5. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AV-6. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AV-7. Aislamiento anticondensación de válvula a base de 2 capas de cinta autoadhesiva de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

e) Aislamiento de lana de vidrio

La lana de vidrio de las coquillas será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: 0,033 W/m°C a 24°C; 0,042 W/m°C a 90°C
- Densidad: 60 Kg/m³ (+-10%)
- Clasificación ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrarán en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de fibra de vidrio, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.

f) Aislamiento de lana de roca

La lana de roca será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C; 0,048 W/m°C a 90°C
- Densidad: 65 Kg/m³
- Clasificación ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrarán en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de roca, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.

g) Aislamientos conformados flexibles

En el acoplamiento se prestará especial atención a su apilamiento de forma que las capas inferiores no queden excesivamente presionadas. El material será espuma sintética flexible, especial para aislamiento, conformado en planchas (hojas y rollos) o en coquillas cilíndricas de diámetros interiores iguales o ligeramente superiores al diámetro exterior de la tubería a aislar.

Su composición será tal que le confiera propiedades de autoextinguible, imputrescible y químicamente neutro.

En el caso de las coquillas es recomendable siempre que sea posible su montaje por embutición en el tubo, previo al montaje del mismo. Si no fuera por este sistema se utilizará el de apertura longitudinal.

El pegado de las costuras longitudinales, conformación de accesorios y unión de piezas conformadas se realizará exclusivamente con el adhesivo indicado por el fabricante.

La aplicación sólo se hará con temperaturas superficiales del tubo comprendidas entre los 15 y 30°C, con un tiempo de secado mínimo de 24 horas de discurrir fluido por la canalización. Bajo ningún concepto se montarán con estiramientos ni compresión.

Se utilizarán cuatro tipos de aislamientos conformados flexibles, con las siguientes características:

- Tipo A
Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor
Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 0°C
Clasificación ante el fuego: M1
Color: negro
Tipo ARMSTRONG AF/ARMAFLEX o equivalente
- Tipo B
Espuma elastomérica
Conductividad térmica máxima: 0,037W/m°C a 20°C
Clasificación ante el fuego: M1

Color: gris

Tipo ARMSTRONG SH/ARMAFLEX o equivalente

- Tipo C

Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor

Conductividad térmica máxima: $0,040 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ a 0°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: negro

Resistente a rayos UV

Para altas temperaturas de utilización ($< 175^\circ\text{C}$)

Tipo ARMSTRONG HT/ARMAFLEX o equivalente

- Tipo D

Espuma de polietileno

Conductividad térmica máxima: $0,038 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ a 20°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: gris oscuro

Tipo TUBOLIT DG o equivalente

4.4.6 Captadores Solares

El captador solar deberá estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía de acuerdo con lo señalado en el Real Decreto 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares y en la orden de 20 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas de instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

Características.

El instalador proporcionará los siguientes datos técnicos del colector:

- Dimensiones principales: alto, ancho, largo
- Área de la superficie transparente
- Material y transmisividad de la cubierta transparente
- Tipo de configuración del absorbedor
- Materiales y tratamiento del absorbedor
- Situación y dimensiones de las tomas de entrada y salida
- Materiales de las juntas de estanqueidad de la cubierta y de las salidas de las conexiones del circuito
- Material de la carcasa
- Tipo de cierre de la cubierta transparente
- Situación y configuración de los puntos de amarre
- Materiales aislantes
- Esquema general del colector

El colector llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre del fabricante.

Sólo se utilizarán colectores que se ajusten a las siguientes características técnicas:

- Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado de espesor no inferior a 3 mm y transmisividad mayor o igual a 0,8. La utilización de un material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las características funcionales y de durabilidad del captador.
- Distancia media entre el absorbente y la cubierta transparente no inferior a 2 cm ni superior a 4 cm.
- Material del absorbedor: materiales metálicos.
- En ningún caso el tratamiento del absorbedor se aplicará sobre acero galvanizado.
- La pérdida de carga del colector para un caudal de 1 l/mm por m² será inferior a 1 mca.
- El colector llevará 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 colector. El orificio se realizará de forma que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.
- A los efectos de estas especificaciones no podrán utilizarse colectores de más de un vidrio.

