



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE
SUMINISTRO ENERGÉTICO
MEDIANTE ENERGÍA
SOLAR TÉRMICA PARA UN
ALBERGUE SITUADO EN EL
EMBALSE DE
VALLEHERMOSO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE LA
SOLANA (CIUDAD REAL)**

Alumno: Alberto Gómez-Pimpollo Fernández

Tutor: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros

Depto.: Ing. Eléctrica

Junio, 2016



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE SUMINISTRO
ENERGÉTICO MEDIANTE
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA
PARA UN ALBERGUE
SITUADO EN EL EMBALSE
DE VALLEHERMOSO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE LA
SOLANA (CIUDAD REAL)**

Alumno: Alberto Gómez-Pimpollo Fernández

Tutor: Prof. D. Manuel Ortega Armenteros

Depto.: Ing. Eléctrica

Junio, 2016

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Energía solar.....	8
1.2	Objetivo del proyecto	8
1.3	Normativa	9
1.3.1	Legislación de carácter general	9
1.3.2	Normas UNE para energía solar térmica.....	10
1.3.3	Normas ISO para energía solar térmica	10
1.3.4	Reglamentación técnica de la energía solar térmica	10
1.3.5	Normas diversas	11
1.4	Tipología del sistema	11
1.5	Tecnología solar	12
1.5.1	Tipos y partes de captadores	12
1.5.2	Principios de funcionamiento	15
2	MEMORIA.....	16
2.1	Descripción de la instalación.....	16
2.1.1	Objetivo de la instalación	16
2.1.2	Clasificación de la instalación	16
2.2	Características energéticas del edificio	16
2.2.1	Datos del emplazamiento.....	16
2.2.2	Zona climática.....	18
2.2.3	Clasificación de los espacios	19
2.2.4	Cálculo de la transmitancia térmica de cerramientos	20
2.2.4.1	Cerramientos en contacto con el exterior.....	21
2.2.4.2	Cerramientos en contacto con espacios no habitables	23
2.2.4.3	Huecos y lucernarios	25

2.2.4.4. Cumplimiento de la normativa	26
2.3 Necesidades de ACS	27
2.3.1 Temperatura de uso.....	27
2.3.2 Temperatura de entrada de agua fría.....	27
2.3.3 Calculo de la demanda de ACS	28
2.3.4 Contribución solar mínima.....	29
2.3.5 Calculo de la energía necesaria para A.C.S.....	30
2.4 Necesidades de calefacción.....	32
2.4.1 Condiciones térmicas.....	32
2.4.2 Cálculo de la carga térmica.....	33
2.4.2.1. Cálculo de la carga térmica por transmisión	33
2.4.2.2. Cálculo de la carga térmica por renovación	35
2.4.2.3. Cálculo de la carga térmica por infiltraciones.....	37
2.4.2.4. Total cargas medias mensuales	37
2.5 Necesidades energéticas de la piscina	38
2.5.1 Pérdidas por evaporación	40
2.5.2 Pérdidas por radiación	41
2.5.3 Pérdidas por conducción.....	42
2.5.4 Pérdidas por convección.....	42
2.5.5 Pérdidas por renovación	43
2.5.6 Las ganancias.....	43
2.5.7 Pérdidas medias de la piscina.....	43
2.6 Necesidades energéticas del albergue.....	45
2.7 Necesidades energéticas del albergue.....	47
2.7.1 Bases del cálculo	47
2.7.2 Predimensionado de la superficie de captación y volumen de acumulación	50
2.7.3 Energía teórica disponible.....	51
2.7.4 Estudio de la cobertura solar anual. Método F-Chart	53

2.8	Ahorro energético y económico.....	57
3	PLIEGO DE CONDICIONES.....	59
3.1	Sistema de captación.....	59
3.1.1	Captador elegido.....	59
3.1.2	Dimensionado de la superficie	60
3.1.3	Inclinación y orientación de los captadores	61
3.1.4	Distancia entre filas y determinación de sombras	64
3.1.5	Conexionado de los captadores.....	65
3.2	Sistema de acumulación	66
3.2.1	Dimensionado del volumen de acumulación	67
3.2.2	Elección del sistema de acumulación.....	67
3.2.3	Justificación de la elección del sistema de almacenamiento	68
3.2.4	Ubicación del sistema de almacenamiento	69
3.2.5	Tratamiento antilegionela en el acumulador de ACS.....	69
3.3	Sistema de intercambio.....	70
3.3.1	Determinación de los intercambiadores	70
3.3.2	Elección de los intercambiadores.....	71
3.4	Fluido de trabajo	73
3.5	Circuito hidráulico.....	76
3.5.1	Características de la red de tuberías.....	77
3.5.2	Cálculo de la red de tuberías	78
3.5.2.1.	Circuito primario.....	82
3.5.2.2.	Circuito secundario de ACS	85
3.5.2.3.	Circuito secundario de calefacción.....	86
3.5.2.4.	Circuito secundario de piscina.....	87
3.6	Bombas de circulación	88
3.6.1	Grupo de bombeo del circuito primario.....	88
3.6.2	Grupo de bombeo del circuito secundario de ACS.....	89
3.6.3	Grupo de bombeo del circuito secundario de calefacción	90

3.6.4	Grupo de bombeo del circuito secundario de piscina	91
3.7	Vasos de expansión.....	92
3.8	Aislamiento de tuberías.....	94
3.9	Sistema de energía auxiliar.....	96
3.10	Sistema de control.....	96
3.10.1	Elementos del sistema de control.....	97
3.10.2	Funciones del sistema de control.....	97
3.10.3	Sistema de medida	100
3.10.3.1.	Elementos del sistema de medida.....	100
3.11	Varios sistemas	101
3.11.1	Purgadores y drenaje.....	101
3.11.2	Sistema de llenado.....	101
3.11.3	Sistema de protección frente a sobrecalentamientos	101
3.11.4	Sistema de protección frente a heladas	103
3.11.5	Estructura soporten para los colectores	103
3.11.6	Elección estructura soporten para los colectores	104
4	CONCLUSIONES.....	105
5	BIBLIOGRAFÍA.....	106
6	ANEXO 1: PRESUPUESTO.....	108
6.1	Sistema de captación.....	108
6.2	Sistema de acumulación	108
6.3	Sistema de intercambio.....	109
6.4	Circuito hidráulico.....	110
6.5	Aislamiento	113
6.6	Sistema auxiliar.....	114
6.7	Sistema de seguridad y control	115
6.8	Presupuesto total	116
7	ANEXO 2: PLANOS	108
7.1	Plano de situación.....	108
7.2	Plano planta zócalo.....	108

7.3	Plano planta principal.....	109
7.4	Plano colocai3n de los colectores	110
7.5	Plano conexionado de los colectores	113
7.6	Plano situaci3n de los colectores	114
7.7	Plano esquema de la instalaci3n.....	115

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Esquema de una instalación solar.
- Figura 2 Captador plano.
- Figura 3 Efecto invernadero.
- Figura 4 Foto satélite de la ubicación del edificio.
- Figura 5 Foto satélite del edificio.
- Figura 6 Zona climática de La Solana
- Figura 7 Consumos mensuales de ACS
- Figura 8 Necesidades medias de calefacción
- Figura 9 Pérdidas por evaporación
- Figura 10 Pérdidas por radiación
- Figura 11 Pérdidas por conducción
- Figura 12 Pérdidas por convección
- Figura 13 Ganancias por exposición solar
- Figura 14 Pérdidas de la piscina en porcentajes
- Figura 15 Necesidades medias de la piscina
- Figura 16 Necesidades medias del albergue por sistemas
- Figura 17 Disponibilidad de radiación por meses
- Figura 18 Aporte y demanda del sistema de ACS
- Figura 19 Aporte y demanda de ACS + calefacción + piscina
- Figura 20 Aporte y demanda de ACS + calefacción + piscina
- Figura 21 Ahorro medio mensual del sistema
- Figura 22 Características del captador
- Figura 23 Curva de rendimiento del captador
- Figura 24 Captador PA-D chromagen
- Figura 25 Los ángulos principales de los captadores
- Figura 26 Gráfico de pérdidas por orientación
- Figura 27 Gráfico de pérdidas por orientación
- Figura 28 Distancias a elementos que puedan proyectar sombras
- Figura 29 Depósito de acumulación
- Figura 30 Intercambiador T5-ML
- Figura 31 Intercambiador M3-FG
- Figura 32 Porcentaje de etilenglicol en función de la T^a de congelación
- Figura 33 Calor específico de la mezcla en función de la T^a y la concentración
- Figura 34 Viscosidad de la mezcla en función de la T^a y la concentración
- Figura 35 Coeficiente de fricción para las tuberías de cobre
- Figura 36 Curva característica del circuito primario
- Figura 37 Curva característica del circuito secundario de ACS
- Figura 38 Curva característica del circuito secundario de calefacción
- Figura 39 Curva característica del circuito secundario de piscina
- Figura 40 Dilatación del agua en función de la temperatura
- Figura 41 Vaso de expansión elegido
- Figura 42 Caldera de gas elegida
- Figura 43 Diagrama de flujo del sistema de control
- Figura 44 Purgador y desaireador
- Figura 45 Purgador y desaireador
- Figura 46 Estructura soporte de los paneles solares

ÍNDICE DE TABLAS

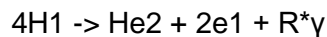
Tabla 1	Tabla de temperaturas diaria media y radiación del sol en La Solana.
Tabla 2	Zona climática de la solana sacada de DB-HE.
Tabla 3	Descomposición de superficies.
Tabla 4	Resistencias térmicas en superficies en contacto con el aire exterior.
Tabla.5	Transmitancia límite en la zona del albergue
Tabla 6	Transmitancia térmica del muro exterior de los edificios
Tabla 7	Transmitancia térmica de la cubierta de los edificios
Tabla 8	Resistencias térmicas en particiones interiores
Tabla 9	Transmitancia térmica del muro interior entre almacén y comedor
Tabla 10	E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b
Tabla 11	Transmitancia térmica de los huecos del albergue
Tabla 12	Comparación de los valores obtenidos con los límite
Tabla 13	Temperatura de red de La Solana
Tabla 14	Demanda de referencia a 60°C (Código Técnico de la Edificación).
Tabla 15	Contribución solar mínima de ACS
Tabla 16	Demanda energética en KJ
Tabla 17	Datos de temperatura seca y grados para Ciudad Real
Tabla 18	Datos de T ^a media y humedad relativa media en La Solana
Tabla 19	Cálculo de las cargas de transmisión
Tabla 20	Las renovaciones mínimas según la norma CTE
Tabla 21	Cálculo de las cargas por renovación
Tabla 22	Necesidades medias mensuales
Tabla 23	Cálculo de temperatura del cielo
Tabla 24	Pérdidas medias de la piscina y totales
Tabla 25	Necesidades del edificio por sistema y totales
Tabla 26	Consumo medio mensual por sistema y total
Tabla 27	Disponibilidad de radiación
Tabla 28	Cálculo del parámetro D1
Tabla 29	Cálculo del parámetro D2
Tabla 30	Cobertura solar anual y por meses de ACS
Tabla 31	Cobertura solar de ACS + calefacción + piscina
Tabla 32	Ahorro medio mensual y anual del sistema
Tabla 33	Pérdidas por sombras
Tabla 34	Valores aconsejados de inclinación por el RITE
Tabla 35	Coeficiente K en función de la inclinación del captador
Tabla 36	Características del intercambiador de ACS
Tabla 37	Características del intercambiador de calefacción
Tabla 38	Características del intercambiador de piscina
Tabla 39	Longitudes equivalentes de cada uno de los accesorios
Tabla 40	Descomposición de elementos, tramo 1
Tabla 41	Descomposición de elementos, tramos 2 y 3
Tabla 42	Descomposición de elementos, tramos 4 a 45
Tabla 43	Cálculo del tramo 1
Tabla 44	Cálculo de tramos 4 a 45
Tabla 45	Descomposición de elementos, tramos 46 a 48
Tabla 46	Cálculo de tramos 46 a 48
Tabla 47	Descomposición de elementos, tramos 49 a 51
Tabla 48	Cálculo de tramos 49 a 51
Tabla 49	Descomposición de elementos, tramos 52 a 54
Tabla 50	Cálculo de tramos 52 a 54

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Energía solar

El sol brilla desde hace más de 5000 millones de años y el tiempo que le queda de vida es todavía mayor. Está compuesto en un 90% de hidrógeno, un 7% de helio y un 3% del resto de elementos químicos.

La energía que el sol produce e irradia tiene su origen en las reacciones nucleares que se producen continuamente en su interior. En ellas, los átomos de hidrógeno se combinan entre sí para formar átomos de helio y al mismo tiempo, una pequeña parte de la masa de dichos átomos se convierte en energía (rayos gamma), la cual fluye desde el interior hasta la superficie solar interaccionando con la materia solar y transformándose en radiación ultravioleta, visible e infrarroja, y desde allí es irradiada al espacio en todas las direcciones.



El sol emite al espacio la energía en forma de radiación electromagnética en una amplia gama de longitudes de onda diferentes, ésta es una forma de transporte que no requiere medio material para desplazarse, por lo que puede propagarse en el vacío. Estos fotones se desplazan en el espacio vacío a una velocidad de 300.000 km/s, tardando ocho minutos en recorrer la distancia entre el Sol y la Tierra.

Cada segundo el Sol irradia una energía de $4 \cdot 10^{26}$ julios, o sea, una potencia de $4 \cdot 10^{23}$ Kilovatios.

Analizando la radiación emitida y aplicando las leyes físicas, se deduce que la temperatura de la superficie solar es de unos 5900K y en su interior es del orden de varios millones de grados.

1.2 Objetivo del proyecto

El objetivo de esta memoria es calcular la solución y describir todos los aspectos de la instalación solar térmica que se pretende implantar en el edificio, demostrando que dichas instalaciones cumplen las garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

En este proyecto se realiza una instalación que incluye el suministro de agua caliente sanitaria (A.C.S) con colectores solares en un albergue juvenil.

1.3 Normativa

1.3.1 Legislación de carácter general

Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. del 27-1-1981).

Resolución de 25 de mayo de 1981 por lo que se autoriza al Laboratorio de Energía Solar del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial para realizar los ensayos para homologación de los paneles solares (B.O.E. del 17-7-1981).

- a) Real Decreto de 18 de septiembre de 1981, Reglamento General de la actuación del Ministerio de Industria en el campo de la normalización y homologación (B.O.E. del 3-11-1981).
- b) Decreto 872/1982, de 5 de marzo, sobre tramitación de expedientes de solicitud de beneficios creados por la Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. del 6-5-1982).
- c) Resolución de 21 de marzo de 1984 por la que se acredita al laboratorio de la cátedra de " Mecánica y Termodinámica " de la Facultad de Físicas de la Universidad de Madrid para realizar los ensayos reglamentarios relativos a la homologación de los paneles solares (B.O.E. del 20-6-1984).
- d) Real Decreto de 12 de febrero de 1988. Modifica el Reglamento General de las actuaciones del Ministerio de Industria en el campo de la normalización y homologación (B.O.E. del 29-3-1988).
- e) Resolución de 26 de febrero de 1988 de la Dirección General de Innovación y Tecnología por lo que se autoriza a la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) para asumir las funciones de normalización en el ámbito de la energía solar (B.O.E. del 29-3-1988).
- f) Orden de 28 de junio de 1991 sobre regulación de subvenciones a proyectos de conservación y uso racional de la energía (B.O.E. del 29-7-1991).
- g) Orden de 30 de junio de 1993 por la que se aprueben las bases reguladoras de la concesión de subvenciones a proyectos de aprovechamiento energético en el marco del plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE), (B.O.E. del 8-7-1993).
- h) Orden de 28 de marzo de 1995 por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones en el marco del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, para el período 1995-1999 y se convocan las del ejercicio 1995 (B.O.E. del 1 de abril de 1995).
- i) Corrección de errores de la Orden de 28 de Marzo de 1995 por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones en el marco del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 1995-1999 y se convocan las del ejercicio 1995 (B.O.E. del 24 de mayo de 1995).
- j) Orden de 20 de diciembre de 1995 por la que se modifica la de 28 de marzo de 1995 por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones en el marco del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para el período de 1995-1999 y se convocan las del ejercicio 1996.
- k) Orden de 6 de febrero de 1997 por la que se aprueban las bases reguladoras de la concesión de subvenciones en el marco del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética para el período 1997-1999 y se convocan las del ejercicio 1997.

1.3.2 Normas UNE para energía solar térmica

- a) UNE 94 101. Edición de 1986. Colectores solares térmicos. Definiciones y características generales.
- b) UNEEN 60891. Edición de 1994. Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- c) UNEEN 60904-1. Edición de 1994. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica intensidad. Tensión de los módulos fotovoltaicos.
- d) UNE_EN 60904-2. Edición de 1994. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
- e) UNE_EN 60904-3. Edición de 1994. Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.

1.3.3 Normas ISO para energía solar térmica

- a) ISO 9060. Publicada en noviembre de 1990. Solar energy; specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation.
- b) ISO 9459-1. Publicada en noviembre de 1993. Solar heating; domestic water heating systems; part 1: performance rating procedure using indoor test methods.
- c) ISO 9459-2. Publicada en agosto de 1995. Solar heating; domestic water heating systems; part 2: outdoor test methods for system performance characterization and yearly performance prediction of solar, only systems.
- d) ISO 9806-1. Publicada en diciembre de 1994. Test methods for solar collectors; part 1: thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop.
- e) ISO 9806-2. Publicada en agosto de 1995. Test methods for solar collectors; part 2: qualification test procedures.
- f) ISO 9808. Publicada en septiembre de 1990. Solar water heaters; elastomeric materials for absorbers, connecting pipes and fittings; method of assessment.
- g) ISO 9846. Publicada en diciembre de 1993. Solar energy; calibration of a pyranometer using a pyrhelimeter.
- g) ISO /TR 10217. Publicada en septiembre de 1989. Solar energy; water heating systems; guide to material selection with regard to internal corrosion.

1.3.4 Reglamentación técnica de la energía solar térmica

- a) Real Decreto 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares (B.O.E. de 12 de mayo de 1980).
- b) Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético (B.O.E. del 6-8-1980).
- c) Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares (B.O.E. del 18-8-1980).
- d) Orden del 9 de abril de 1981, por la que se especifican las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización, a efectos de la concesión de subvenciones a los propietarios, en el desarrollo del artículo de la Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre conservación de la energía (B.O.E. del 25-

4-1981).

e) Orden de 16 de julio de 1981 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias denominadas IT.IC, con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento de Instalación de Calefacción, climatización y Agua Caliente Sanitaria (B.O.E. del 13-8-1980).

f) Orden de 2 de marzo de 1982 por la que se prorroga el plazo concedido en la Orden de 9 de abril de 1981 en cuanto a homologación de paneles solares (B.O.E. del 5-3-1982).

1.3.5 Normas diversas

a) Norma INTA 610001 "Ensayo de colectores solares en régimen estacionario".

b) Norma INTA 610002 " Ensayo de resistencia y durabilidad de colectores solares planos ".

c) Orden de 15 de julio de 1987, de la Consejería de Economía y Fomento e la Junta de Andalucía, que regula las condiciones y requisitos mínimos que han de cumplir los instaladores autónomos y las empresas para realizar instalaciones de energía solar fotovoltaica subvencionadas o financiadas por dicha Consejería (B.O.J.A. del 28-7-1987).

d) Orden de 23 de mayo de 1988, de la Consejería de Economía y Fomento de la Junta de Andalucía, que establece las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones de energía solar fotovoltaica subvencionadas o financiadas por dicha Consejería (B.O.J.A. del 24-6-1988 y B.O.J.A del 28-6-1988).

e) Orden de 30 de marzo de 1991, de la consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, que establece las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente subvencionadas o financiadas por dicha Consejería (B.O.J.A del 23-4-1991).

f) Orden de 21 de octubre de 1993, de la Consejería de Economía y hacienda de la Junta de Andalucía, por la que se regulan las condiciones y requisitos mínimos que han de reunir los instaladores y las empresas para realizar las instalaciones de energía solar térmica a baja temperatura que sean subvencionadas o financiadas por dicha Consejería (B.O.J.A. del 2-11-1993).

1.4 Tipología del sistema

Todos los sistemas de aprovechamiento de la energía solar térmica comparten el mismo funcionamiento.

Se muestra un esquema de un sistema solar:

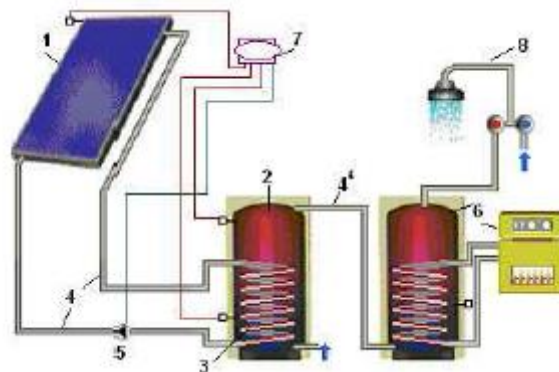


Figura 1 Esquema de una instalación solar.

1. Captador solar en el circuito primario: transforman la radiación solar incidente en energía térmica que calienta el fluido.
2. Acumulador solar en el circuito secundario: depósito que almacena el agua caliente hasta que se use.
3. Intercambiador: transferencia de energía térmica captada al agua caliente que se consume.
4. Circuito hidráulico del circuito primario solar: A este sistema pertenecen otros elementos como bombas, válvulas, purgadores, vasos de expansión, etc.
5. Bomba circulatoria de circuito primario solar: La encargada de hacer circular el fluido caliente hasta la red de consumo.
6. Sistema de energía auxiliar con acumulador auxiliar y caldera: Encargada de apoyar a la energía solar cuando ésta no sea capaz de llegar a los límites mínimos.
7. Sistema de control de la instalación solar: Encargada de asegurar el funcionamiento correcto de todo el conjunto.
8. Demanda de ACS.

1.5 Tecnología solar

Vamos a nombrar los diferentes tipos de captadores solares que hay, así como su funcionamiento, las diferencias entre unos y otros, la conexión entre varios captadores y porque elegiremos un captador u otro (Energías termosolar, tipos de colectores, s.f.).

1.5.1 Tipos y partes de captadores

Se pueden clasificar según varios parámetros, los colectores solares se pueden diferenciar en función del fluido térmico que se utiliza, ya que puede ser un líquido o un gas. En nuestro caso será un líquido y estos líquidos suelen ser agua, disolución anticongelante o un aceite térmico.

Otro tipo de clasificación es según la temperatura de trabajo:

- Pueden ser los colectores de baja temperatura de trabajo (alcanza un máximo de 50°C). Estos están formados únicamente por el convertidor, por el circuito de fluido térmico, por el aislamiento térmico y por la caja que contiene todos los componentes. Este tipo de colector también recibe el nombre de captador solar plano no protegido y este tipo es el que utilizaremos en nuestro proyecto.

- Por otro lado están los colectores de media temperatura (alcanza un máximo de 90°C). A estos colectores aparte de todos los componentes anteriores se les añade una cubierta transparente para limitar las pérdidas por convección y una parte de las de radiación. Se incrementa además el efecto invernadero dentro del colector.
- Por último existen los colectores a alta temperatura (hasta 150°C). Consisten en añadir otra cubierta entre la anterior y el convertidor y hacer vacío entre las dos. Así se consigue un mayor aislamiento de entre el exterior y el interior y que se alcancen temperaturas aún mayores.



Figura 2 Captador plano.

A continuación se describen los componentes mencionados en los colectores de baja temperatura y de líquido que serán los que utilizaremos nosotros.

- Convertidor: Éste se compone de placa absorbente y conductos de fluido térmico. El convertidor está constituido por una placa plana en la que se han insertado una red de conductos por las que circula el fluido térmico. Al chocar la radiación con la placa se transforma en calor. Este calor se transfiere después al fluido térmico que circula por los conductos. Los materiales más usados para construir la placa y sus conductos son el cobre y el acero inoxidable. Si el fluido circula por una única tubería que lo distribuye por toda la placa se denomina en serie. Si existen dos conductos, uno de entrada y otro de salida que se conectan con unos cuantos tubos que circulan por la placa, se denomina en paralelo. Como los cuerpos que absorben más radiación son los cuerpos negros, es conveniente que la cubierta tienda a comportarse como un cuerpo negro

para así aumentar su capacidad de absorción de la radiación. Debido a que la placa del convertidor alcanza temperaturas ligeramente altas se convierte en emisora de radiación que es energía perdida. Para minimizar las pérdidas y para aumentar la absorción de radiación, se usan los denominados recubrimientos selectivos que suelen estar formados por una capa delgada de óxido metálico, de color negro, con baja emisión de radiación térmica y gran coeficiente de absorción. La superficie selectiva con mejores resultados se ha desarrollado depositando una capa de níquel sobre la placa que absorbe y sobre ésta una capa de óxido de cromo extremadamente fina. El coeficiente de absorción de las superficies selectivas ronda el 0,95 y el de emisividad 0,1.

- Circuito de fluido térmico: Debe estar en contacto con el absorbedor el fluido circulante, de forma que la transferencia de calor desde la placa al fluido se realice en las mejores condiciones. El camino hasta el fluido térmico que sigue el calor debe ser lo más corto posible y debe encontrar la menor resistencia posible. La radiación se convierte en calor al ser interceptada por la superficie captadora y la temperatura del convertidor aumenta hasta hacerse mayor que la temperatura del fluido. El calor se propaga siguiendo el gradiente de temperaturas, primero a través de la placa del convertidor hasta alcanzar la zona de unión entre la placa y la tubería que conduce al fluido. La unión entre la tubería y la placa debe ser metálica, si no la transferencia de calor puede verse perjudicada y podría ser por convección en vez de conducción ya que se genera una resistencia térmica mayor y se dificulta la transferencia de calor desde la placa al tubo.
- Aislamiento térmico: Debe existir en todos los lados del panel, excepto en la parte acristalada, que evita pérdidas térmicas. Esta lámina mide unos 4 o 5cm de espesor, entre la cara posterior y la caja. Cumple la función de disminuir las pérdidas de calor desde el convertidor hasta el ambiente que lo rodea. Un aislante muy utilizado es la fibra de vidrio, que aguanta bien las altas temperaturas y es económico, pero no aguanta bien la humedad.
- Caja: Su función principal es asegurar la estanquidad del colector ya que si no podría originar pérdidas por fugas de calor y también impedir que entre humedad si llueve. Si hubiera humedad dentro podría empañar los cristales haciendo disminuir la transmitancia de los cristales y disminuir el flujo de

radiación reduciendo así el rendimiento del colector. La caja debe aguantar las condiciones de corrosión a las que está sometido por parte de la atmosfera, y ha de ser duradera y soportar el paso del tiempo con el mínimo deterioro posible. Suele ser de acero galvanizado con tratamiento de anodizado.

1.5.2 Principios de funcionamiento

La incidencia de la radiación solar sobre un cuerpo puede ser total o parcialmente absorbida, otra parte reflejada y otra última parte puede atravesar el cuerpo.

La parte de energía absorbida hace que el cuerpo se caliente y emita radiación a su vez.

Después de que la radiación atraviese el vidrio, llega a la superficie del absolvedor, el cual se calienta y emite a su vez radiación con una longitud de onda para la cual el vidrio es opaco, es decir, la radiación emitida por el absolvedor será reflejada en un pequeño porcentaje por la superficie interior del vidrio, y el resto será absorbida por él, con lo que éste aumentará de temperatura y comenzará a emitir radiación, la cual se repartirá a partes iguales en el exterior y el interior del colector. Es lo que se conoce como efecto invernadero.

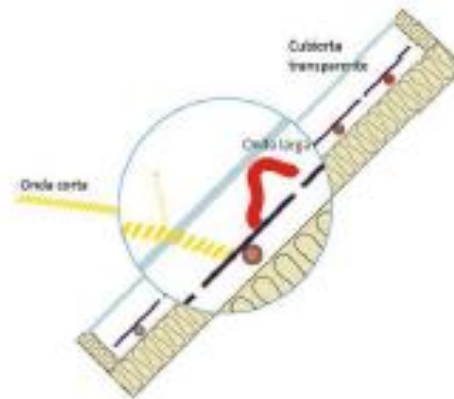


Figura 3 Efecto invernadero.

La temperatura del fluido siempre es menor que la temperatura del absolvedor debido a las características físicas del proceso de conducción del calor.

Debemos tener en cuenta que la temperatura nunca es igual en todos los puntos del fluido, por lo que se utiliza una temperatura media del fluido en el absolvedor, la cual se define por la media aritmética de las temperaturas a la entrada y a la salida:

$$T_m = (T_e + T_s)/2$$

2 MEMORIA

El objetivo de esta memoria es calcular la solución y describir todos los aspectos de la instalación solar térmica que se pretende implantar en el edificio, demostrando que dichas instalaciones cumplen las garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente.

En este proyecto se realiza una instalación que incluye el suministro de agua caliente sanitaria (A.C.S), calefacción y piscina con colectores solares en un albergue juvenil.

2.1 Descripción de la instalación

Se ha propuesto este proyecto con el fin de aprovechar la energía de los captadores al máximo. Nos hemos decantado por el diseño que será más eficiente y más económico.

Se ha distribuido todos los elementos utilizados de tal forma que sea la más cómoda para su instalación y mantenimiento.

2.1.1 *Objetivo de la instalación*

Se puede llegar al 100% del consumo energético en verano, pero en invierno hay un déficit energético muy importante el cual se cubrirá con la energía convencional del sistema de apoyo.

2.1.2 *Clasificación de la instalación*

La instalación solar se clasifica como circulación forzada, por la existencia de bombas que mueven el fluido a los largo de los circuitos, instalación indirecta, ya que el sistema de transferencia de calor es independiente, sistema cerrado, porque el fluido de trabajo no está en contacto con el exterior, instalación partida, debido a que el captador está separado del depósito y por último tiene un sistema de energía auxiliar.

2.2 Características energéticas del edificio

Esta instalación es bastante apropiada para este lugar, ya que a su alrededor no existen edificios ni nada que pueda proyectar sombra a nuestro sistema de captación, y así nos aseguramos de que no habrá pérdidas importantes debido a este problema.

2.2.1 *Datos del emplazamiento*

El edificio de este proyecto es un albergue juvenil situado en el pantano de valle hermoso, término de alhambra (ciudad real), cerca de la localidad de La Solana cuya altura

es de 745m en la provincia de Ciudad Real a una latitud de $38^{\circ} 52'$, y a una longitud de $3^{\circ} 9'$. Este se encuentra aproximadamente a 10 km de esta localidad.



Figura 4 Foto satélite de la ubicación del edificio.



Figura 5 Foto satélite del edificio.

- Temperatura media anual durante horas de sol: 21°C
- Humedad relativa media: 63%
- Número medio anual de días de niebla: 31 días
- Número medio anual de días despejados: 84 días
- Número medio anual de horas de sol: 2656 horas

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Fuente
Ho	7	10.1	15	18.7	21.4	23.7	25.3	23.2	18.8	12.5	8.7	6.5	Censolar
Ta	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	Censolar
Tr	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7	UNE 94002

Ho: radiación solar diaria media sobre superficie horizontal (MJ/m²).
 Ta: temperatura ambiente diaria media durante las horas de sol (°C).
 Tr: temperatura diaria media del agua de red (°C).

Tabla 1 Tabla de temperatura diaria media y radiación solar en La Solana. (Censolar, s.f.)

2.2.2 Zona climática

Dicha zona climática la hemos obtenido a partir de los datos que nos facilita el DB-HE, en el cual podemos apreciar que la solana pertenece a la zona 4.



Figura 6 Zona climática de La Solana

San Carlos del Valle	13074	IV
San Lorenzo de Calatrava	13075	IV
Santa Cruz de los Cáñamos	13076	IV
Santa Cruz de Mudela	13077	IV
Socuéllamos	13078	IV
Solana (La)	13079	IV
Solana del Pino	13080	IV
Terrinches	13081	IV
Tomelloso	13082	IV
Torraiba de Calatrava	13083	IV
Torre de Juan Abad	13084	IV

Tabla 2 Zona climática de la solana sacada de DB-HE

2.2.3 Clasificación de los espacios

Vamos a separar los espacios interiores en función de la cantidad de calor que necesitan, ya que no todos los espacios son habitados de la misma forma, es decir, hay lugares en los que la actividad realizada y el periodo de utilización de dicho lugar son mucho mayor que otros espacios.

El edificio está compuesto por un edificio principal en el que se encuentra el comedor, sala polivalente, cafetería, cocina, almacenes, instalaciones, aula, despacho, por otro lado están las casas albergue, donde están los dormitorios, baños y distribuidor, luego otra casa para monitores, en la que hay dormitorios, baños, salón y distribuidor, y por último existe otro edificio para vestuarios, compuesto por 3 vestuarios y un porche. Está todo construido en planta baja en edificios independientes como ya hemos dividido anteriormente.

ZONA		ESPACIOS HABITABLES M ²	ESPACIOS NO HABITABLES M ²
EDIFICIO PRINCIPAL	Vestíbulo		5,30
	Porche de acceso		5,30
	Control	8,00	
	Zona de estancia	100,00	
	Comedor	95,00	
	Sala polivalente	82,00	
	Aula	55,00	
	Porche aula		12,50
	Instalaciones		22,00
	Almacén		237,00
	Despacho	13,50	
	Aseo 1	17,20	
	Aseo 2	14,50	
	Cafetería	77,00	

	Cocina	58,00	
	Porche principal		98,00
	Superficie total	520,20	380,10
CASA 1	Dormitorios	56,00	
	Baños	52,00	
	Distribuidor	28,00	
	Superficie total	136,00	
CASA2	Dormitorios	56,00	
	Baños	52,00	
	Distribuidor	28,00	
	Superficie total	136,00	
CASA 3	Dormitorios	56,00	
	Baños	52,00	
	Distribuidor	28,00	
	Superficie total	136,00	
CASA 4	Dormitorios	56,00	
	Baños	52,00	
	Distribuidor	28,00	
	Superficie total	136,00	
CASA MONITORES	Dormitorios	62,00	
	Baños	15,00	
	Distribuidor	17,00	
	Salón	31,00	
	Superficie total	125,00	
VESTUARIOS	Vestuario 1	26,00	
	Vestuario 2	26,00	
	Vestuario3	21,00	
	Porche		37,00
	Superficie total	73,00	37,00
	TOTAL	1.262,20	417,10

Tabla 3 Descomposición de superficies

La superficie total que hay que climatizar es de 1262,2 m² distribuidos en los diferentes edificios que hay en el albergue.

2.2.4 Cálculo de la transmitancia térmica de cerramientos

Vamos a calcular todas las transmitancias térmicas de cerramientos en los diferentes apartados que van a continuación.

2.2.4.1. Cerramientos en contacto con el exterior

Se aplica a la parte de todos los cerramientos en contacto con el aire exterior como son los muros de las fachadas y las cubiertas de los edificios. La transmitancia térmica U ($W/m^2\text{°K}$) se define con la siguiente expresión:

$$U = 1/R_t \quad (1)$$

- R_t : Es la resistencia térmica total del componente constructivo ($m^2\text{°K}/W$).

La resistencia térmica total de un componente formado por capas homogéneas se calcula como:

$$R_t = R_{se} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si} \quad (2)$$

- R_{se} y R_{si} : Son las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire exterior e interior respectivamente ($m^2\text{°K}/W$).
- R_1, R_2, \dots, R_n : Son las resistencias térmicas de cada capa ($m^2\text{°K}/W$).

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = e/\lambda \quad (3)$$

- e : espesor de la capa (m).
- λ ; conductividad térmica del material de la capa ($W/m\text{°K}$).

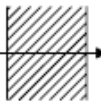

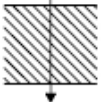
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Tabla 4 Resistencias térmicas en superficies en contacto con el aire exterior

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con <i>espacios no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Tabla.5 Transmitancia límite en la zona del albergue

Vamos a calcular en las siguientes tablas la transmitancia térmica de los muros y las cubiertas que dan al exterior de todos los edificios del albergue.

MATERIAL		e (m)	λ (W/m ² K)	R (m ² °K/W)	U (m ² °K/W)
MURO EXTERIOR EDIFICIOS	Rse			0,04	
	Pizarra	0,06	2,20	0,03	
	Mortero de cemento	0,02	1,35	0,01	
	ladrillo macizo	0,14	0,85	0,16	
	Espuma poliuretano	0,03	0,03	0,96	
	ladrillo hueco	0,05	0,32	0,16	
	Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	
	Rsi			0,13	
TOTAL		0,31		1,53	0,66

Tabla 6 Transmitancia térmica del muro exterior de los edificios

Para muros, la transmitancia térmica límite en la zona climática D3 que es donde se encuentra nuestro albergue es $U=0,86 \text{ W/m}^2\text{°K}$, por lo que entra dentro de lo establecido.

MATERIAL		e (m)	λ (W/m ² K)	R (m ² °K/W)	U (m ² °K/W)
CUBIERTA	Rse			0,04	
	plaquetas	0,02	1,05	0,02	
	Mortero de cemento	0,01	2,35	0,00	
	Aislamiento de arcilla	0,05	0,09	0,59	
	Lámina bituminosas	0,01	0,19	0,05	

	Hormigón armado	0,05	1,63	0,03	
	Bovedilla de hormigón	0,30	0,93	0,32	
	Lana de mineral	0,04	0,04	1,00	
	Rasillón	0,05	0,32	0,16	
	Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	
	Rsi			0,10	
	TOTAL	0,55		2,35	0,43

Tabla 7 Transmitancia térmica de la cubierta de los edificios

Para cubiertas, la transmitancia térmica límite en la zona climática D3 que es donde se encuentra nuestro albergue es $U=0,49 \text{ W/m}^2\text{°K}$, por lo que entra dentro de lo establecido.

2.2.4.2. Cerramientos en contacto con espacios no habitables

Los espacios no habitables solo los tenemos en el edificio principal, ya que en todos los demás edificios todas las zonas son habitables. Los almacenes que son las únicas zonas no habitables que tenemos, se encuentran alineados consecutivamente, con lo cual la suma de ellos son los metros de zona no habitable en contacto con la zona habitable del edificio principal.

La fórmula para calcular este tipo de transmitancia térmica es la siguiente:

$$U = U_p b \quad (4)$$

- U_p : La transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable.
- b : Coeficiente de reducción de temperatura (del espacio no habitable).

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente	0,17	0,17

Tabla 8 Resistencias térmicas en particiones interiores

MATERIAL	e (m)	λ (W/m ² K)	R (m ² °K/W)	U (m ² °K/W)
Rse			0,13	
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	
Mortero de cemento	0,02	1,35	0,01	
Espuma poliuretano	0,02	0,03	0,50	
Ladrillo hueco	0,05	0,32	0,16	
Espuma poliuretano	0,02	0,03	0,50	
Mortero de cemento	0,02	1,35	0,01	
Enlucido de yeso	0,02	0,57	0,04	
Rsi			0,13	
Total	0,15		1,51	0,66

Tabla 9 Transmitancia térmica del muro interior entre almacén y comedor

Ya hemos obtenido $U_p=0,66$, por lo que a continuación calculamos la relación entre áreas de espacio habitable y no habitable (A_{iu}), y entre el no habitable y el exterior (A_{ue}).

A_{iu}/A_{ue}	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{ue} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Tabla 10 E.7 Coeficiente de reducción de temperatura b

$$A_{iu}=520,20 \text{ m}^2$$

$$A_{ue}=259 \text{ m}^2$$

$$A_{iu}/A_{ue}= 2 \quad (5)$$

Según la tabla E.7 sabemos que $b=0,95$, por lo que ya podemos calcular la transmitancia térmica del muro interior.

$$U = U_p b = 0,66 * 0,95 = 0,63 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}) \quad (6)$$

Ya tenemos el resultado final $U= 0,63 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K})$.

Para muros, la transmitancia térmica límite en la zona climática D3 que es donde se encuentra nuestro albergue es $U=0,86 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$, por lo que entra dentro de lo establecido.

2.2.4.3. Huecos y lucernarios

Esta transmitancia se calcula mediante la fórmula que mostramos a continuación,

$$U_H = (1 - FM)U_{H,v} + FM * U_{H,m} \quad (7)$$

- FM: Fracción del hueco ocupado por el marco.
- $U_{H,v}$: Transmitancia térmica de la parte semitransparente ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$).

- $U_{H,m}$: Transmitancia térmica del marco de la ventana o puerta ($W/m^2\text{°K}$).