La utilización de sistemas integrados en cubierta requiere un informe adicional a la memoria de diseño, realizado por un organismo acreditado por la Junta de Andalucía, que garantice las características funcionales y de durabilidad del conjunto.

4.4.7 Campo de Aplicación

Queda incluido dentro del suministro, todo el cableado necesario para la actuación del control, desde el regleteado dispuesto a tal efecto en el cuadro eléctrico, hasta todos y cada uno de los terminales. El cableado irá canalizado en PVC rígido, flexible armado o acero según determine la Dirección, acorde con el resto de las canalizaciones eléctricas, con los registros necesarios.

El dimensionado será tal que no afecte a la medición y en ningún caso inferior a 1,5 mm² de sección. El aislamiento será de 750 V, estando apantallado si la medida o acción lo requiriera.

Los cuadros de control de cada subsistema serán metálicos, de la dimensión adecuada para el correcto alojamiento de los elementos y sus canalizaciones. El frontis será registrable y estanco. En señales proporcionales, con variación de tensión, se dispondrá indicador transductor de la medida correspondiente (°C % HR, etc.) Al lado de cada cuadro y debidamente plastificado y enmarcado se ubicará el esquema de control correspondiente, con indicación de los puntos de consigna.

El instalador debe suministrar cuando la planificación de la obra lo demande, los planos de enclavamiento eléctrico, para que el suministrador de los cuadros, los tenga en consideración, para la construcción de los mismos. Previamente estos planos serán visados por la Dirección.

Quedan incluidos todos los elementos accesorios tales como relés, potenciómetros, pilotos, interruptores, fusibles, transformadores, etc., que para el buen funcionamiento del sistema sean necesarios, siempre y cuando queden fuera de los cuadros eléctricos generales.

En general, todo el montaje y elementos que compongan la instalación de control deberán atenerse a la reglamentación al respecto.

El conexionado de los diferentes terminales en el regleteado del cuadro eléctrico, lo realizará el instalador electricista, en presencia del instalador de aire acondicionado, siendo responsabilidad de éste la adecuada conexión, el cumplimiento de las funciones de maniobra y enclavamiento.

4.5 Calidad de los Materiales II

4.5.1 Aparatos de Medida

El montaje de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa consignar. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con éste condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.) deberá existir en su total capacidad en la recepción provisional.

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra. Si el punto de su captación no cumpliera éste requisito, el indicador será del tipo a distancia.

La sensibilidad de los aparatos será la adecuada a juicio de la Dirección, según la precisión y el parámetro medido.

El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración, si ello no fuera factible se dispondrá habitáculo de captación inmediata para aplicación del aparato portátil.

4.5.2 Depósitos de Acumulación

El instalador especificará el tipo de acumulador utilizado y las siguientes características técnicas:

- Volumen cubicado real
- Principales dimensiones
- Presión de máximo trabajo
- Situación y diámetro de las bocas de conexión
- Situación y especificación de los puntos de sujeción o apoyos
- Máxima temperatura de utilización
- Tratamiento y protección
- Material y espesor de aislamiento y características de su protección

El depósito estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión, Instrucción Técnica Complementaria MJE-AP11 y probado con una presión igual a dos veces la presión de trabajo y homologado por el Ministerio de Industria y Energía.

El acumulador llevará una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrito con caracteres indelebles en las que aparecerán los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y razón social
- Contraseña y fecha de registro de tipo
- Número de fabricación
- Volumen neto de almacenamiento en litros
- Presión máxima de servicio

Los depósitos vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse depósitos de las siguientes características y tratamientos:

- Depósitos de acero galvanizado en caliente de cualquier tamaño, con espesores de galvanizado no inferiores a los especificados en la Norma UNE 37.501
- Depósitos de acero vitrificado de volumen inferior a 500 l
- Depósitos de acero con tratamiento epoxídico
- Depósitos de acero inoxidable de cualquier tamaño
- Depósitos de cobre de cualquier tamaño

4.6 Conservación de las Instalaciones

El instalador tendrá que conservar todos los elementos de las obras de la instalación objeto, desde la iniciación de los trabajos, hasta la recepción definitiva de los mismos. En esta conservación estarán incluidas la reposición o reparación de cualquier otro elemento dañado o deteriorado, siempre que el Director de Obra lo considere necesario.