En el albergue todos los marcos de las ventanas que hay son de aluminio cuya transmitancia es la siguiente:

$$U_{H,m} = 4,3 W/(m^2\text{°K})$$

Por otro lado los vidrios de las ventanas son vidrios dobles con una cámara de 6 mm, cuya transmitancia térmica es la siguiente:

$$U_{H,v} = 3 W/(m^2\text{°K})$$

Por último, la transmitancia de las puertas que son todas de maderas al igual que los marcos de las mismas es la siguiente:

$$U_{H,p} = 2,2W/(m^2\text{°K})$$

Aplicando la fórmula anterior obtenemos los resultados de la transmitancia en la siguiente tabla:

HUECO	AREA TOTAL (m ²)	ÁREA TRANSP. (m ²)	Uh (W/m ² °K)
Ventanas	1,75	1,1	3,455
Puertas	2	1,7	2,2

Tabla 11 Transmitancia térmica de los huecos del albergue

Para vidrios y marcos, la transmitancia térmica límite en la zona climática D3 que es donde se encuentra nuestro albergue es $U=3,5 W/m^2\text{°K}$, por lo que entra dentro de lo establecido.

2.2.4.4. Cumplimiento de la normativa

A continuación hacemos una comparación de los resultados obtenidos de transmitancias térmicas, con los establecidos por la CTE según la zona donde nos encontramos, la cual ya hemos nombrado en un punto anterior correspondemos a la zona D.

ZONA	U (W/m ² °K)	U lim (W/m ² °K)
Muro exterior edificios	0,66	0,86
Cubierta	0,42	0,49
Muro interior	0,66	0,86
Ventanas	3,46	3,5
Puertas	2,2	3,5

Tabla 12 Comparación de los valores obtenidos con los límite

Después de hacer la tabla anterior podemos observar que en ningún caso se superan los valores límite, por lo cual se cumple la norma en todo momento.

2.3 Necesidades de ACS

El cálculo de este apartado definirá el total de energía que hará falta para calentar el ACS necesario diariamente, mensualmente y anualmente en el albergue.

Estimar estos cálculos en momentos concretos es muy complejo por lo que nosotros los estimaremos a nivel diario.

Los factores que incluyen en el cálculo de la demanda de energía térmica para producción de ACS son:

- La temperatura de uso del ACS.
- La temperatura de entrada de agua fría de la red.
- La demanda de ACS.

2.3.1 Temperatura de uso

En este proyecto se considerará como temperatura media de uso en los puntos de consumo de 45°C y la temperatura de acumulación de 60°C, la cual dicta la norma UNE y a la cual se refieren todos los cálculos.

La ocupación del lugar es del 100%, ya que según estadísticas del albergue está ocupado todos los días del año.

2.3.2 Temperatura de entrada de agua fría

En la siguiente tabla sacada de la norma UNE 94002 hemos podido obtener las temperaturas por meses del año del agua de red en la localidad de La solana, la cual está muy próxima al albergue y por lo cual no hay variación de temperatura.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Fuente
Tr	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7	UNE 94002

Tabla 13 Temperatura de red de La Solana

2.3.3 *Calculo de la demanda de ACS*

Después de conocer la temperatura de entrada de agua fría que van a afectar en el dimensionado de nuestra instalación, procederemos al cálculo de la estimación del consumo mensual de agua caliente sanitaria de nuestro albergue para cada uno de los meses del año.

Para calcular el consumo de ACS se pueden seguir dos métodos, si el edificio en el que se realiza la instalación ya es existente se pueden tomar datos del consumo medio de otros años y aplicarlos al estudio. El problema, sin embargo, es que estas necesidades pueden variar bastante si cambian los inquilinos o éstos cambian de hábitos. Si el edificio es nuevo o se quiere un cálculo genérico se pueden utilizar las tablas de consumo previsto en función del número de camas previstas que se indica en (CTE). En nuestro caso el estudio se realizará de manera genérica partiendo de los siguientes datos:

- Nº de personas:112
- % ocupación será del 100% para todo el año.
- Consumo diario: El establecido por la sección (CTE).

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

Tabla 14 Demanda de referencia a 60°C (Código Técnico de la Edificación).

Una vez que ya tenemos todos los datos podemos calcular la demanda de A.C.S que tenemos al día en el albergue:

$$\begin{aligned}
 \text{Consumo total diario de ACS del albergue} &= 112 \text{ personas} * 24 \frac{\text{litros}}{\text{persona día a } 60^{\circ}\text{C}} \\
 &= 2688 \frac{\text{litros}}{\text{día a } 60^{\circ}\text{C}}
 \end{aligned}$$

2.3.4 Contribución solar mínima

El consumo de A.C.S podría llegar a cubrirse al 100% en verano debido a la irradiación de que se dispone en dichos meses, pero no podemos asegurar lo mismo en los meses de invierno en el cual existirá un déficit energético importante y el cual tendrá que ser cubierto por un sistema de apoyo.

La contribución solar mínima depende de la fuente de energía de apoyo, que en nuestro caso es el gas natural, del consumo de ACS, que en el apartado anterior hemos calculado y nos daba que dicho consumo es $2688 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$, y de la zona climática de la zona

donde se encuentra el albergue, que en un apartado anterior hemos sabido a través de DB-HE que nuestra zona donde se encuentra el albergue pertenece a la zona IV.

En la siguiente tabla, después de tener en cuenta los datos descritos anteriormente podemos observar la contribución solar mínima que nos corresponde:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5000	30	30	50	60	70
5000-6000	30	30	55	65	70
6000-7000	30	35	61	70	70
7000-8000	30	45	63	70	70
8000-9000	30	52	65	70	70
9000-10000	30	55	70	70	70
10000-12500	30	65	70	70	70
12500-15000	30	70	70	70	70
15000-17500	35	70	70	70	70
17500-20000	45	70	70	70	70
>2000	52	70	70	70	70

Tabla 15 Contribución solar mínima de ACS

2.3.5 Cálculo de la energía necesaria para A.C.S.

Para determinar el número de colectores que necesitamos en nuestra instalación tenemos que calcular el consumo energético. Dicho consumo debe ajustarse bien para que la instalación sea la adecuada así no sobre ni falte energía.

En los meses de verano se puede conseguir el 100%, en cambio en los meses de invierno para cubrir el 100% deberá cubrirse por el sistema de apoyo.

Se pretende cubrir el 60% de la demanda anual de agua caliente sanitaria en el albergue mediante el sistema solar, como dicta la contribución solar mínima anteriormente expuesta, lo demás deberá ser cubierto por la energía de apoyo.

Vamos a calcular según la siguiente fórmula las cargas caloríficas mensuales para saber la cantidad de calor necesaria para el agua caliente sanitaria:

$$Q_a = C_e * M * N * (t_{ac} - t_r) * O \quad (8)$$

- Q_a : Carga calorífica mensual de calentamiento de ACS (KJ/Mes)
- C_e : Calor específico. Para el agua 4187 J/(Kg ° C)
- M : Consumo medio diario, expresado en l/d
- N : Número de días del mes
- t_{ac} : temperatura del agua caliente de acumulación (° C)
- t_r : temperatura del agua de red (° C)
- O : Ocupación (tanto por uno)

Como tenemos todos los datos que nos hacen falta para calcular la demanda energética para agua caliente realizamos las operaciones y mostramos los resultados en la siguiente tabla:

MES	Ce (KJ/Kg ° C)	N (días)	M (litros/días)	T ^a acumulación (° C)	T ^a red (° C)	O	Q acs (KJ)
Enero	4,187	31	2688	60	7	1	18491399,81
Febrero	4,187	28	2688	60	8	1	16386779,14
Marzo	4,187	31	2688	60	10	1	17444716,8
Abril	4,187	30	2688	60	11	1	16544344,32
Mayo	4,187	31	2688	60	14	1	16049139,46
Junio	4,187	30	2688	60	17	1	14518506,24
Julio	4,187	31	2688	60	20	1	13955773,44
Agosto	4,187	31	2688	60	20	1	13955773,44
Septiembre	4,187	30	2688	60	17	1	14518506,24
Octubre	4,187	31	2688	60	13	1	16398033,79
Noviembre	4,187	30	2688	60	10	1	16881984
Diciembre	4,187	31	2688	60	7	1	18491399,81
Anual	4,187	365	2688	60	12,83	1	193636356,5

Tabla 16 Demanda energética en KJ

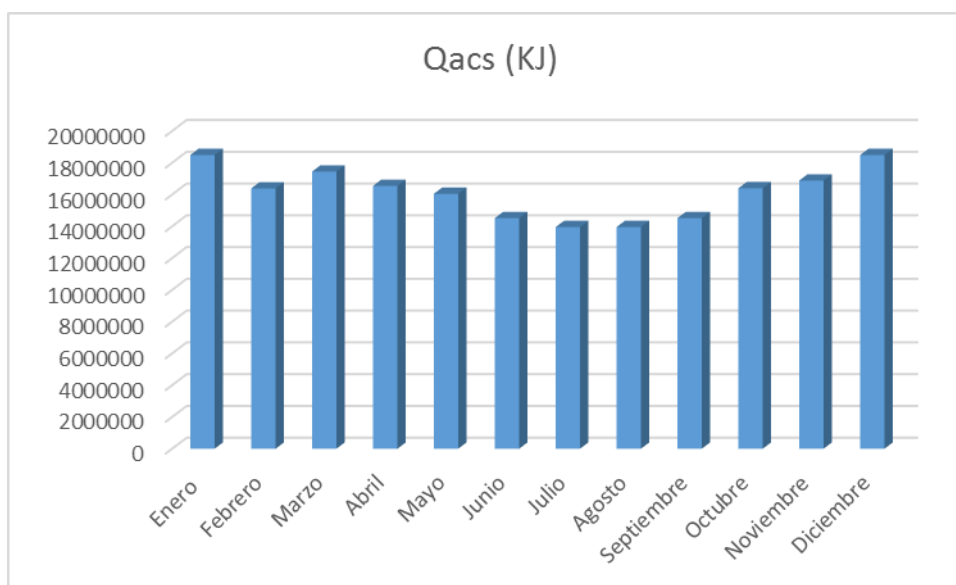


Figura 7 Consumos mensuales de ACS

2.4 Necesidades de calefacción

El cálculo de este apartado definirá el total de energía que hará falta para calentar, mensualmente y anualmente el albergue y mantenerlo así a una temperatura adecuada.

2.4.1 Condiciones térmicas

Estas condiciones se refieren a las condiciones que hay en el interior y en el exterior del edificio.

Según la norma que dicta el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, podemos saber los datos de las condiciones de ambiente interior:

- Temperatura de diseño interior: 21°C

Según la norma UNE podemos saber los datos de las condiciones de ambiente exterior en La Solana, donde se encuentra nuestro edificio, para las condiciones de invierno y con un nivel de percentil de 97,5%, que es el que corresponde a un albergue. A continuación citamos los datos correspondientes a dicho nivel de percentil:

Localidad	TS (°C)		GD anuales	Vientos dominantes (año)	
	99%	97,5%		Dir.	m/s
Albacete	-4,7	-3,7	1.673	NO	-
Alicante	2,5	3,6	517	NO	5,9
Barcelona	1,2	2,0	977	N	3,6
Bilbao	-0,7	0,3	1.101	MO	5,7
Burgos	-7,2	-5,6	2.384	NE	4,8
Cáceres	0,5	1,5	1.026	O	3,6
Ciudad Real	-4,7	-3,4	1.477	O	-
Córdoba	-1,2	-0,3	869	SO	5,4

Tabla 17 Datos de temperatura seca y grados para Ciudad Real

La cota de la Solana es de 745m y la cota de Ciudad Real es de 628m, como la diferencia del lugar de referencia de los datos obtenidos es de 100 metros con respecto a La Solana la norma dicta que se disminuya en 1 grado la temperatura seca, por lo que los datos quedarían de la siguiente forma:

- Temperatura seca: -2,4 ° C
- Grados Día/año ° K: 1477

Para calcular las condiciones exteriores necesitamos los valores medios mensuales siguientes, pertenecientes a La Solana, lugar más próximo al albergue:

MES	T media	HR media
Enero	7,9	83
Febrero	8,3	72
Marzo	11,4	72
Abril	16,6	61
Mayo	19,3	50
Junio	23,4	39
Julio	28	40
Agosto	26,5	46
Septiembre	22,6	55
Octubre	16,2	73
Noviembre	11,6	80
Diciembre	8	82

Tabla 18 Datos de T^a media y humedad relativa media en La Solana

2.4.2 Cálculo de la carga térmica

Vamos a calcular la carga térmica en base al día más frío del año para ajustar los cálculos al máximo.

La expresión para calcular la carga térmica es la siguiente:

$$Q_{T,Inv} = Q_{transmisión} + Q_{renovación} + Q_{infiltraciones} \quad (9)$$

En los siguientes apartados calculamos cada una de las cargas por separado para poder llegar al resultado final de carga térmica, y siempre teniendo en cuenta en todos los cálculos la situación más desfavorable como ya hemos dicho anteriormente la mínima temperatura.

2.4.2.1. Cálculo de la carga térmica por transmisión

Esta carga representa las pérdidas de calor a causa de la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior por los cerramientos del edificio.

La fórmula para calcular la carga térmica de transmisión es la siguiente:

$$Q_{transmisión} = U * A * \Delta T \quad (10)$$

- $Q_{transmisión}$: Carga por transmisión (W)

- U : Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2\text{°K}$)
- A : Superficie del cerramiento (m^2)
- ΔT : ($T_{interior} - T_{exterior}$) medida en (° K)

En la tabla que exponemos a continuación se calcula todas las cargas térmicas de transmisión para todos los edificios del albergue:

ZONA		ÁREA (m^2)	U ($W/m^2\text{°K}$)	T int (°c)	T ext (°c)	Q trans (W)
EDIFICIO PRINCIPAL	Cubierta	525,50	0,66	21,00	- 2,40	8.115,82
	Muro exterior	353,70	0,42	21,00	- 2,40	3.476,16
	Muro interior	45,90	0,66	21,00	9,30	354,44
	Ventanas	22,00	3,46	21,00	- 2,40	1.781,21
	Puertas	6,80	2,20	21,00	- 2,40	350,06
	Total					
CASA 1	Cubierta	136,00	0,66	21,00	- 2,40	2.100,38
	Muro exterior	132,30	0,42	21,00	- 2,40	1.300,24
	Ventanas	4,40	3,46	21,00	- 2,40	356,24
	Puerta	1,70	2,20	21,00	- 2,40	87,52
	Total					
CASA 2	Cubierta	136,00	0,66	21,00	- 2,40	2.100,38
	Muro exterior	132,30	0,42	21,00	- 2,40	1.300,24
	Ventanas	4,40	3,46	21,00	- 2,40	356,24
	Puerta	1,70	2,20	21,00	- 2,40	87,52
	Total					
CASA 3	Cubierta	136,00	0,66	21,00	- 2,40	2.100,38
	Muro exterior	132,30	0,42	21,00	- 2,40	1.300,24
	Ventanas	4,40	3,46	21,00	- 2,40	356,24
	Puerta	1,70	2,20	21,00	- 2,40	87,52
	Total					
CASA 4	Cubierta	136,00	0,66	21,00	- 2,40	2.100,38
	Muro exterior	132,30	0,42	21,00	- 2,40	1.300,24
	Ventanas	4,40	3,46	21,00	- 2,40	356,24
	Puerta	1,70	2,20	21,00	- 2,40	87,52
	Total					
CASA MONITORES	Cubierta	125,00	0,66	21,00	- 2,40	1.930,50
	Muro exterior	156,60	0,42	21,00	- 2,40	1.539,06
	Ventanas	4,40	3,46	21,00	- 2,40	356,24
	Puerta	1,70	2,20	21,00	- 2,40	87,52

	Total						3.913,32
VESTUARIOS	Cubierta	73,00	0,66	21,00	-	2,40	1.127,41
	Muro exterior	116,10	0,42	21,00	-	2,40	1.141,03
	Ventanas	3,30	3,46	21,00	-	2,40	267,18
	Puerta	1,70	2,20	21,00	-	2,40	87,52
	Total						2.623,14
CARGAS TÉRMICAS DE TRANSMISIÓN DEL ALBERGUE							35.991,70

Tabla 19 Cálculo de las cargas de transmisión

Después de realizar los cálculos correspondientes obtenemos una carga térmica de transmisión de 35.991,70 W.

2.4.2.2. Cálculo de la carga térmica por renovación

En cualquier instalación de este tipo hay que tener en cuenta la renovación del aire. Esta renovación se hace de manera natural, manteniendo en todo momento y según la estación del año la misma cantidad de aire seco en el interior del albergue.

Para ello vamos a calcular el calor sensible del aire y el calor latente para evaporar el agua del aire, y una vez calculados los dos anteriores se suman para obtener el calor de ventilación.

$$Q_{vent} = Q_{sen} + Q_{lat} \quad (11)$$

- Q_{vent} : Carga de ventilación (W).
- Q_{sen} : Carga sensible (W).
- Q_{lat} : Carga latente (W).

$$Q_{sen} = V_{vent} * \rho * c_p * (T_{se} - T_{sL}) \quad (12)$$

- V_{vent} : Caudal de ventilación (m^3/s).
- ρ : Densidad del aire de ventilación (kg/m^3).
- c_p : Calor específico del aire ($J/kg \text{ } ^\circ C$).
- T_{se} : Temperatura seca exterior ($^\circ C$).
- T_{sL} : Temperatura seca local ($^\circ C$).

$$Q_{lat} = V_{vent} * h_{fg} * \rho * (W_L - W_e) \quad (13)$$

- h_{fg} : Calor latente de cambio de fase del agua (J/kg).
- W_L : Relación de humedad del aire local (kg/kg).
- W_e : Relación de humedad del aire exterior (kg/kg).

A continuación mostramos los valores mínimos de ventilación según la norma CTE:

Habitáculo	Renovaciones (renov/h)
Cocina	1
Sala de estar y comedor	0,75
Dormitorio	0,75
Aseos	2
Otras zonas	0,75

Tabla 20 Las renovaciones mínimas según la norma CTE

En la siguiente tabla se calculan las cargas térmicas descritas anteriormente:

ZONA		Volumen (m ³)	V vent (m ³ /h)	(Tse-Tsl) (°C)	(WL-We)	Q vent (W)
EDIFICIO PRINCIPAL	Vestíbulo	14,31	10,7325	23,4	4,5	152,41
	Control	21,6	16,2	23,4	4,5	243,69
	Zona de estancia	270	202,5	23,4	4,5	2.987,20
	Comedor	256,5	192,375	23,4	4,5	2.696,55
	Sala polivalente	221,4	166,05	23,4	4,5	2.039,12
	Aula	148,5	111,375	23,4	4,5	1.645,91
	Despacho	36,45	27,3375	23,4	4,5	414,82
	Aseo 1	46,44	92,88	23,4	4,5	1.341,19
	Aseo2	39,15	78,3	23,4	4,5	956,73
	Cafetería	207,9	155,925	23,4	4,5	1.886,71
	Cocina	156,6	156,6	23,4	4,5	1.902,05
CASA 1	Dormitorios	151,2	113,4	23,4	4,5	1.698,96
	Baño	140,4	280,8	23,4	4,5	3.943,93
	Distribuidor	75,6	56,7	23,4	4,5	853,33
CASA 2	Dormitorios	151,2	113,4	23,4	4,5	1.698,96
	Baño	140,4	280,8	23,4	4,5	3.943,93
	Distribuidor	75,6	56,7	23,4	4,5	853,33
CASA 3	Dormitorios	151,2	113,4	23,4	4,5	1.698,96
	Baño	140,4	280,8	23,4	4,5	3.943,93

	Distribuidor	75,6	56,7	23,4	4,5	853,33
CASA 4	Dormitorios	151,2	113,4	23,4	4,5	1.698,96
	Baño	140,4	280,8	23,4	4,5	3.943,93
	Distribuidor	75,6	56,7	23,4	4,5	853,33
CASA MONITORES	Dormitorios	167,4	125,55	23,4	4,5	1.886,64
	Baño	40,5	81	23,4	4,5	1.203,28
	Distribuidor	45,9	34,425	23,4	4,5	508,95
	Salón	83,7	62,775	23,4	4,5	914,46
VESTUARIOS	Vestuario 1	70,2	52,65	23,4	4,5	797,67
	Vestuario 2	70,2	52,65	23,4	4,5	797,67
	Vestuario 3	56,7	42,525	23,4	4,5	639,79
CARGA TOTAL POR VENTILACIÓN						48.999,72

Tabla 21 Cálculo de las cargas por renovación

Después de realizar los cálculos correspondientes obtenemos una carga térmica por renovación de 48.999,72 W.

2.4.2.3. Cálculo de la carga térmica por infiltraciones

Todas las habitaciones del albergue están en sobrepresión en comparación con el exterior, por lo que estas infiltraciones de aire exterior se desprecian ya que teniendo en cuenta dicha sobrepresión entendemos que no afecta en ningún caso a las habitaciones del albergue.

2.4.2.4. Total cargas medias mensuales

A continuación se muestra en la siguiente tabla las cargas térmicas medias para cada mes para la situación más desfavorable:

MES	Q trans (W)	Q vent (W)	Q total (W)
Octubre	4.393,36	2.032,25	6.425,60
Noviembre	13.686,99	17.838,61	31.525,59
Diciembre	19.094,19	26.419,21	45.513,40
Enero	19.432,14	26.720,27	46.152,41
Febrero	17.066,49	23.860,08	40.926,56
Marzo	13.349,04	19.419,24	32.768,28
Abril	9.800,55	14.376,26	24.176,81
Mayo	3.013,21	4.591,38	7.604,59

Tabla 22 Necesidades medias mensuales

A continuación se muestran a través de la siguiente gráfica las necesidades medias de calefacción:

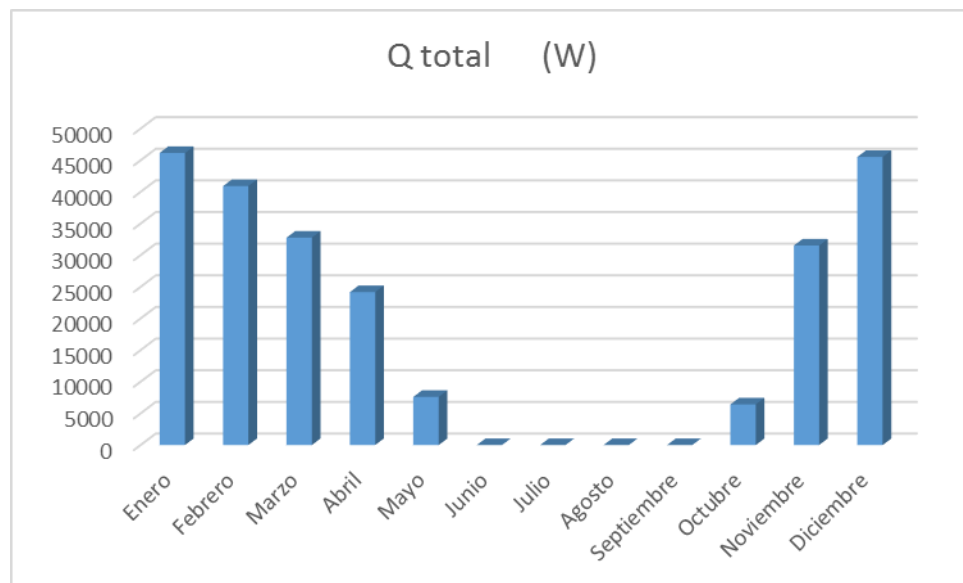


Figura 8 Necesidades medias de calefacción

En la gráfica se aprecia que los meses que más consumo se tiene de calefacción son enero y diciembre, llegando a ser nulo dicho consumo en los meses de junio a septiembre.

La piscina se utilizara para compensar la demanda de los meses de invierno y los de verano.

2.5 Necesidades energéticas de la piscina

Anteriormente hemos calculado la demanda energética de calefacción, pero en los meses de mayo a octubre esa demanda es muy baja o nula, por lo que el calor que hay en exceso se utiliza para elevar el agua de la piscina.

Las formas por las que una piscina puede perder energía calorífica son las siguientes:

- **Evaporación:** Este fenómeno ocurre en todas las superficies de contacto aire-agua, independientemente a la temperatura a la que ésta se encuentre. El agua al evaporarse absorbe calor que toma de la masa de agua que se queda en estado líquido, lo que provoca que esta se enfríe. En este punto es muy importante la exposición al viento de la piscina, ya que es el factor que más provoca la evaporación.

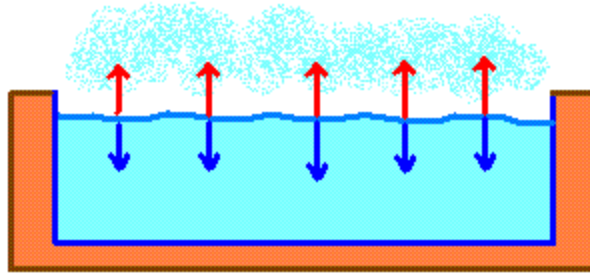


Figura 9 Pérdidas por evaporación

- Radiación: Es el calor que pierde el agua de la piscina por irradiación a la atmosfera. Las noches frescas de cielo raso son las más propensas a que ese calor se pierda.

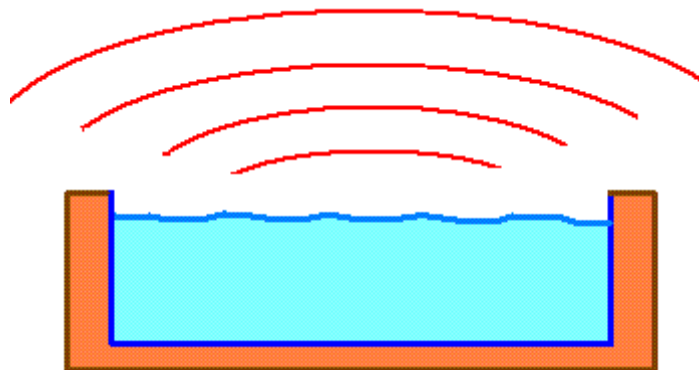


Figura 10 Pérdidas por radiación

- Conducción: Es el calor que se pierde por las paredes, y éste en general no suele ser muy importante.

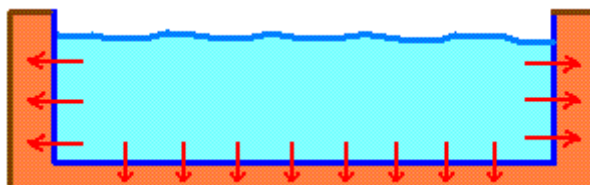


Figura 11 Pérdidas por conducción

- Convección: Son las pérdidas que se dan al estar en contacto el agua cálida con el aire más frío.

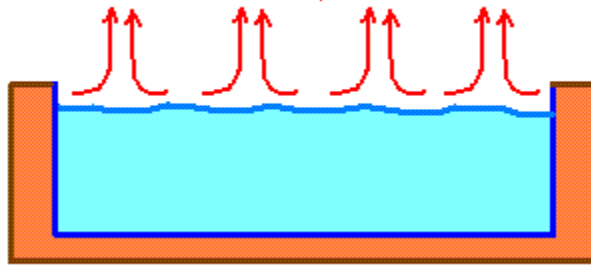


Figura 12 Pérdidas por convección

- Renovación: Se renueva el agua de la piscina con agua más fría a la temperatura que se desee.
- Las ganancias: La piscina está siempre expuesta a la luz del Sol que recibe, cuantas más horas de sol reciba más ganancias de calor tendrá.

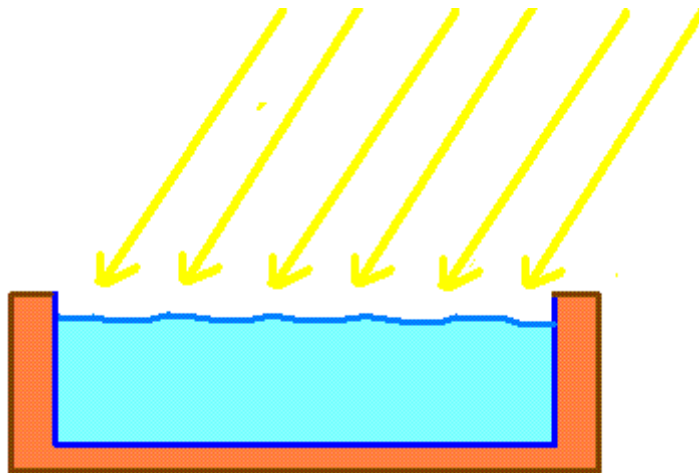


Figura 13 Ganancias por exposición solar

La temperatura debe ser de entre 24 y 28 grados nosotros para nuestro caso elegimos 26°C. La velocidad del viento en la zona del albergue es de 2,45 m/s. La superficie de la piscina es de 175 m².

Siempre que la temperatura ambiente sea mayor de 15°C se considera época de baño por lo que los meses de uso se consideran que son de mayo a octubre.

Para el cálculo de las pérdidas recurrimos al RITE sobre climatización de piscinas, donde se describen varios métodos.

2.5.1 Pérdidas por evaporación

En este cálculo es necesario calcular primero la masa de vapor transferida del agua al aire y el coeficiente de velocidad del aire y calor latente de cambio de fase del agua,

siendo un factor importante la humedad relativa, para después poder calcular las pérdidas por evaporación.

$$m = \omega * \frac{P_W - P_r}{r_W} * S \quad (14)$$

$$\omega = (88,75 + 78,15 * v) / 1000 \quad (15)$$

$$r_W = 347(374,15 - T_W)^{\frac{1}{3}} - 2 \quad (16)$$

$$P_{ev} = m(r_W + 4,186 * (T_W - T_{red})) \quad (17)$$

- m : Caudal másico de transferencia de vapor de agua al aire (gr/s).
- ω : Coeficiente de velocidad del aire en contacto con la superficie (W/m^2 Pa).
- r_W : Calor latente de evaporación del agua, 2257 (KJ/Kg)
- P_W : Presión parcial de vapor en el aire saturado a la temperatura de la lámina de agua (Pa).
- P_r : Presión parcial de vapor en el aire saturado a la temperatura de rocío (Pa).
- S : Superficie de la lámina (m^2).
- v : Velocidad del viento (m/s).
- T_W : Temperatura del agua de la piscina ($^{\circ}$ C).
- T_{red} : Temperatura de red ($^{\circ}$ C).

2.5.2 Pérdidas por radiación

Estas pérdidas crecen considerablemente por la noche ya que la diferencia de temperatura es mayor. Tenemos que calcular primero la temperatura de la atmosfera con la siguiente ecuación.

$$T_{cielo} = 0,037536 * T_{amb}^{1,5} + 0,32 * T_{amb} \quad (18)$$

$$P_{rd} = \sigma * \varepsilon * (T_{Wm}^4 - T_{cielo}^4) * S \quad (19)$$

- σ : Constante de Stefan-Boltzman $5,67E-8$ (W/m^2K)⁴.
- ε : Emisividad de la superficie de agua, 0,95.

- T_{Wm} : Temperatura media del agua de la piscina ($^{\circ}$ K).
- T_{cielo} : Temperatura del cielo ($^{\circ}$ K).
- T_{amb} : Temperatura ambiente ($^{\circ}$ k).

MES	T ambiente ($^{\circ}$ k)	T cielo ($^{\circ}$ k)
Mayo	294,3	283,686546
Junio	297,6	287,938951
Julio	303,3	295,325817
Agosto	299,4	290,265942
Septiembre	293,3	282,401462
Octubre	289,2	277,149835

Tabla 23 Cálculo de temperatura del cielo

2.5.3 Pérdidas por conducción

Depende de las características constructivas del vaso, y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado, que en nuestro caso es de hormigón y la formula que utilizamos es la siguiente.

$$P_{cond} = C_t * S * (T_W - T_{amb}) \quad (20)$$

- C_t : Coeficiente de transmisión de muros ($0,32 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$)
- S : Superficie de la piscina.
- T_W : Temperatura del agua ($^{\circ}$ k).
- T_{amb}): Temperatura ambiente ($^{\circ}$ k).

2.5.4 Pérdidas por convección

Estas pérdidas van en proporción con la lámina y se aplica la siguiente fórmula.

$$P_{conv} = 3,181 * v^{0,8} * (T_W - T_{amb}) * S \quad (21)$$

- v : velocidad del viento (m/s).
- T_W : Temperatura del agua ($^{\circ}$ k).
- T_{amb} : Temperatura ambiente ($^{\circ}$ k).
- S : Superficie de la piscina (m^2).

2.5.5 Pérdidas por renovación

Según la normativa se debe asegurar una tasa de renovación de agua del 5% del volumen total.

Por eso las pérdidas por renovación son importantes y se calculan con la siguiente formula.

$$P_{ren} = V * D * C_e * (T_W - T_{red}) \quad (22)$$

- V: Volumen de agua de renovación (5%).
- D: densidad del agua, 1000 Kg/m³.
- C_e: Calor específico del agua, 4,1813 (KJ/Kg*K).
- T_W: Temperatura del agua (° k).
- T_{red}: Temperatura de agua de red (° k).

2.5.6 Las ganancias

Estas ganancias tienen un cálculo desestimado, y además son mínimas por lo que no se considera ninguna ganancia de radiación percibida.

2.5.7 Pérdidas medias de la piscina

Las pérdidas totales de la piscina se calculan después de sumar todas las pérdidas anteriores como se muestra en la siguiente tabla:

MES	P ev (W)	P rd (W)	P cond (W)	P conv (W)	P ren (W)	P Total (W)
Mayo	194971,729	14820,4948	263,2	5358,36685	878,073	216291,864
Junio	170374,786	12964	78,4	1596,10927	658,55475	185671,85
Julio	151371,646	11038,8906	-240,8	-4902,33563	439,0365	157706,437
Agosto	153601,401	11143,0521	-22,4	-456,031221	439,0365	164705,058
Septiembre	161546,109	12667,6302	319,2	6498,4449	658,55475	181689,939
Octubre	175313,615	15186,3177	548,8	11172,7649	951,24575	203172,743

Tabla 24 Pérdidas medias de la piscina y totales

En el gráfico siguiente se puede apreciar que la pérdida más importante es la evaporación, muy por encima de todas las demás, y eso se debe a la alta temperatura que tenemos y al viento de la zona.

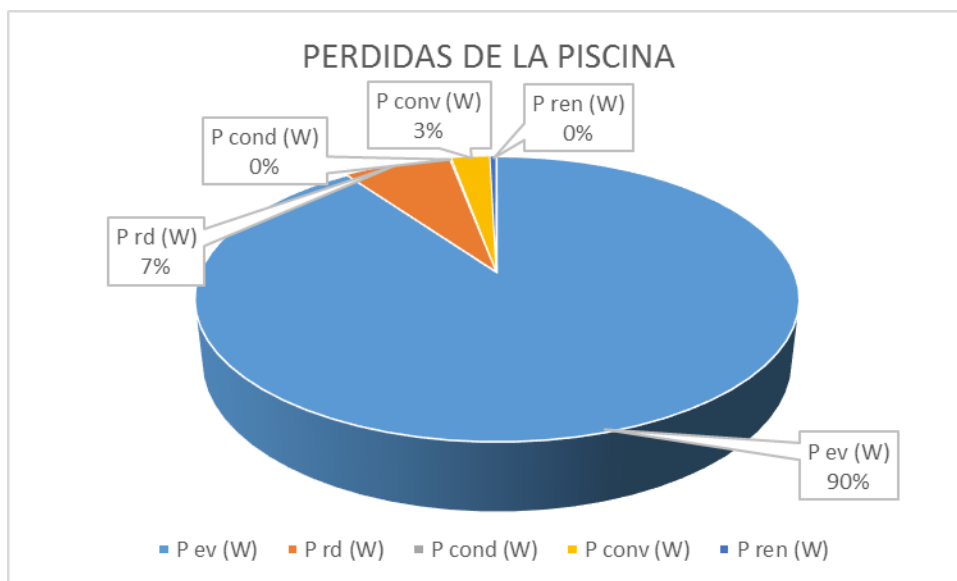


Figura 14 Pérdidas de la piscina en porcentajes

A continuación se muestran a través de la siguiente gráfica las necesidades medias para cada mes de verano de la piscina:

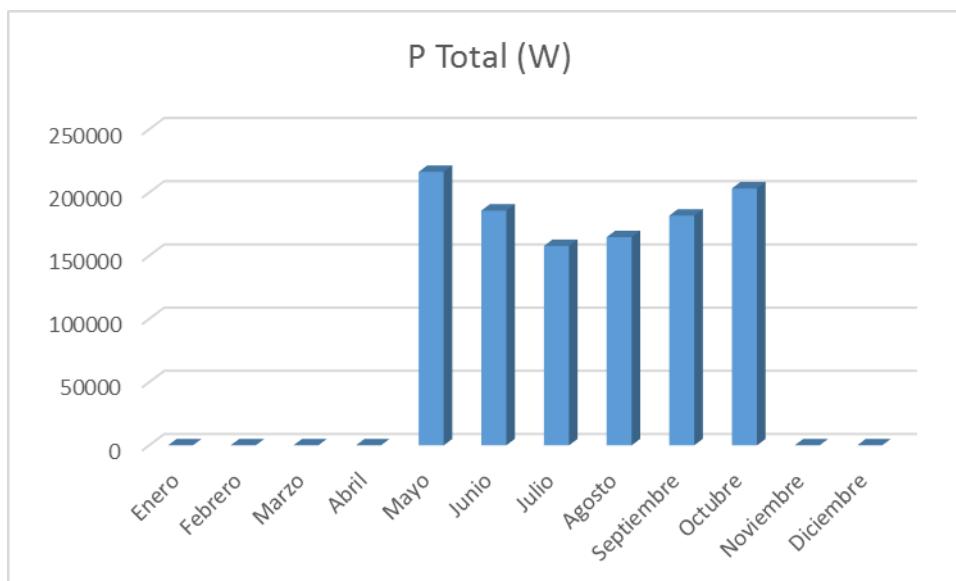


Figura 15 Necesidades medias de la piscina

Los meses en los que la demanda es mayor son mayo y octubre debido a que la temperatura exterior y la radiación del sol son menores en esos meses.

Según dicta la norma RITE, se prohíbe utilizar fuentes de energía convencional para calentar el agua de las piscinas al aire libre, solo puede calentarse mediante fuentes de energía renovable, por lo que el calentamiento de la piscina no afecta al ahorro energético.

Debido a lo explicado anteriormente el objetivo es cubrir la mayor demanda posible de ACS y calefacción en invierno, y en los meses de menor utilización de la calefacción aprovechar la energía que sobra para elevar la temperatura de la piscina y poder aumentar de dicha forma el periodo de baño.

Si la piscina no es capaz de absorber toda la cantidad de calor que producimos esta potencia se disiparía en un disipador de aire-agua, como desarrollaremos más adelante.

2.6 Necesidades energéticas del albergue

En este apartado se muestra por medio de la siguiente tabla las pérdidas mensuales de los tres sistemas, ACS, calefacción y piscina, todas pasadas a Vatios (W).

MES	Q ACS (W)	Q piscina (W)	Q calefacción (W)	Q total (W)
Enero	7.034,16	0	46.152,41	53.186,58
Febrero	6.903,90	0	40.926,56	47.830,47
Marzo	6.643,37	0	32.768,28	39.411,64
Abril	6.382,84	0	24.176,81	30.559,65
Mayo	6.252,58	216.291,86	7.604,59	230.149,03
Junio	6.122,32	185.671,85	0	191.794,17
Julio	5.992,06	157.706,44	0	163.698,50
Agosto	6.122,32	164.705,06	0	170.827,38
Septiembre	6.252,58	181.689,94	0	187.942,52
Octubre	6.382,84	203.172,74	6.425,60	215.981,19
Noviembre	6.643,37	0	31.525,59	38.168,96
Diciembre	7.034,16	0	45.513,40	52.547,56
Anual	77.766,52	1.109.237,89	235.093,24	1.422.097,65

Tabla 25 Necesidades del edificio por sistema y totales

A continuación se muestra una gráfica de los tres sistemas:



Figura 16 Necesidades medias del albergue por sistemas

Los meses de mayor demanda son mayo y octubre, debido a que las temperaturas en la zona del albergue son bajas en invierno y muy altas en verano, lo que hace que exista una gran evaporación del agua de la piscina, por lo que las potencias medias del edificio son mayores en verano.

Como ya comentamos en el apartado anterior, a la hora de diseñar nuestro sistema de captación no se tendrá en cuenta los valores máximos de los tres sistemas, sino que se hará en función a los valores máximos de calefacción y ACS, debido a lo explicado en el apartado anterior.

Entonces al tener en cuenta solo calefacción y ACS, la potencia de nuestro diseño será **53.186,58 W**.