Todos los gastos que se originen por defecto de la conservación, como limpieza de elementos, etc., serán de cuenta del instalador, que no podrá alegar que la instalación está o no en servicio.

El instalador será responsable de los perjuicios que a terceros pueda producir durante la realización de la instalación. Por ello, los desperfectos, que pueda causar durante los trabajos a obras, servicios o instalaciones existentes, serán subsanados por él mismo.

4.7 Obras Accesorias

Se consideraran como instalaciones accesorias, todas aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no puedan ser previstas sino a medida que avance la ejecución de los trabajos.

Se ejecutarán con arreglo a los Proyectos de detalle que en su día se formulen, caso de que su importancia lo exija o con arreglo a las instrucciones del Director de Obra.

La responsabilidad de la ejecución de este procedimiento corresponde a cactus^{2e} y en su representación, al responsable de Calidad y Gestión Ambiental nombrado a tal efecto.

4.8 Campo de Aplicación

4.8.1 Ampliaciones

Es obligación del instalador adjudicatario ejecutar todos los trabajos que se le ordenen por la Dirección de Obra, aún cuando no se hallen expresamente incluidos en el Proyecto, siempre que no se separen de su espíritu y recta interpretación, sin que ello de lugar a reclamación alguna por parte del instalador.

4.8.2 Campo de Aplicación

Si durante la realización de las instalaciones fuera conveniente efectuar alguna modificación en ellas a juicio del Director de la Obra, el instalador adjudicatario vendrá obligado a cumplir las instrucciones que le dicte aquél.

4.8.3 Campo de Aplicación

El instalador adjudicatario no tendrá derecho a reclamación alguna por aquellas obras o materiales no ejecutadas o suministrados, los cuales quedaran sin certificar.

4.9 Imprevistos

No tendrá derecho el instalador al abono de las instalaciones que ejecute que no estén incluidas en el Proyecto, a menos que pueda justificar que le hayan sido ordenadas por el Director Técnico de la Obra, como tales.

La partida de imprevistos solamente se podrá certificar para aquellas unidades cuyas mediciones hayan resultado insuficientes o que, no estando previstas, haya surgido su necesidad durante la ejecución de las instalaciones.

4.10 Inspecciones

El instalador adjudicatario y el personal a sus órdenes, darán todo género de facilidades para que la Dirección de la Obra pueda vigilar y fiscalizar los materiales suministrados y la marcha de los trabajos.

Durante la ejecución de las instalaciones serán formalizados por el instalador adjudicatario Partes semanales de los trabajos efectuados, que serán entregados a la Dirección de Obra para su oportuna comprobación.

4.11 Certificaciones

Las obras, instalaciones y suministros, se certificarán con arreglo a los precios indicados en el Presupuesto. En ningún caso se computarán las longitudes de conductor no instalado correspondiente a punta de rollos o bobinas.

4.12 Medios Auxiliares

No se abonará ninguna partida alzada en concepto de medios auxiliares, pues todos los gastos de ésta índole deben quedar incluidos en los correspondientes unitarios.

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato por parte del instalador, los medios auxiliares de éste podrán ser utilizados libre y gratuitamente para la terminación de los trabajos.

Si la rescisión sobreviniese por otras causas, los medios auxiliares del instalador podrán ser utilizados hasta la terminación de los trabajos, gratuitamente, si la cantidad de la instalación ejecutada alcanzase los 4/5 de la totalidad y mediante el pago del 10% anual del valor en que hayan sido tasados dichos medios auxiliares, si la cantidad de instalación ejecutada no alcanzase la cifra mencionada. En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedaran de la propiedad del instalador una vez finalizadas las instalaciones, pero no tendrán derecho a reclamación alguna por los desperfectos a que su uso haya dado lugar.

4.13 Libros de Órdenes

El instalador vendrá obligado a llevar un Libro de Ordenes en el cual se registrarán todas aquellas que el Director de Obra dicte sobre la instalación, debiéndose firmar el "enterado" de las mismas. Dicho Libro se hallará siempre a disposición de la Dirección de Obra.