En la siguiente tabla se muestra el consumo mensual de la instalación en KJ:

MES	Q acs (KJ)	Q piscina (KJ)	Q calefacción (KJ)	Q total (KJ)
Enero	18.491.399,81	0	123.614.619,74	142.106.019,54
Febrero	16.386.779,14	0	99.009.540,47	115.396.319,61
Marzo	17.444.716,80	0	87.766.550,38	105.211.267,18
Abril	16.544.344,32	0	62.666.294,25	79.210.638,57
Mayo	16.049.139,46	579.316.106,38	20.368.123,78	615.733.369,61
Junio	14.518.506,24	481.261.416,99	0	495.779.923,23
Julio	13.955.773,44	422.400.966,97	0	436.356.740,41
Agosto	13.955.773,44	441.145.981,93	0	455.101.755,37
Septiembre	14.518.506,24	470.940.355,88	0	485.458.862,12

Octubre	16.398.033,79	544.177.878,26	17.210.335,44	577.786.247,50
Noviembre	16.881.984,00	0	81.714.274,15	98.596.258,15
Diciembre	18.491.399,81	0	121.903.082,00	140.394.481,80
Anual	193.636.356,48	2.939.242.706,41	614.252.820,20	3.747.131.883,09

Tabla 26 Consumo medio mensual por sistema y total

El mes en el que hay menos consumo es abril, a causa de que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior es mínima, no llegando a ser suficiente para aprovecharlo en la piscina.

2.7 Necesidades energéticas del albergue

2.7.1 Bases del cálculo

Vamos a utilizar el método de las curvas f (F-chart), que es el que dicta el código técnico de la edificación para instalaciones solar térmica de baja temperatura, con el cual se consigue un cálculo suficientemente exacto para largas estimaciones.

Este método nos permitirá hacer un cálculo de la cobertura de un sistema solar, así como su contribución a la aportación de calor que necesitamos para cubrir las cargas térmicas y de su rendimiento medio en un largo periodo de tiempo.

Para ello se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y con estos datos podemos calcular el rendimiento factor de cobertura solar en cualquier tipo de edificios a través de captadores solares planos.

Se determina la fracción aportación/consumo, que debe oscilar en torno a la unidad, lo que se consigue en los meses de verano, pero no en los meses de invierno en los cuales se deberá cubrir por un sistema de apoyo.

En el método nombrado anteriormente la ecuación utilizada es la siguiente:

$$f = 1,029 * D_1 - 0,065 * D_2 - 0,245 * D_1^2 + 0,0018 * D_2^2 + 0,0215 * D_1^3 \quad (23)$$

Para realizar este cálculo se suelen seguir los siguientes pasos:

- La valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS o calefacción.
- La valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores.
- El cálculo del parámetro D_1 , que relaciona la energía absorbida por el captador con la carga calorífica mensual.
- El cálculo del parámetro D_2 , que relaciona la energía perdida por el captador con la carga calorífica mensual.

- La determinación de la gráfica f.
- La valoración de la cobertura solar mensual.
- La valoración de la cobertura solar anual y formación de tablas.

Con la siguiente fórmula se calculan las cargas caloríficas que determinan la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua:

$$Q_a = C_e * C * N * (t_{ac} - t_r) \quad (24)$$

- Q_a : Carga calorífica mensual de calentamiento de ACS (J/mes).
- C_e : Calor específico del agua (J/Kg ° C)
- C : Consumo diario de ACS (l/día).
- N : Número de días del mes.
- t_{ac} : Temperatura del agua caliente de acumulación (° C).
- t_r : Temperatura del agua de red (° C).

A continuación debemos sacar a través de la siguiente fórmula el parámetro D_1 que expresa la relación entre energía absorbida por el captador y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes:

$$D_1 = \frac{\text{energía absorbida por el captador}}{\text{carga calorífica mensual}} \quad (25)$$

De la siguiente ecuación se calcula la energía absorbida por el captador:

$$E_a = S_c * F_r'(\tau\alpha) * R_1 * N \quad (26)$$

- S_c : Superficie del captador (m^2).
- R_1 : Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (KJ/m^2).
- N : Número de días del mes.
- $F_r'(\tau\alpha)$: Factor adimensional cuya expresión es la siguiente:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n * \left[\frac{\tau\alpha}{(\tau\alpha)_n} \right]^* (F_r'/F_r) \quad (27)$$

- $F_r(\tau\alpha)_n$: Factor de eficiencia del captador, la ordenada en el origen de la curva característica a ese captador.
- $\frac{\tau\alpha}{(\tau\alpha)_n}$: Modificación del ángulo de incidencia, en nuestro caso utilizamos como constante 0,96 que es la de superficie transparente sencilla.
- F'_r/F_r : Constante del factor de corrección del conjunto captador-intercambiador con un valor de 0,95.

La siguiente fórmula nos lleva a calcular el parámetro D_2 que expresa la relación de las pérdidas de energía en el captador y la carga calorífica de calentamiento durante un mes:

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}} \quad (28)$$

Para calcular la energía perdida por el captador utilizamos la siguiente fórmula:

$$E_p = S_c * F'_r U_L * (100 - t_a) * \Delta t * K_1 * K_2 \quad (29)$$

$$F'_r U_L = F_r U_L \left(\frac{F'_r}{F_r} \right) \quad (30)$$

- S_c : Superficie del captador (m^2).
- $F_r U_L$: Pendiente de la curva característica del captador, coeficiente global de pérdidas del captador.
- t_a : Temperatura media mensual del ambiente ($^{\circ}C$).
- Δt : Periodo de tiempo considerado en segundos (s).
- K_1 : Factor de corrección por almacenamiento cuya ecuación es la siguiente:

$$K_1 = [(Kg \text{ de acumulación}) / (75 S_c)]^{-0,25}$$

$$37,5 < (Kg \text{ de acumulación}) / (m^2 \text{ de captador}) < 300$$

- K_2 : Factor de corrección, para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de red y la media mensual del ambiente, dado por la siguiente ecuación:

$$K_2 = 11,6 + 1,18t_{ac} + 3,86t_r - 2,32t_a / (100 - t_a) \quad (31)$$

- t_{ac} : Temperatura mínima de ACS.
- t_r : Temperatura de agua de red.
- t_a : Temperatura media mensual del ambiente.

Después de haber calculado los parámetros D_1 y D_2 , aplicamos la ecuación inicial de la que obtenemos la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

Una vez obtenido f , podemos calcular la energía útil captada cada mes Q_u :

$$Q_u = f * Q_a \quad (32)$$

- Q_a : Carga calorífica mensual de ACS.

Al igual que el proceso para calcular un mes, se operará para todos los meses del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas determinará la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura solar anual} = \sum_{n=1}^{n=12} Q_u \text{ necesaria} / \sum_{u=1}^{u=12} Q_a \text{ necesaria} \quad (33)$$

Todo lo anterior lo vamos a calcular con una hoja de cálculo de Excel, por lo que podremos comparar números de captadores, modelos de captadores, orientaciones, etc. Probaremos tantas veces como queramos hasta llegar a la solución que más se ajuste a nuestras necesidades.

2.7.2 *Predimensionado de la superficie de captación y volumen de acumulación*

- Cuando nos centramos en el predimensionado de la superficie captadora se deben tener en cuenta las condiciones que exponen el CTE (DBHE-4) y el RITE (ITE 10.1.3.2):
- El área total de los colectores tiene que tener un valor que cumpla la siguiente condición:

$$1,25 \leq 100A/M \leq 2 \quad (34)$$

- A : La suma de las áreas de los colectores en m^2 .

- M : Consumo medio diario de los meses de verano, en l/d.
- El volumen del depósito de acumulación tiene que cumplir en las instalaciones de consumo constante a lo largo del año lo siguiente:

$$0,8M \leq V \leq M \quad (35)$$

- V : Volumen del depósito acumulador, en litros.
- Para ACS el área total del captador tiene que tener un valor comprendido entre los siguiente:

$$50 < V/A < 180 \quad (36)$$

Después de tener en cuenta todas las normas anteriores y considerando que el consumo diario medio de ACS es de 2688 litros/día sabemos que la superficie de captación y el volumen de acumulación estará comprendido entre los siguientes valores:

$$V_{min} = 2150,4 \leq V \leq 2688 = V_{máx}$$

$$A_{min} = 33,6 \leq A \leq 53,76 = A_{máx}$$

Siguiendo los siguientes valores podemos calcular el predimensionado de ACS, por lo que el cálculo solo será como un punto de partida para el dimensionado final de la instalación.

2.7.3 *Energía teórica disponible*

En este punto vamos a calcular la energía que incide en un día medio de cada mes sobre cada metro cuadrado de superficie inclinada de los captadores, R , y para ello hemos obtenido a través de CENSOLAR los datos de irradiación horizontal media H del lugar donde se encuentra el albergue y a través de la siguiente fórmula obtenemos el resultado corregido:

$$R = K * H \quad (37)$$

- R: radiación incidente en un día medio de cada mes sobre metro cuadrado de superficie inclinada (KJ día/m^2).
- K: Factor de corrección para una latitud de $38,52^\circ$ que el la de nuestro albergue y cuya inclinación de los captadores hemos tomado 35° .
- H: Radiación solar diaria media sobre superficie horizontal (KJ día/m^2).

Hemos elegido la inclinación de los captadores según dicta la norma RITE (ITE 10.1.3.1).

MES	K	H (KJ día/m ²)	R (KJ día/m ²)
Enero	1,35	7.000,00	9.450,00
Febrero	1,27	10.100,00	12.827,00
Marzo	1,16	15.000,00	17.400,00
Abril	1,05	18.700,00	19.635,00
Mayo	0,97	21.400,00	20.758,00
Junio	0,94	23.700,00	22.278,00
Julio	0,98	25.300,00	24.794,00
Agosto	1,06	23.200,00	24.592,00
Septiembre	1,20	18.800,00	22.560,00
Octubre	1,35	12.500,00	16.875,00
Noviembre	1,45	8.700,00	12.615,00
Diciembre	1,43	6.500,00	9.295,00
Anual	1,18	15.908,33	18.838,12

Tabla 27 Disponibilidad de radiación

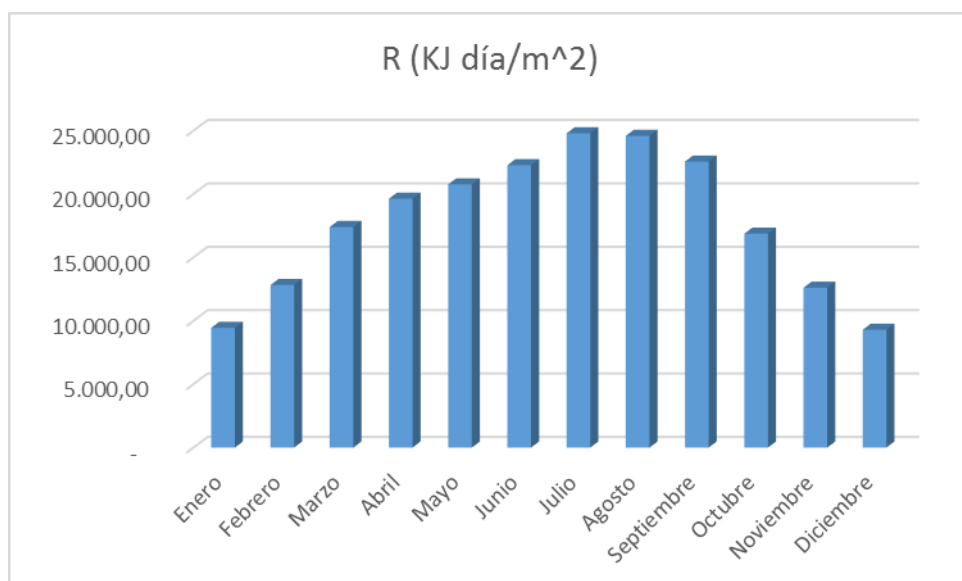


Figura17 Disponibilidad de radiación por meses

Podemos observar en el gráfico que la disponibilidad de energía es inversa al consumo de ACS + calefacción, por lo que la energía sobrante en los meses centrales del año la aprovechamos en la piscina al aire libre.

Durante todo el día no se recibe la misma intensidad de radiación sobre la superficie colectora, sino que irá variando según las horas del día, por lo que trabajaremos con una intensidad media que será el cociente entre la energía útil R incidente a lo largo del día y el tiempo útil del día, que es el tiempo que este el sol, quitando los momentos de principio y final, que la altura del sol es muy baja y la intensidad se queda por debajo de la umbral.

2.7.4 Estudio de la cobertura solar anual. Método F-Chart

Siguiendo todos los pasos que hemos detallado en el punto de bases de cálculo conseguimos calcular la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

Primero calculamos para la demanda de ACS:

- Cálculo del parámetro D_1 :
-

MES	Sc (m ²)	Fr' ()	R1	N	Ea (KJ)	D1
Enero	37,4	0,775	9450	31	8491155,75	0,46
Febrero	37,4	0,775	12827	28	10410136,7	0,64
Marzo	37,4	0,775	17400	31	15634509	0,90
Abril	37,4	0,775	19635	30	17073614,3	1,03
Mayo	37,4	0,775	20758	31	18651789,5	1,16
Junio	37,4	0,775	22278	30	19371834,9	1,33
Julio	37,4	0,775	24794	31	22278276,8	1,60
Agosto	37,4	0,775	24592	31	22096772,7	1,58
Septiembre	37,4	0,775	22560	30	19617048	1,35
Octubre	37,4	0,775	16875	31	15162778,1	0,92
Noviembre	37,4	0,775	12615	30	10969373,3	0,65
Diciembre	37,4	0,775	9295	31	8351882,83	0,45
Anual	37,4	0,775	213079	365	188109172	0,97

Tabla 28 Cálculo del parámetro D_1

- Cálculo del parámetro D_2 :

MES	Fr' UL	T _a (°C)	At (S)	K1	K2	Ep (KJ)	D2
Enero	0,00347	7,9	2.678.400	0,47793	0,8993	13.759.575	0,74
Febrero	0,00347	8,3	2.419.200	0,47793	0,9111	12.536.391	0,77
Marzo	0,00347	11,4	2.678.400	0,47793	0,9526	14.021.197	0,80

Abril	0,00347	16,6	2.592.000	0,47793	1,0134	13.587.743	0,82
Mayo	0,00347	19,3	2.678.400	0,47793	1,0126	13.575.388	0,85
Junio	0,00347	23,4	2.592.000	0,47793	0,9764	12.024.220	0,83
Julio	0,00347	28	2.678.400	0,47793	0,9548	11.420.516	0,82
Agosto	0,00347	26,5	2.678.400	0,47793	0,8997	10.985.653	0,79
Septiembre	0,00347	22,6	2.592.000	0,47793	0,9243	11.501.495	0,79
Octubre	0,00347	16,2	2.678.400	0,47793	0,9638	13.417.504	0,82
Noviembre	0,00347	11,6	2.592.000	0,47793	0,9526	13.538.271	0,80
Diciembre	0,00347	8	2.678.400	0,47793	0,8831	13.497.039	0,73
Anual	0,00347	16,65	31.536.000	0,47793	0,9453	154.115.826	0,80

Tabla 29 Cálculo del parámetro D2

- Por último la cobertura solar mensual es:

MES	f	f (%)	Q total (KJ)	Q útil (KJ)
Enero	0,3755623	37,56	128567673	48285170,78
Febrero	0,5116621	51,17	103398856	52905275,6
Marzo	0,68982729	68,98	92439242,4	63767112,19
Abril	0,77245268	77,25	67097815,1	51829886,74
Mayo	0,8450197	84,50	603983107	510377621,2
Junio	0,93527591	93,53	485150303	453749388,7
Julio	1,05377808	105,38	426139121	449056062,3
Agosto	1,050342	105,03	444884136	467280490,9
Septiembre	0,94574239	94,57	474829241	449066139,7
Octubre	0,70702482	70,70	565780544	400020887,4
Noviembre	0,52010252	52,01	86236234,2	44851682,77
Diciembre	0,37027732	37,03	126856136	46971949,57
Anual		0,84	3605362408	3038161668

Tabla 30 Cobertura solar anual y por meses de ACS

La cobertura solar anual de ACS es 71,06 %.

La cobertura que hemos obtenido la hemos sacado después de probar con distintas superficies y tipos de captadores hasta dar con el resultado más favorable.

La cobertura solar anual de 71,06 % que va a tener nuestro albergue se tendrá con una superficie de captación de 37,4 m², lo que equivale a 20 captadores, ya que hemos elegido un captador de 1,87 m², de superficie de captación, por lo que cumple todas las normas del CTE en DB HE-4 en la contribución solar mínima y en las limitaciones de dimensionado, ya que la norma dice que ningún mes del año puede sobrepasar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% por lo

que cumple dicha norma ya que en nuestro caso ningún mes del año supera el 110%, y solo dos meses, julio y agosto, superan el 100% de la demanda energética.

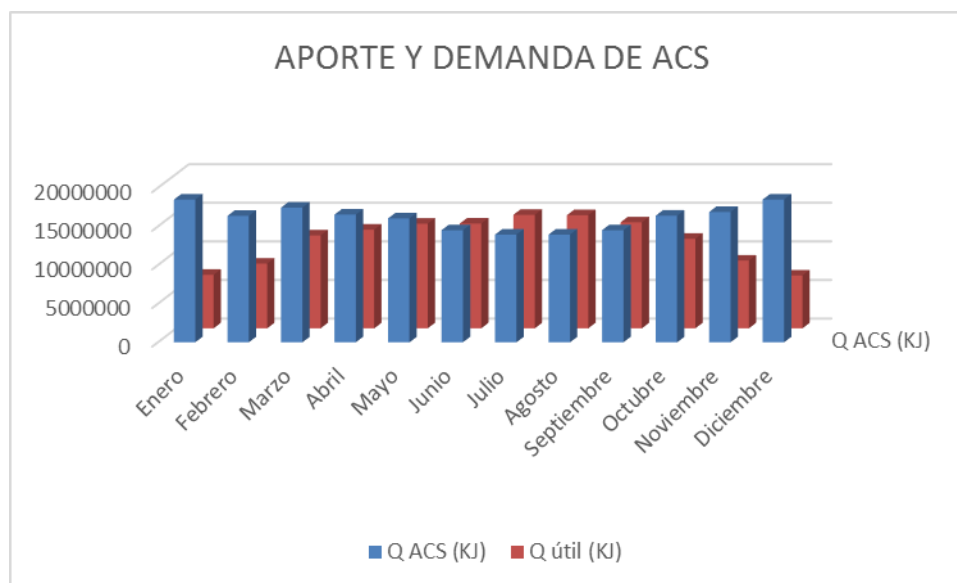


Figura 18 Aporte y demanda del sistema de ACS

Según la ley este sería el objetivo, pero nuestro objetivo se aparta de éste, ya que el nuestro es crear una instalación que pueda cubrir el máximo consumo de ACS y alcance un óptimo valor para el sistema de calefacción.

Para conseguir dicho objetivo hemos elegido un sistema centralizado, con depósitos centralizados para minimizar las pérdidas e incrementar el rendimiento.

Para conseguir que el proyecto sea lo más económico posible, y el espacio utilizado de cubierta y de volumen de acumulación sea el mínimo posible, dimensionamos la instalación para ACS, calefacción y piscina.

MES	f	f (%)	Q total (KJ)	Q útil (KJ)
Enero	0,26677379	26,68	142106020	37910160,82
Febrero	0,39818914	39,82	115396320	45949560,81
Marzo	0,61927543	61,93	105211267	65154752,88
Abril	0,82477775	82,48	79210638,6	65331172,08
Mayo	0,15003537	15,00	615733370	92381786,62
Junio	0,19271321	19,27	495779923	95543342,21
Julio	0,24972748	24,97	436356740	108970270,4
Agosto	0,23852629	23,85	455101755	108553731,8
Septiembre	0,19942258	19,94	485458862	96811461,03
Octubre	0,12927842	12,93	577786247	74695295,22
Noviembre	0,47580765	47,58	98596258,2	46912853,68
Diciembre	0,26578209	26,58	140394482	37314338,85

Anual		0,23	3747131883	875528726,3
-------	--	------	------------	-------------

Tabla 31 Cobertura solar de ACS + calefacción + piscina

La cobertura solar anual de ACS + calefacción + piscina es 23,36%.

La cobertura solar anual de ACS + calefacción es 73,75 %.

La cobertura que hemos obtenido la hemos sacado después de probar con distintas superficies y tipos de captadores hasta dar con el resultado más favorable.

La cobertura solar anual de 23,36 % que va a tener nuestro albergue se tendrá con una superficie de captación de 196,35 m², lo que equivale a 105 captadores, ya que hemos elegido un captador de 1,87 m², de superficie de captación, por lo que cumple todas las normas del CTE en DB HE-4 en la contribución solar mínima y en las limitaciones de dimensionado.

A continuación se muestra en la siguiente gráfica la cobertura mensual del sistema para el total de la demanda de la instalación.



Figura 19 Aporte y demanda de ACS + calefacción + piscina

Ahora separamos cada uno de los sistemas para ver la cobertura mensual proporcionada por separado.