4.14 Responsabilidades con Proveedores

El instalador será responsable de estar al corriente en los pagos a sus proveedores o suministradores, del material afecto a la instalación, pudiendo reservarse la Propiedad el derecho de pago de dichos materiales por incumplimiento del instalador, ante el riesgo de verse perjudicado como tercero.

En el caso expuesto no se certificarán dichos materiales, descontándose de las certificaciones oportunas o bien se exigirá el endoso de las mismas al instalador para resolver sus deudas.

4.15 Reclamaciones

El instalador no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en las instalaciones, sino en los casos de fuerza mayor.

Las reclamaciones no serán atendidas cuando se funden en indicaciones que sobre las instalaciones, sus precios y demás circunstancias del Proyecto se hagan constar en la Memoria.

Si existiera alguna equivocación material en el Presupuesto, se subsanará en el momento de su aplicación.

4.16 Rescisión

Si la ejecución de las instalaciones no fuera la adecuada sistemáticamente o si el material instalado no reuniese las condiciones exigidas, se podrá proceder a la rescisión del Contrato con la pérdida de la fianza, fijándose un plazo para finalizar las unidades cuya paralización pudiese perjudicar las instalaciones, sin que durante este plazo se inicien nuevos trabajos.

No se certificarán los suministros de materiales efectuados con posterioridad a la fecha de rescisión.

4.17 Recepción Provisional

Una vez el adjudicatario comunique por escrito la total terminación de la instalación, se procederá a recibirla provisionalmente, levantándose el Acta correspondiente.

No se admitirán aquellas partes que no cumplan las condiciones especificadas en los Documentos del Proyecto.

Se comprobará el equilibrio entre fases, que las caídas de tensión estén dentro de lo establecido en los cálculos y que los empalmes y derivaciones sean de la mayor seguridad eléctrica y mecánica.

La medición de los cables se efectuará directamente sobre los mismos, incluyendo terminales y accesorios.

4.18 Plazo de Garantía

Efectuada la recepción provisional de las instalaciones, comenzará a contarse el plazo de un año como garantía. Durante este plazo serán de cuenta del Contratista las instalaciones de conservación y reparación de cuantas abarque la contrata total.

4.19 Recepción Definitiva

La recepción definitiva se llevará a cabo después de transcurrido el plazo de Garantía levantándose el Acta correspondiente.

5 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Capítulo 1: Instalación solar

1.1 08NAA90003	u	Instalación de depósito de agua caliente sanitaria (y/o fría) de capacidad 2500 litros, fabricado en acero vitrificado, preparado para la producción de agua caliente sanitaria a través de intercambiador de placas y/o resistencias eléctricas de calentamiento, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde; incluso panel de control con termómetro para el A.C.S y p.p de mterial complementario Instalado según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.			
		Total u	1,000	3.898,55	3.898,55
1.2 08NOC90005	u	Captador solar plano de alto rendimiento para calentamiento de agua, bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbadora en cobre, aislamiento de lana mineral de 50-60 mm de espesor, superficie útil 2,40 m2, presión máxima de trabajo 10 kg/cm2, uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido; instalado según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.			
		Total u	12,000	681,86	8.182,32
1.3 08NEE90021	u	Estructura para superficie plana con capacidad para un colector, montaje vertical, montada mediante uniones atornilladas, adaptable a varias inclinaciones, atornillada a soporte, incluso p.p de ayudas de albañilería y pequeño materia; instalado según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la unidad ejecutada.			
		Total u	4,000	197,91	791,64
1.4 08NII90002	u	Instalación de intercambiador de placas de acero inoxidable desmontable, de 20 placas y potencia 34 KW, con temperatura de primario de 55° C y de secundario 45° C, con un caudal de 1,4 m3/h, incluso llaves de corte y aislamiento. Ejecutado según CTE. Medida la unidad instalada.			
		Total u	1,000	747,87	747,87
1.5 DISP001	4	Disipador de calor de 3000KW para 7,5 metros cuadrados de panel			
		Total 4	1,000	2.721,58	2.721,58
1.6 08NRR90001	u	Instalación de centralita solar de regulación con display LCD para visualización de la temperatura de captadores y acumulador, con función anti-hielo, posibilidad de paro y marcha forzado, ajuste de calibrado de sondas por separado, y ajuste diferencial de activación y desactivación por separado, incluye dos sondas de temperatura e instalación eléctrica hasta batería de captadores y acumuladores. Ejecutada según CTE. Medida la unidad instalada.			
		Total u	1,000	85,26	85,26
1.7 08NRR90032	u	Instalación de vaso de expansión de 4 litros de 3,5 bar y presión máxima 8 bar con una temperatura de trabajo de -10°C a +99°C, incluso p.p.material complementario y pequeño material. Ejecutada según CTE. Medida la unidad instalada.			
		Total u	1,000	40,21	40,21
1.8 08NDD90010	u	Instalación de bomba aceleradora para sistemas de energía solar, con cuerpo de bomba realizado en fundición, con protección IP-44 y carcasa de la bomba con recubrimiento en cataforesis, presión máxima de trabajo 4,8 bars, tensión 230V/50 Hz, rango de temperatura de líquido entre -10 a 110 °C. Ejecutado según CTE. Medida la unidad instalada.			
		Total u	1,000	113,12	113,12