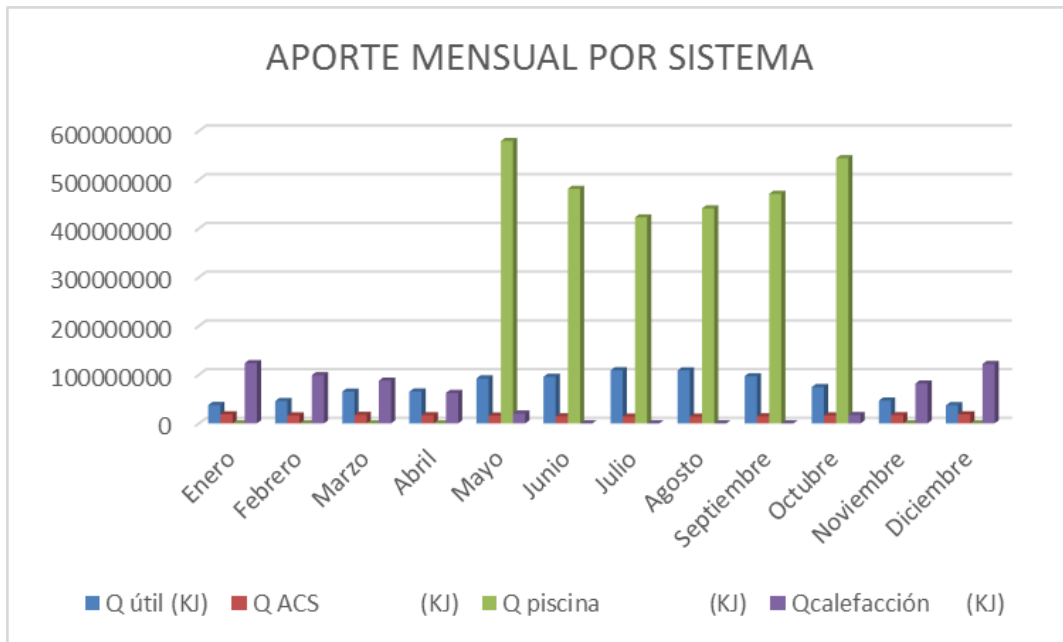


Figura 20 Aporte y demanda de ACS + calefacción + piscina

Podemos apreciar que se cubre el 100% de la demanda de ACS, un porcentaje bastante alto de calefacción y para los meses de verano todo el calor que sobra del sistema lo aprovechamos en la piscina para elevar el agua de ésta.

2.8 Ahorro energético y económico

Vamos a calcular el ahorro energético y económico del total de la instalación solar mensual y anualmente. En este momento el precio del gas natural es de 0,04075049 €/KW h.

MES	AHORRO (MJ)	AHORRO (KW h)	AHORRO ECONÓMICO (€)
Enero	37.910,16	10.530,61	429,13
Febrero	45.949,56	12.763,78	520,13
Marzo	65.154,75	18.098,56	737,53
Abril	65.331,17	18.147,56	739,52
Mayo	92.381,79	25.661,63	1.045,72
Junio	95.543,34	26.539,84	1.081,51
Julio	108.970,27	30.269,54	1.233,50
Agosto	108.553,73	30.153,84	1.228,78
Septiembre	96.811,46	26.892,09	1.095,87
Octubre	74.695,30	20.748,71	845,52
Noviembre	46.912,85	13.031,36	531,03
Diciembre	37.314,34	10.365,10	422,38
Anual	875.528,73	243.202,62	9.910,63

Tabla 32 Ahorro medio mensual y anual del sistema

Tenemos un ahorro anual de 9.910,63 €/año para el albergue.

En la gráfica podemos apreciar la distribución del ahorro durante los distintos meses del año:

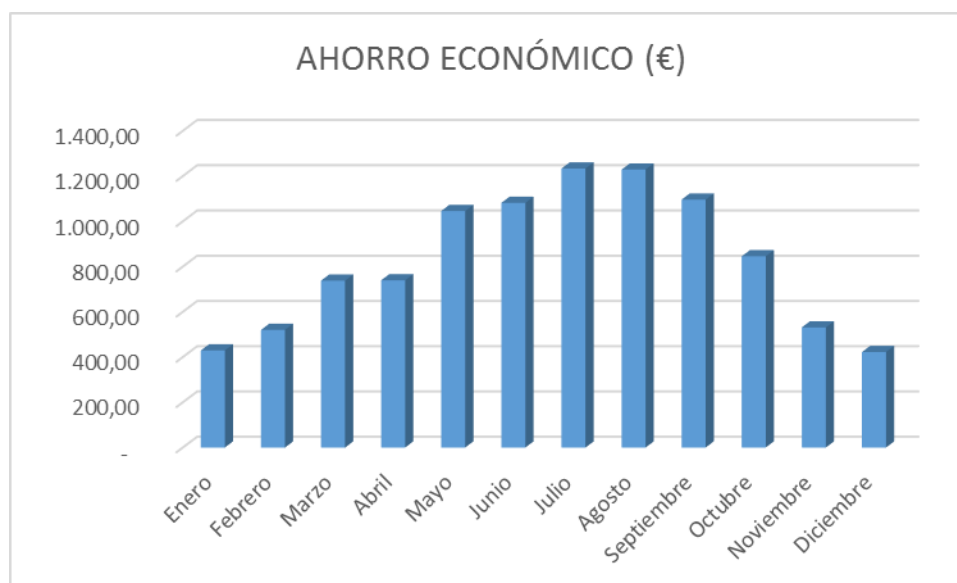


Figura 21 Ahorro medio mensual del sistema

3 PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Sistema de captación

3.1.1 Captador elegido

Después de probar con muchos colectores para obtener el resultado más adecuado para nuestra instalación hemos sabido que el más adecuado para nuestro albergue es el colector de la marca chromagen, y el elegido dentro de dicha marca ha sido el modelo PA-D cuyas características las ponemos a continuación (Merkasol Chromagen, s.f.):

PA-D

Dimensiones y pesos

Largo total	1.900 mm
Ancho total	1.090 mm
Fondo	90 mm
Área total	2,10 m ²
Área de apertura	1,87 m ²
Área del absorbedor	1,77 m ²
Peso en vacío	31 Kg
Capacidad del fluido	1,2 l
Fluido caloportador	agua o agua glicolada
Tª de estancamiento	220 °C
Flexión máxima del captador	1.000 Pa

Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h. m ²
Caída de presión (mm.c.a)	1,93.qi ² +5,52qi (l/min)



Calidades de fabricación

Absorbedor | Aleta de aluminio soldada por láser a parrilla de conductos de cobre. Recubrimiento selectivo de titanio de alta eficiencia. Absortividad 0,95 y Emisividad 0,05.

Aislamiento | Capa de poliuretano rígido inyectado más capa adicional de lana mineral, ambas de 25mm de espesor.

Vidrio solar | Panel único de vidrio solar de 3,2mm de espesor rodeado por una junta de goma de EPDM.

Parrilla de tubos | Cobre de 8mm de diámetro conectada a tuberías colectoras de 22mm.

Dorso | Polipropileno negro moldeado.

Lámina de aluminio | Adherida al aislamiento actúa como barrera contra pérdidas de calor por el dorso del captador.

Carcasa | Aluminio anodizado AL6063-T5.

Conexiones roscadas | Conexiones hembra roscadas de 3/4" de bronce.

Figura 22 Características del captador

Curva de rendimiento térmico

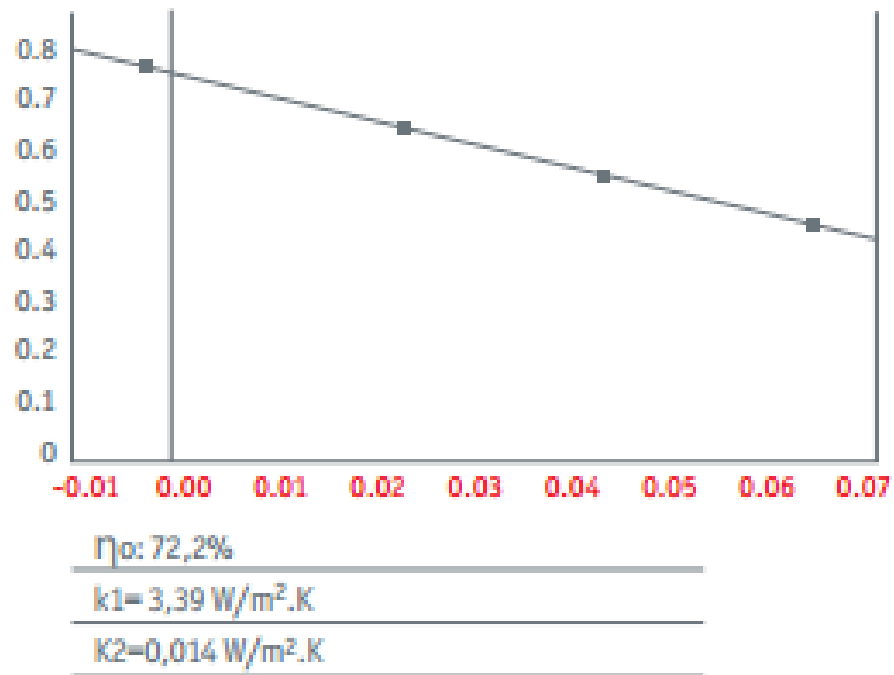


Figura 23 Curva de rendimiento del captador

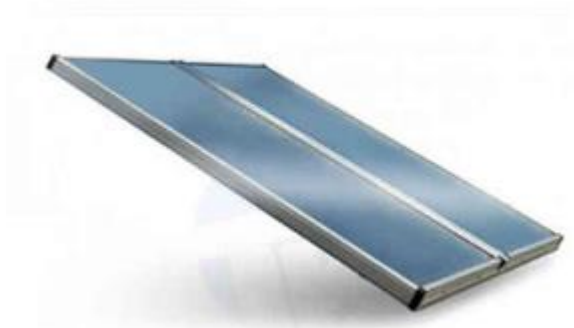


Figura 24 Captador PA-D chromagen

3.1.2 Dimensionado de la superficie

Una vez conocida la suma de la demanda de todos los sistemas y el área del captador que hemos elegido se puede obtener el área real de nuestra instalación.

El área total de captación es el siguiente:

$$A_{\text{captación}} = N^{\circ}_{\text{captadores}} * A_{\text{captador}} = 105 * 1,87 = 196,35\text{m}^2$$

3.1.3 Inclinación y orientación de los captadores

En este punto vamos a calcular los límites de inclinación y orientación de los captadores de acuerdo a las pérdidas máximas admisibles.

Las pérdidas se calculan teniendo en cuenta lo siguiente:

- Ángulo de inclinación, β , es el ángulo que forma con el plano horizontal la superficie de los módulos. El valor es de 0 para horizontales y 90 para verticales.
- Ángulo de acimut, α , es el ángulo que hay entre la proyección sobre el plano horizontal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Los valores son de 0° para los módulos orientados al sur, -90° para los orientados al este y 90° para los que están orientados al oeste.

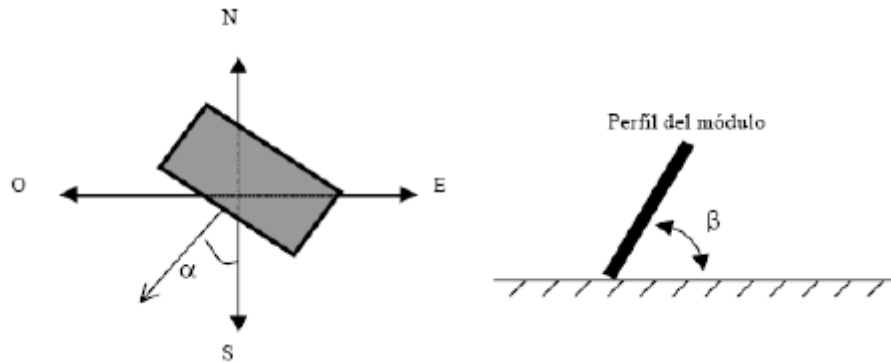


Figura 25 Los ángulos principales de los captadores

Para nuestro caso las pérdidas máximas según el CTE DB HE-4 son del 10%, ya que es un caso general, porque no tenemos ningún tipo de problemas por proximidad de otros edificios que puedan proyectarnos sombras sobre nuestras placas solares.

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

Tabla 33 Pérdidas por sombras

Nuestro ángulo azimut será $\alpha=0^\circ$, ya que los paneles solares los vamos a colocar orientados al sur.

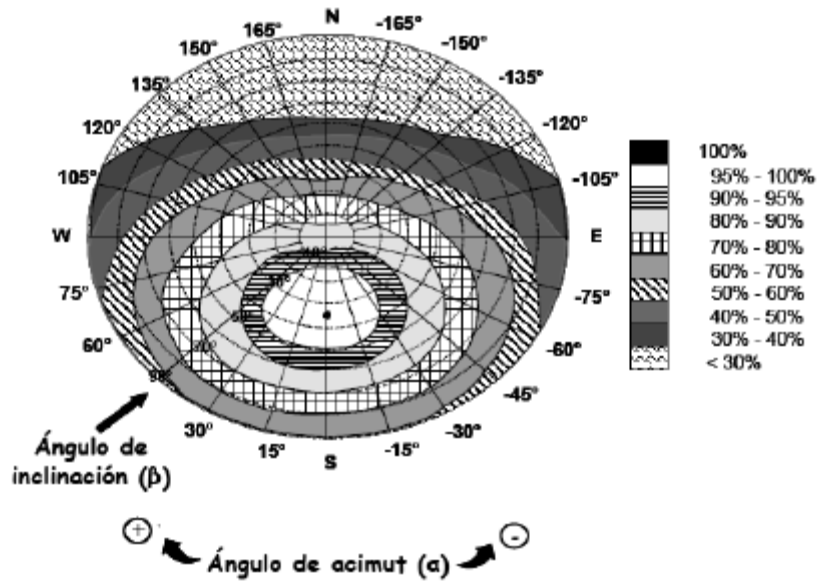


Figura 26 Gráfico de pérdidas por orientación

A continuación y con el gráfico que mostramos anteriormente, vamos a calcular los valores máximos de inclinación de los paneles solares para nuestro caso que tenemos una latitud de $38,52^\circ$. Los puntos de intersección del límite de pérdidas son del 10%, con lo que cogemos el borde de la región del 90%-95%, y el acimut que tenemos es de 0° , valores con los cuales y a partir del gráfico anterior obtenemos dichos valores.

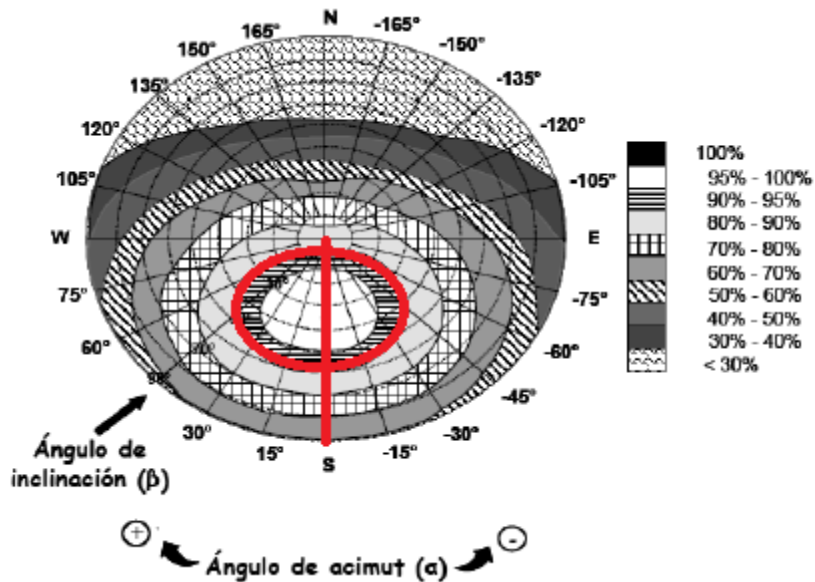


Figura 27 Gráfico de pérdidas por orientación

Para la latitud de 41° que es la del gráfico, tenemos que:

- Inclinación máxima: 60°.
- Inclinación mínima: 7°.

Una vez obtenido la máxima y la mínima procedemos a corregir para la latitud de nuestro lugar que es 38,52°:

- $Inclinación\ máxima = Inclinación\ Máx.\ (latitud\ 41^\circ) - (41^\circ - Latitud)$
 $Inclinación\ máxima = 60 - (41 - 38,52) = 57,52^\circ$
- $Inclinación\ mínima = Inclinación\ Mín.\ (latitud\ 41^\circ) - (441^\circ - Latitud)$
 $Inclinación\ mínima = 7^\circ - (41^\circ - 38,52) = 4,52^\circ$

La inclinación que obtenemos debe estar entre estos dos valores que hemos calculado, y para saber qué valor escoger hemos estudiado diversos factores y nos hemos guiado por lo que aconseja la siguiente norma E1 RITE ITE que dice lo siguiente:

Tipo de demanda	Inclinación
Demanda constante anual	Latitud geográfica
Demanda preferente en invierno	Latitud + 10°
Demanda preferente en verano	Latitud - 10°

Tabla 34 Valores aconsejados de inclinación por el RITE

Para este proyecto hemos elegido una inclinación de 35°, como hemos dicho anteriormente después de estudiar diversos factores hemos concluido que es una inclinación adecuada para nuestra instalación, y además es muy próxima a la latitud de nuestro lugar.

A continuación y a través de la siguiente ecuación vamos a calcular los datos exactos de pérdidas de nuestro sistema, aunque según el CTE HE-4 esta ecuación debe aplicarse en casos en los que nuestra inclinación estuviera cerca de los límites de inclinación:

$$Pérdidas (\%) = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 * 10^{-5} * \alpha^2)$$

$$Pérdidas (\%) = 100 * (1,2 * 10^{-4} * (35 - 38,52)^2 + 3,5 * 10^{-5} * 0^2) = 0,14868\%$$

Por último nuestras orientaciones quedarían de la siguiente forma:

- **Ángulo de inclinación: $\beta=35^\circ$.**
- **Ángulo de azimut: $\alpha=0^\circ$.**

3.1.4 Distancia entre filas y determinación de sombras

La siguiente ecuación la utilizamos para sacar la distancia d entre las filas de los captadores:

$$d = h/tg(61^\circ - Latitud)$$

- $1/tg(61^\circ - Latitud)$ es un coeficiente adimensional denominado K que toma los siguiente valores:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,6	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 35 Coeficiente K en función de la inclinación del captador

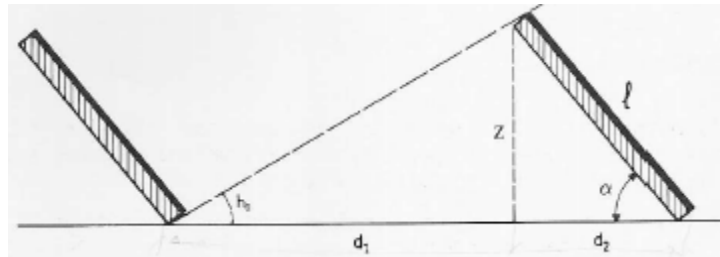


Figura 28 Distancias a elementos que puedan proyectar sombras

La distancia d se mide sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación.

Deberá de garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía.

Nuestra cubierta donde vamos a instalar los colectores tiene una inclinación de 0° sobre la horizontal por lo que la estructura que necesitamos para colocar los captadores los inclinará 35° .

Por tanto la distancia entre cada fila de captadores es:

$$K = \frac{1}{tg(61^\circ - latitud)} = 2,4166$$

Después de hacer varios cálculos trigonométricos con lo que mide la placa y con la inclinación de la misma con respecto a la horizontal del tejazo, sacamos h y d_2 y procedemos a calcular la distancia d , que es la suma de d_1 y d_2 .

$$d_1 = h * K$$

$$d_1 = 1089,679mm * 2,4166 = 2633,29mm$$

$$d_2 = \cos 35^\circ * 1,9 = 1556,4 mm$$

$$d = d_1 + d_2 = 2633,29 + 1556,4 = 4189,69mm$$

Ya hemos calculado los únicos elementos que causan sombra en las placas, siendo así éstos los únicos, sin haber más cosas que puedan causar sombra.

3.1.5 *Conexión de los captadores*

El diseño del sistema de captación lo hemos dividido en 3 ramales, lo máximo que nos ha dejado la cubierta del edificio principal del albergue, y en cada ramal hemos colocado 35 placas solares a lo largo de toda la cubierta. En cada ramal el retorno se hace de forma invertida para conseguir un sistema hidráulico que sea lo más equilibrado posible.

Vamos a agrupar los colectores en baterías de cinco captadores, por lo que tendremos un total de 21 baterías de captadores. Hemos elegido este diseño por su sencillez de montaje, mantenimiento y en caso de reparación es de los más sencillos, ya que cada batería debe llevar válvulas de esfera en las entradas y salidas con el fin de poder desconectar en labores de mantenimiento reparación sin perder el fluido del circuito.

La conexión es en paralelo, porque la temperatura que se alcanza así es suficiente para el uso en ACS y calefacción, siendo de esta forma bastante mayor el caudal, y también cuanto mayor sea el salto térmico mayor es el rendimiento de los captadores, y el mayor salto térmico se consigue conectando en paralelo, por lo que obtendremos el mayor rendimiento de los captadores.

En el siguiente esquema se puede ver la conexión de los captadores:

3.2 Sistema de acumulación

Debemos de prever una acumulación acorde con la demanda del albergue ya que ésta no es simultánea con la generación, ya que el sistema solar va en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia que genera el captador.

Al instalar un sistema de acumulación estamos facilitando la limitación de temperatura, manteniendo el rendimiento de los captadores solares a un nivel aceptable, por lo que el dimensionado debe ser correcto, ya que una excesiva acumulación provocaría unas pérdidas caloríficas muy altas y no sería aceptable y por el contrario un sistema de acumulación insuficiente podría generar una temperatura de trabajo muy elevada, por lo que tampoco sería aceptable.

Vamos a independizar el sistema de acumulación de ACS del sistema de acumulación de la calefacción y por eso vamos a utilizar dos acumuladores independientes. Gracias a esto el rendimiento será mayor, aunque también es verdad que aumentara algo el coste.

Para el sistema de acumulación de ACS como ya dijimos en puntos anteriores la temperatura será de 60°C como dicta la norma UNE 100.030 para evitar problemas de legionela, y a la hora de distribuir el agua para el consumo esta temperatura se verá reducida a 45°.

Para aprovechar lo máximo posible la energía y evitar pérdidas de estratificación de los depósitos las tomas van a estar situadas en los puntos que nombramos a continuación:

- Inyección de agua caliente del intercambiador: entre el 50 y el 75% de la altura del mismo.
- Extracción de agua hacia el intercambiador: por la parte inferior del depósito.
- Extracción de agua caliente para el consumo: por la parte superior del depósito.

A continuación vamos a nombrar los materiales más utilizados para los depósitos:

- Acero inoxidable: nunca tiene ningún problema de corrosión, pero el precio es mayor.
- Acero: Este si debe ser protegido frente a la corrosión a través de pintura, galvanizado,..., pero es más barato que el acero inoxidable.
- Aluminio: No es el más aconsejable ya que puede presentar muchos problemas de corrosión.

3.2.1 Dimensionado del volumen de acumulación

Nuestro albergue está siempre completo, por lo que la instalación tiene un permanente uso, por lo que tenemos que seleccionar un acumulador que sea igual a la carga de consumo, ya que como hemos dicho anteriormente es muy importante el dimensionado, pudiendo ser un grave error quedarnos insuficientes o excedernos en el dimensionado.

Nuestra instalación va a tener dos sistemas de acumulación, el sistema de acumulación de ACS que va a estar construido por un depósito de 2500 L y el de calefacción que será de 8.000 L.

- Para acumulación solar:

Según dice la norma vigente el volumen de acumulación tiene que cumplir las condiciones impuestas por RITE ITE 10.1.3.2 y el CTE HE-4, para instalaciones como la nuestra, de uso constante a lo largo del año:

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 180 \rightarrow \frac{V}{A} = \frac{10.500}{196,35} = 53,48 \text{ CUMPLE la condición}$$

- Para acumulación del sistema de calefacción:

La demanda energética de calefacción es mucho mayor que la de ACS, por lo que siguiendo lo que dicta la norma RITE, el volumen de acumulación del sistema de calefacción deberá ser de dos depósitos de 4.000 litros cada uno conectados entre sí, ya que no ha sido posible encontrar acumuladores de 8.000 litros.

El sistema total de acumulación será de 10.500 litros, dividido en tres depósitos como hemos nombrado anteriormente.

3.2.2 Elección del sistema de acumulación

A continuación mostramos los acumuladores seleccionados para cada una de las acumulaciones de nuestro sistema:

- Sistema de acumulación solar:

El acumulador seleccionado es de la marca chromagen, y es el único que tiene una capacidad de 2.500 litros, sus características son:

- Acumulador de acero al carbono con revestimiento idóneo para instalaciones de ACS, según la normativa DIN 4753-3.
 - Suministra con un sistema de protección anódica y aislamiento estándar de poliuretano rígido de 100mm para 2500 litros.
 - Terminación exterior con funda de skay.
-
- Sistema de acumulación de calefacción:

Hemos seleccionado un acumulador que pertenece a la marca chromagen, y es el único que tiene una capacidad de 4000 litros sus características son:

- Acumulador construido en acero al carbono con revestimiento interno de resina epoxídica adecuado para estas instalaciones según la normativa DIN 4753-3.
- Se suministra con un sistema de protección anódica y aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm.
- Terminación exterior con funda de skay.



Figura 29 Depósito de acumulación

3.2.3 Justificación de la elección del sistema de almacenamiento

Vamos a nombrar diversos motivos por los que hemos elegido los sistemas de acumulación dichos en el punto anterior:

- Un material de fabricación adecuado para la aplicación que le vamos a dar en el albergue.
- Facilidad a la hora de reparaciones y mantenimiento.
- Lo hemos diseñado lo mejor posible para que el coste sea menor, fraccionando lo mínimo posible el volumen.
- Hemos ganado en eficiencia energética ya que al tener volúmenes mayores las pérdidas son menores, y la inercia es mayor, lo que favorece a la instalación.

3.2.4 Ubicación del sistema de almacenamiento

Nuestro sistema de almacenamiento lo vamos a situar en la sala de instalaciones, que está dentro del almacén del albergue, lugar donde también se encuentra la caldera y los grupos de bombeo. Es el lugar más apropiado, ya que es una sala bastante amplia en el que no habrá problema de espacio y será cómoda a la hora de hacer las tareas de mantenimiento o reparaciones.

Para la situación de dicho sistema hemos tenido en cuenta varios factores que nombramos a continuación:

- Estos acumuladores son pesados por lo que al situarlos en esta zona evitamos tener riesgos en la estructura del edificio.
- No utilizamos ningún espacio que pueda ser utilizado para los clientes del albergue.
- Una zona bastante cómoda para su mantenimiento y reparación sin molestias de los huéspedes.
- Esta cerca del sistema de captación, ya que se encuentra al lado del edificio principal donde hemos situado las placas solares y al lado de la piscina.

3.2.5 Tratamiento antilegionela en el acumulador de ACS

Para el tratamiento antilegionela existen dos posibilidades, que nombramos a continuación:

1. La solución directa es el calentamiento de todo el volumen de acumulación mediante el grupo térmico, pero desde el punto de vista de la eficiencia energética esta solución no es la más adecuada.
2. Y la solución que nosotros elegimos y que es la más apropiada, que consiste en aislar periódicamente los depósitos solares del circuito de

alimentación del agua de red y una vez aislados los depósitos solares, los colectores se encargaran de que se alcanza la temperatura de tratamiento. Es preciso contar con una bomba que mezcle el contenido de los depósitos durante el tratamiento antilegionela, para homogenizar los depósitos y evitar zonas frías.

Nuestra instalación cumple todos los requisitos que establece la UNE 100030, que corresponde a la prevención y proliferación de la legionelosis.

3.3 Sistema de intercambio

Es el que se encarga de pasar la energía que han obtenidos las placas solares al sistema de acumulación. Para nuestro proyecto hemos elegido para el intercambio de energía entre el circuito primario y el secundario un intercambiador de placas externo que enlaza los dos circuitos, que se le conoce como sistema de termo transferencia indirecta.

En el sistema no habrá ningún momento en el que se mezcle el fluido caloportador con el agua de acumulación.

El inconveniente que tienen los intercambiadores es que pierden rendimiento debido a la diferencia de temperatura entre los líquidos de ambos circuitos, y para evitarlo, la temperatura del circuito primario debe ser superior a la del circuito secundario, lo que supone un aumento en el presupuesto.

El rendimiento y la eficiencia del intercambiador son los dos parámetros más importantes. El rendimiento es el cociente entre la energía que entra al intercambiador y la que transferimos al circuito secundario, y nunca esta pérdida puede ser superior al 5%. La eficiencia es la relación entre la energía calorífica intercambiada y la máxima que teóricamente podría intercambiarse. Esta eficiencia nunca tiene que ser inferior a 0,7. Cuanto menor es esta eficiencia mayor tendrá que ser la temperatura de entrada en los colectores, lo que disminuiría el rendimiento.

3.3.1 Determinación de los intercambiadores

Tenemos un gran intercambio de energía entre el circuito de los captadores y el sistema de acumulación, por lo que utilizaremos intercambiadores de calor de placas externos a los sistemas de acumulación, porque son los que producen un mayor rendimiento a la hora de hacer el intercambio a la vez que una eficiencia más elevada.

También al utilizar este sistema y teniendo en cuenta los fluidos de trabajo hemos concluido que son los intercambiadores más apropiados, ya que tienen un coste muy bajo y ocupan un espacio muy reducido.

A continuación mostramos la fórmula que hay que aplicar para averiguar que potencia mínima de diseño del intercambiador necesitamos basándonos en el área de los colectores:

$$P(W) \geq 500 * A(m^2)$$

3.3.2 Elección de los intercambiadores

Aplicando la fórmula anterior sabemos que la potencia mínima de los intercambiadores tiene que ser:

$$P_{min} = 500 * 196,35 = 98.175W = 84.415,305 Kcal/h$$

Ahora calculamos el caudal máximo que circula por el circuito primario del intercambiador, teniendo en cuenta que nuestro caudal recomendado en la placa que hemos elegido es de $45 \frac{l}{hm^2}$:

$$Q_{max} = 196,35 m^2 * 45 \frac{l}{hm^2} = 8835,75 l/h$$

- Sistema de ACS (Salvador Escoda, s.f.):

Hemos elegido un intercambiador de la empresa salvador escoda S.A., el modelo M3-FG de 20 placas.

Las características de dicho cambiador son las que están señaladas con rojo en la siguiente figura:

Modelo	N° Placas	Paneles	(1°) Panel 55°C		(2°) A.C.S. 45°C		Pot. Kcal/h
			l/h	m.c.a.	l/h	m.c.a.	
M3FG H	8	5	600	0,77	600	1,17	6.000
M3FG H	12	10	1.200	1,22	1.200	1,52	11.400
M3FG H	20	20	2.400	1,76	2.400	1,89	22.800
M3FG H	28	30	3.600	2,06	3.600	2,08	34.200
M3FG H	35	40	4.800	2,53	4.800	2,23	45.600
M3FG H	43	50	6.000	2,64	6.000	2,33	56.400
T5M L	21	60	7.200	2,46	7.200	2,07	67.800
T5M L	23	70	8.400	2,98	8.400	2,50	79.200
T5M L	27	80	9.600	2,62	9.600	2,21	90.600
T5M L	29	90	10.800	2,91	10.800	2,45	102.000
T5M L	33	100	11.900	2,74	11.900	2,30	112.800

Tabla 36 Características del intercambiador de ACS

- Sistema de calefacción (Salvador Escoda, s.f.):

Hemos elegido un intercambiador de la empresa salvador escoda S.A., el modelo T5-ML de 27 placas.

Las características de dicho cambiador son las que están señaladas con rojo en la siguiente figura:

Modelo	N° Placas	Paneles	(1°) Panel 55°C		(2°) A.C.S. 45°C		Pot. Kcal/h
			l/h	m.c.a.	l/h	m.c.a.	
M3FG H	8	5	600	0,77	600	1,17	6.000
M3FG H	12	10	1.200	1,22	1.200	1,52	11.400
M3FG H	20	20	2.400	1,76	2.400	1,89	22.800
M3FG H	28	30	3.600	2,06	3.600	2,08	34.200
M3FG H	35	40	4.800	2,53	4.800	2,23	45.600
M3FG H	43	50	6.000	2,64	6.000	2,33	56.400
T5M L	21	60	7.200	2,46	7.200	2,07	67.800
T5M L	23	70	8.400	2,98	8.400	2,50	79.200
T5M L	27	80	9.600	2,62	9.600	2,21	90.600
T5M L	29	90	10.800	2,91	10.800	2,45	102.000
T5M L	33	100	11.900	2,74	11.900	2,30	112.800

Tabla 37 Características del intercambiador de calefacción

- Sistema de piscina (Salvador Escoda, s.f.):

Hemos elegido un intercambiador de la empresa salvador escoda S.A., el modelo M3-FG de 34 placas.

Las características de dicho cambiador son las que están señaladas con rojo en la siguiente figura:

Modelo	N° Placas	Paneles	(1°) Panel 55°C		(2°) Piscina 25°C		Piscina m2	Pot. Kcal/h
			l/h	m.c.a.	l/h	m.c.a.		
T2BFG	5	5	600	1,79	400	0,75	10	6.000
T2BFG	7	10	1.200	2,79	800	1,30	20	11.400
T2BFG	12	20	2.400	3,05	1.600	1,91	40	22.800
T2BFG	18	30	3.600	3,50	2.400	1,91	60	34.200
M3FG	17	40	4.800	2,67	3.200	1,25	80	45.600
M3FG	20	50	6.000	2,72	3.800	1,41	95	56.400
M3FG	23	60	7.200	3,26	4.600	1,44	115	67.800
M3FG	27	70	8.400	3,36	5.400	1,49	135	79.200
M3FG	30	80	9.600	3,51	6.000	1,62	150	90.600
M3FG	34	90	10.800	3,71	6.800	1,69	170	102.000
M3FG	38	100	11.900	3,90	7.600	1,79	190	112.800

Tabla 38 Características del intercambiador de piscina

Todos los intercambiadores son de placas inoxidable, a continuación mostramos unas figuras de los intercambiadores que hemos elegido:



Figura 30 Intercambiador T5-ML

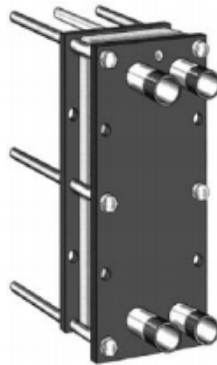


Figura 31 Intercambiador M3-FG

3.4 Fluido de trabajo

El fluido caloportador ha sido elegido siguiendo las siguientes especificaciones, y éste circula por el circuito hidráulico primario que es el que conecta los captadores con el resto de la instalación solar.

En La Solana población donde se encuentra nuestro albergue tenemos una temperatura mínima histórica de -8°C , dato sacado de IDEA, por lo que necesitamos un anticongelante para protección en caso de heladas.

Los fluidos más comunes son:

- Agua natural.
- Agua con adición de anticongelante.

- Líquidos orgánicos sintéticos o derivados del petróleo.
- Aceites de silicona.

En nuestro caso vamos a utilizar el agua con adición de anticongelante, ya que es de los más económicos y de fácil accesibilidad, y además lo indica en las especificaciones generales que da el fabricante de los colectores solares elegidos. Por lo que se cumple la ITE 10.1.4, fluido portador del reglamento de instalaciones térmicas, que dice que para circuitos cerrados el fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Vamos a utilizar una mezcla de agua con etilenglicol, y la concentración del fluido anticongelante en la mezcla se calcula a partir del siguiente gráfico:

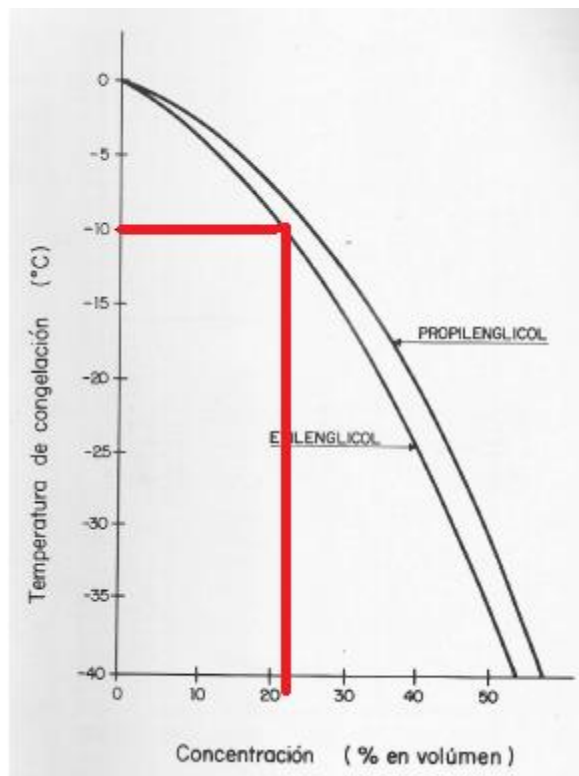


Figura 32 Porcentaje de etilenglicol en función de la T^a de congelación

Hemos dado un margen de congelación hasta los -10°C , y aplicando la gráfica anterior nos sale una proporción de anticongelante de etilenglicol de 22% del peso total de fluido caloportador en todo el circuito primario, siendo el resto agua.

Del gráfico que mostramos a continuación se obtiene el calor específico de la mezcla:

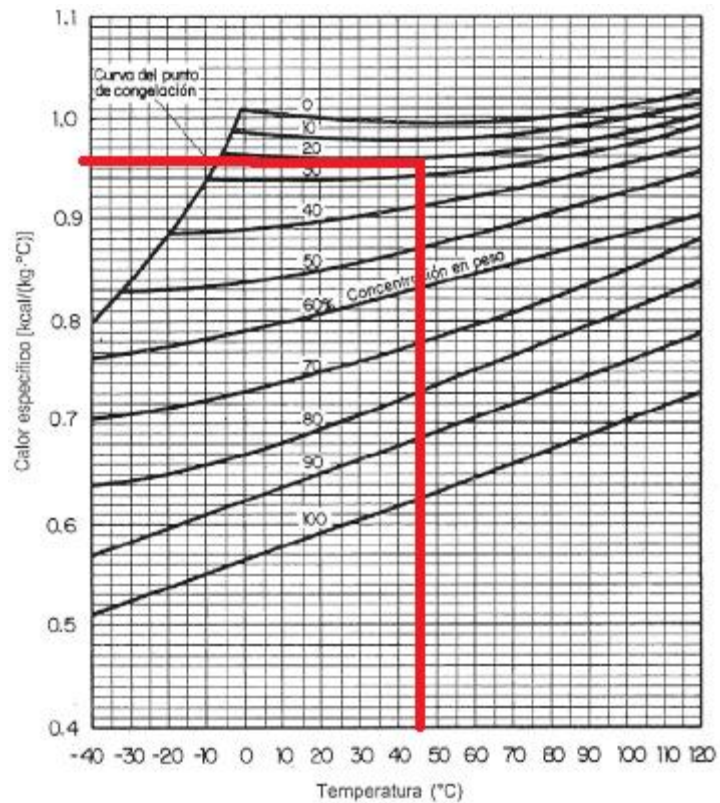


Figura 33 Calor específico de la mezcla en función de la T^a y la concentración

El calor específico que obtenemos de la gráfica anterior es $0,96 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ \text{C}$ a 45°C . Las especificaciones técnicas dicen que para el rango de temperaturas, en ningún momento el calor específico puede ser inferior a $0,7 \text{ Kcal/kg} \cdot ^\circ \text{C}$, por lo que si observamos el gráfico podemos comprobar que se cumple dicha norma.

Por último y a través de otra gráfica que mostramos a continuación, vamos a obtener el valor de la viscosidad a 45°C :

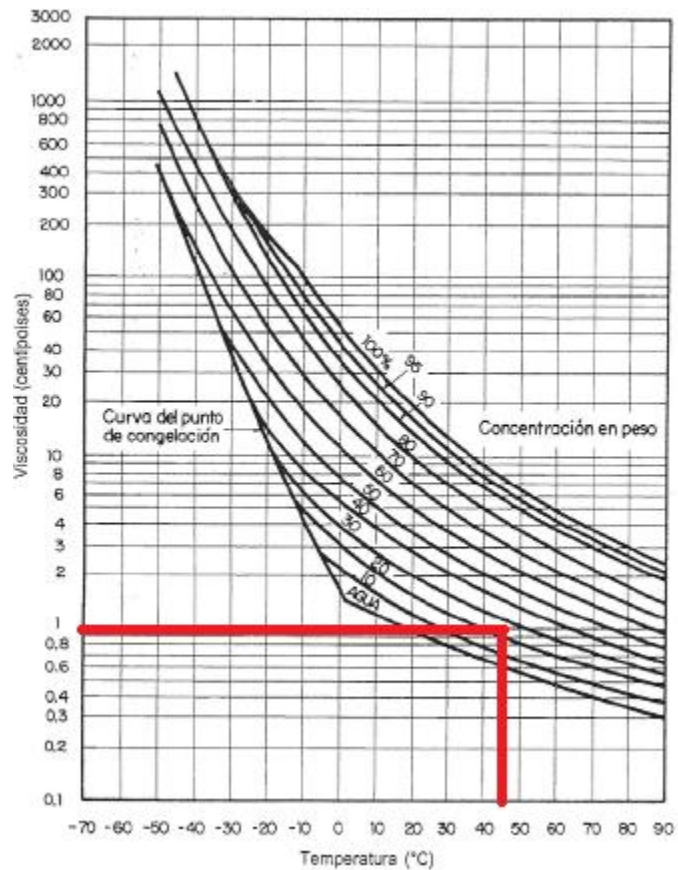


Figura 34 Viscosidad de la mezcla en función de la T^a y la concentración

Hemos obtenido un valor de viscosidad de 1 centipoises a 45°C .

Hay que tener en cuenta que cuando la temperatura del fluido sea inferior a 45°C la viscosidad será mayor.

El agua de red que suministra al albergue ha sido analizada y no se necesita ningún tipo de tratamiento especial, ya que cumple con todo lo que establece el CTE:

- El fluido de trabajo tiene un pH a 20°C entre 5 y 9.
- La salinidad del agua no excede de 500 mg/l totales de sales solubles.
- El contenido en sales de calcio no excede de 200 mg/l, expresados como contenido en carbonato de calcio.
- El límite de dióxido de carbono libre en agua excede de 50 mg/l.

3.5 Circuito hidráulico

Según la ISO/TR 10217 y la UNE-EN 806-1, el material que se debe elegir por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad debe ser el cobre, por lo que nuestra instalación se hará con dicho material.

Para evitar la corrosión en los puntos de unión de materiales distintos se instalarán manguitos electrolíticos y latiguillos de 200 mm de longitud. Y todos los tramos horizontales van a tener una pendiente de 1% en el sentido de la circulación, para facilitar su circulación.

Todas las soldaduras en las uniones se van a realizar con aleación de plata. Al pasar cualquier tabique o forjado, se van a instalar manguitos y curvas de dilatación en los tramos generales, y todas las conducciones en la instalación de los circuitos irán vistas.

No vamos a utilizar válvulas de equilibrado para el control de flujos, ya que todo el diseño del circuito hidráulico se ha hecho de forma bastante simétrica con la finalidad de conseguir un circuito hidráulico bastante equilibrado.

Respecto a los niveles sonoros en las tuberías interiores se cumple en todo momento los niveles indicados por la ITE 02.2.3.

Para el diseño de la red de tuberías se ha limitado lo máximo posible, para evitar pérdidas térmicas, eligiendo los tramos de menor longitud y evitando siempre que fuera posible la utilización de codos o accesorios innecesarios.

A continuación mostramos los valores que hemos considerado para el diseño del circuito primario:

- Velocidad en las tuberías: 1,5 m/s.
- Caudal: 45 l/h*m².
- Pérdida de carga admisible en las tuberías por metro lineal: 40 mm. c. a.

3.5.1 Características de la red de tuberías

Vamos a diferenciar diferentes circuitos a la hora de distribuir la red por la que circula el fluido calportador, utilizando tuberías de cobre soldado con diámetros interiores de 20, 26, 33, 40 Y 73 mm. A continuación mostramos los diferentes circuitos:

- Circuito primario: Por este circuito circula el fluido caloportador. Es cerrado y el fluido es impulsado por las bombas de circulación.
- Circuito secundario de ACS: Es el circuito por el que circula el agua de red para el consumo de ACS.
- Circuito secundario de calefacción: En este circuito circula el agua destinada a calefacción, en circuito cerrado.
- Circuito secundario de la piscina: En este circula el agua de la piscina por un circuito cerrado.

Las tuberías irán aisladas, para evitar dejar visible lo mínimo posible, dejando solo visible los elementos que son necesarios para un buen funcionamiento.

3.5.2 Cálculo de la red de tuberías

El diseño se ha diseñado de tal forma que las pérdidas sean mínimas, haciendo los circuitos de la menor longitud posible para así evitar lo máximo posible dichas pérdidas térmicas.

Los datos que utilizamos para dicho diseño son los siguientes:

- Velocidad en las tuberías: 1,5 m/s
- Caudal: 45 l/h*m².
- Pérdida de carga admisible en las tuberías por metro lineal: 40 mm. c. a.

Vamos a realizar el dimensionado siguiendo una hoja de cálculo que nos facilitará bastante los cálculos. Hemos seguido las siguientes formulas.

Utilizamos la fórmula de Darcy-Weissbach para calcular la pérdida de carga en tuberías, y las pérdidas unitarias no deben ser mayor de 40 mmca:

$$\Delta h = L * \frac{f}{D_{int}} * \frac{V^2}{2 * g}$$

- Δh : Pérdida de carga (m.c.a).
- L: Longitud de la tubería (m).
- F: Factor de fricción.
- V: Velocidad del fluido (m/s).
- D_{int} : Diámetro interior (m).
- g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

Para calcular el factor de fricción f utilizamos el número de Reynolds utilizando la siguiente formula:

$$Re = \frac{V * D_{int}}{\nu}$$

- Re: Número de Reynolds.
- V: Velocidad del fluido (m/s).
- D_{int} : Diámetro interior (m).
- ν : viscosidad cinemática del fluido (1*10⁻⁶ $\frac{m^2}{s}$).

Para calcular f tenemos que aplicar alguna de las siguientes fórmulas, ya que Reynolds nos determinará si el régimen es laminar o turbulento:

$$0 < Re < 2500 \rightarrow f = \frac{64}{Re}$$

$$4000 < Re < 10^5 \rightarrow f = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Para calcular la pérdida de carga nos hace falta calcular la velocidad del fluido, aplicando la siguiente fórmula:

$$V = \frac{4*Q}{\pi*D_{int}^2}$$

- D_{int} : Diámetro interior (m).
- Q : caudal de diseño (m^3/seg).
- V : Velocidad del fluido (m/s).

Después de aplicar todas estas fórmulas obtendremos las pérdidas de carga y tendremos definidos todos los diámetros, aunque también podemos obtenerlo aplicando el ábaco siguiente:

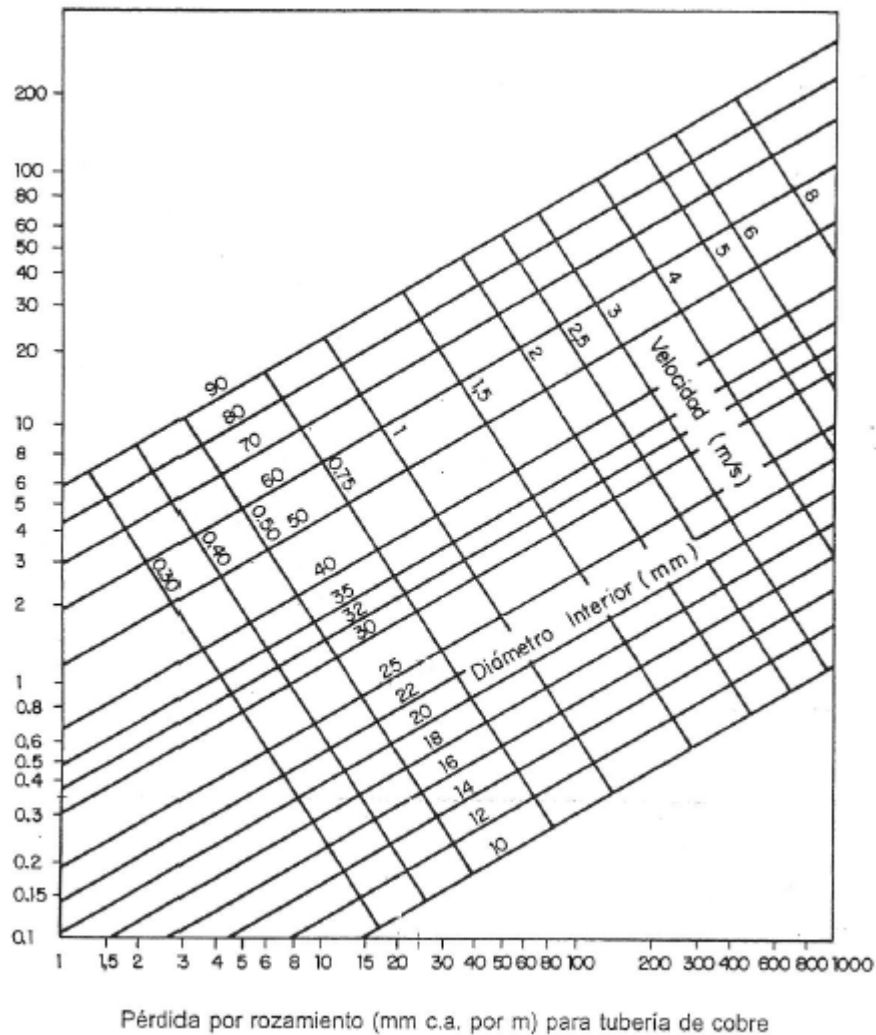


Figura 35 Coeficiente de fricção para las tuberías de cobre

Una vez obtenida la pérdida de carga unitaria, tenemos que multiplicar por la longitud de tubería para sacar el total, incluyendo las longitudes equivalentes causados por otros elementos como son:

- Ensanchamiento o estrechamiento.
- Entradas o salidas de tuberías.
- Codos, tee y otros accesorios.
- Válvulas.

Estas pérdidas suelen ser pequeñas, exceptuando a las válvulas, que cuando están parcialmente cerradas pueden generar pérdidas grandes.

Vamos a utilizar el método de longitud equivalente para el estudio de las pérdidas accidentales, siguiendo el siguiente diagrama donde sacamos las longitudes equivalentes que vamos a usar y sustituyendo el accesorio por la longitud equivalente de tubería:























Clase de resistencia aislada		Diámetros nominales de las tuberías									
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20 1,33	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,72	1,50 4,67	1,90 5,75	2,65 6,91	3,40 8,40	4,85 11,1
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1
	válvula de asiento de paso recto	-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	-	-	-
	intercambiador	-	-	-	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	-
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00
	contador general individual o divisionario	4,5 m c.a. 10 m c.a.									

Tabla 39 Longitudes equivalentes de cada uno de los accesorios

A continuación mostramos todos los resultados que hemos obtenido aplicando las bases de cálculo que mostrábamos anteriormente.

3.5.2.1. Circuito primario

En las tablas que mostramos a continuación se muestran las longitudes equivalentes obtenidas para cada tramo del circuito primario:

- Salida de los captadores:

Tramo	Singularidades	Unidades	L unidad (m)	L total (m)
1	Longitud de tubería	1	76	87,51
	Válvula de esfera	3	0,27	
	Confluencia en T ramal	4	0,5	
	Codo a 45°	3	0,7	
	Codo a 90°	5	1,32	

Tabla 40 Descomposición de elementos, tramo 1

- Retorno a los captadores:

Tramo	Singularidades	Unidades	L unidad (m)	L total (m)
2	Longitud de tubería	1	5,55	12,05
	Válvula de esfera	2	0,27	
	Confluencia en T ramal	4	0,5	
	Codo a 90°	3	1,32	
3	Longitud de tubería	1	75	88,43
	Válvula de esfera	4	0,27	
	Válvula de retención	1	1,15	
	Confluencia en T ramal	5	0,5	
	Codo a 90°	5	1,32	
	Codo a 45°	3	0,7	

Tabla 41 Descomposición de elementos, tramos 2 y 3

- Circuito de los captadores:

Tramo	Singularidades	Unidades	L unidad (m)	L total (m)
4	Longitud de tubería	1	2,2	4,29
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,3	
	Codo a 90°	2	0,76	

5	Longitud de tubería	1	3,4	4,46
	Válvula de esfera	1	0,3	
	Confluencia en T ramal	1	0,76	
	Codo a 90º	2		
6	Longitud de tubería	1	3,4	8,42
	Válvula de esfera	1	0,3	
	Confluencia en T ramal	1	0,76	
	Codo a 90º	3	1,32	
7-42	Longitud de tubería	1	0,66	0,93
	Válvula de esfera	1	0,27	
43	Longitud de tubería	1	43	45,85
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,3	
	Codo a 90º	3	0,76	
44	Longitud de tubería	1	45	47,85
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,3	
	Codo a 90º	3	0,76	
45	Longitud de tubería	1	47	50,61
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,3	
	Codo a 90º	4	0,76	

Tabla 42 Descomposición de elementos, tramos 4 a 45

Una vez obtenida la longitud por tramos, mostramos en las siguientes tablas los diámetros que hemos seleccionado, velocidad y pérdidas de carga de cada tramo:

- Salida de los captadores:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/h)	D ext. (mm)	D int. (mm)	Velocidad (m/s)	AH (mca)	Re	factor de fricción f
1	87,51	8835	76	73	0,5863642	0,46151	42804,59	0,0219692

Tabla 43 Cálculo del tramo 1

- Retorno de los captadores:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/h)	D ext. (mm)	D int. (mm)	Velocidad (m/s)	AH (mca)	Re	factor de fricción f
2	12,05	8835	76	73	0,5863642	0,06355	42804,59	0,0219692
3	88,43	8835	76	73	0,5863642	0,46637	42804,59	0,0219692

Tabla 23. Cálculo de tramos 2 y 3

- Circuito de los captadores:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/h)	D ext. (mm)	D int. (mm)	Velocidad (m/s)	AH (mca)	Re	factor de fricción f
4	4,29	2945	42	40	0,6509864	0,05763	26039,46	0,0248759
5	4,46	2945	42	40	0,6509864	0,05991	26039,46	0,0248759
6	8,42	2945	42	40	0,6509864	0,1131	26039,46	0,0248759
7	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
8	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
9	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
10	0,93	2103,75	35	33	0,6832393	0,01729	22546,9	0,0257879
11	0,93	2103,75	35	33	0,6832393	0,01729	22546,9	0,0257879
12	0,93	2103,75	35	33	0,6832393	0,01729	22546,9	0,0257879
13	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
14	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
15	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
16	0,93	1262,25	28	26	0,6603973	0,02195	17170,33	0,0276053
17	0,93	1262,25	28	26	0,6603973	0,02195	17170,33	0,0276053
18	0,93	1262,25	28	26	0,6603973	0,02195	17170,33	0,0276053
19	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
20	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
21	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
22	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
23	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
24	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
25	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
26	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
27	0,93	420,75	22	20	0,3720238	0,01116	7440,476	0,0340241
28	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
29	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
30	0,93	841,5	28	26	0,4402649	0,0108	11446,89	0,0305503
31	0,93	1262,3	28	26	0,6604235	0,02195	17171,01	0,027605
32	0,93	1262,3	28	26	0,6604235	0,02195	17171,01	0,027605
33	0,93	1262,3	28	26	0,6604235	0,02195	17171,01	0,027605
34	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
35	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
36	0,93	1683	35	33	0,5465915	0,0117	18037,52	0,0272673
37	0,93	2103,8	35	33	0,6832556	0,01729	22547,43	0,0257877

38	0,93	2103,8	35	33	0,6832556	0,01729	22547,43	0,0257877
39	0,93	2103,8	35	33	0,6832556	0,01729	22547,43	0,0257877
40	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
41	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
42	0,93	2524,5	42	40	0,5580357	0,00954	22321,43	0,0258527
43	45,85	2945	42	40	0,6509864	0,61589	26039,46	0,0248759
44	47,85	2945	42	40	0,6509864	0,64276	26039,46	0,0248759
45	50,61	2945	42	40	0,6509864	0,67983	26039,46	0,0248759

Tabla 44 Cálculo de tramos 4 a 45

Una vez calculadas todas las pérdidas del circuito primario en las tablas anteriores y junto a las pérdidas de los captadores y de los intercambiadores obtenemos las pérdidas totales:

- Pérdidas en la red de tuberías: 3,66 mca.
- Pérdidas de carga de cada captador en paralelo: 0,05 mca.
- Pérdidas de carga en los intercambiadores: 8,38 mca.

Pérdida de la carga total del circuito primario: 13,79 mca.

3.5.2.2. Circuito secundario de ACS

En las tablas que mostramos a continuación se muestran las longitudes equivalentes obtenidas para cada tramo del circuito secundario de ACS:

Tramo	Singularidades	Unidades	L unidad (m)	L total (m)
46	Longitud de tubería	1	4,5	13,46
	Válvula de esfera	2	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	
	Codo a 90°	6	1,32	
47	Longitud de tubería	1	2,7	9,9
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Válvula de retención	1	1,15	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	
	Codo a 90°	4	1,32	
48	Longitud de tubería	1	3,3	13,41
	Válvula de esfera	2	0,27	
	Válvula de retención	1	1,15	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	

Válvula de retención	1	1,15
Confluencia en T ramal	1	0,5
Codo a 90º	6	1,32

Tabla 47 Descomposición de elementos, tramos 49 a 51

Una vez obtenida la longitud por tramos, mostramos en las siguientes tablas los diámetros que hemos seleccionado, velocidad y pérdidas de carga de cada tramo:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/h)	D ext. (mm)	D int. (mm)	Velocidad (m/s)	AH (mca)	Re	factor de fricción f
49	14,36	8835	76	73	0,5863642	0,07573	42804,59	0,0219692
50	9,8	8835	76	73	0,5863642	0,05168	42804,59	0,0219692
51	14,41	8835	76	73	0,5863642	0,076	42804,59	0,0219692

Tabla 48 Cálculo de tramos 49 a 51

A continuación mostramos las pérdidas de carga totales en el circuito secundario de calefacción:

- Pérdidas en la red de tuberías: 0,2 mca.
- Pérdidas de carga en el intercambiador: 2,45 mca.

Pérdida de la carga total del circuito secundario de calefacción: 2,65 mca.

3.5.2.4. Circuito secundario de piscina

En las tablas que mostramos a continuación se muestran las longitudes equivalentes obtenidas para cada tramo del circuito secundario de calefacción:

Tramo	Singularidades	Unidades	L unidad (m)	L total (m)
52	Longitud de tubería	1	6,8	15,76
	Válvula de esfera	2	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	
	Codo a 90º	6	1,32	
53	Longitud de tubería	1	2,4	9,6
	Válvula de esfera	1	0,27	
	Válvula de retención	1	1,15	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	
	Codo a 90º	4	1,32	

54	Longitud de tubería	1	7,2	18,8
	Válvula de esfera	2	0,27	
	Confluencia en T ramal	1	0,5	
	Codo a 90º	8	1,32	

Tabla 49 Descomposición de elementos, tramos 52 a 54

Una vez obtenida la longitud por tramos, mostramos en las siguientes tablas los diámetros que hemos seleccionado, velocidad y pérdidas de carga de cada tramo:

Tramo	Longitud (m)	Caudal (l/h)	D ext. (mm)	D int. (mm)	Velocidad (m/s)	AH (mca)	Re	factor de fricción f
52	15,76	6800	76	73	0,4513046	0,05257	32945,24	0,0234552
53	9,6	6800	76	73	0,4513046	0,03202	32945,24	0,0234552
54	18,8	6800	76	73	0,4513046	0,06271	32945,24	0,0234552

Tabla 50 Cálculo de tramos 52 a 54

A continuación mostramos las pérdidas de carga totales en el circuito secundario de piscina:

- Pérdidas en la red de tuberías: 0,15 mca.
- Pérdidas de carga en el intercambiador: 1,69 mca.

Pérdida de la carga total del circuito secundario de la piscina: 1,84 mca.

3.6 Bombas de circulación

Vamos a calcular el dimensionado de las bombas de circulación y para ello necesitamos el caudal y la pérdida de carga de la instalación que ya hemos calculado anteriormente.

Para obtener la bomba adecuada tenemos que buscar en el gráfico de la curva característica de dicha bomba el punto de funcionamiento. De esta forma sabremos si el sistema funciona correctamente sin necesidad de acoplar una válvula para equilibrarlo (Grundfos, s.f.).

3.6.1 Grupo de bombeo del circuito primario

Los valores de caudal, altura y pérdida de carga obtenidos anteriormente para el circuito primario de la instalación son los siguientes:

- Caudal: $Q = 8835 \text{ l/h} = 2