Capítulo 2: Red de tuberías

2.1 08FCC00004	m	Canalización de cobre, sin calorifugar, empotrada de 28 mm de diámetro exterior y 1 mm espesor, incluso p.p. de uniones, piezas especiales, grapas, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE. Medida la longitud ejecutada.
Total m		100,000 10,78 1.078,00
2.2 08FCC00002	m	Canalización de cobre sin calorifugar, empotrada, de 18 mm de diámetro exterior y 1 mm espesor, incluso p.p. de uniones, piezas especiales, grapas, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE. Medida la longitud ejecutada.
Total m		46,000 8,28 380,88
2.3 08FCC00003	m	Canalización de cobre, sin calorifugar, empotrada, de 22 mm de diámetro exterior y 1 mm espesor, incluso p.p. de uniones, piezas especiales, grapas, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE. Medida la longitud ejecutada.
Total m		18,200 9,28 168,90
2.4 08FVC00001	u	Llave de compuerta general colocada en canalización de 1" (22/25 mm) de diámetro, incluso armario metálico, pequeño material y ayudas de albañilería; construida según CTE, e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.
Total u		49,000 91,55 4.485,95
2.5 08FVR00001	u	Válvula de retención colocada en canalización de 1" (22/25 mm) de diámetro, incluso pequeño material; construida según CTE, e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.
Total u		6,000 11,76 70,56

Capítulo 3: Sistema auxiliar

3.1 BB001	1	Bomba de calor THERMIRA 16MT
Total 1		1,000 5.931,46 5.931,46

Capítulo 4: Acumulador a consumo

4.1 08NAA90203	u	Instalación de depósito para producción y acumulación de ACS, en instalación vertical sobre suelo e instalación mural, de 1000 litros de capacidad, fabricado en acero vitrificado, aislado térmicamente con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde, de 50 mm de espesor y acabado exterior con forro de propileno acolchado desmontable y cubiertas en la parte superior e inferior, diseñado especialmente para instalaciones de energía solar térmica, intercambiador en la parte inferior y cuadro de acoplamiento para resistencia y termostato en parte superior, temperatura máxima del depósito acumulador de A.C.S. es de 90° C, presión máxima del depósito acumulador es de 10 bar; incluso p.p de material complementario, instalado según CTE e instrucciones del fabricante. Medida la unidad instalada.
Total u		1,000 2.020,12 2.020,12

DISEÑO INSTALACIÓN ACS COLECTIVA CON ENERGÍA SOLAR Y APOYO DE
AEROTERMIA PARA UN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Presupuesto de ejecución material

1 Instalación solar .	16.580,55
2 Red de tuberías .	6.184,29
3 Sistema auxiliar .	5.931,46
4 Acumulador a consumo .	2.020,12
Total:	30.716,42

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TREINTA MIL SETECIENTOS DIECISEIS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución por contrata

1 Presupuesto de ejecución material .	30.716,42
2 Gastos generales 13%.	3.993,14
3 Beneficio industrial 6% .	1.842,98
Total:	36.552,54

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Presupuesto TOTAL

1 Presupuesto de ejecución por contrata .	36.552,54
2 Impuesto sobre valor añadido 21% .	7.676,03
Total:	44.228,57

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUARENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS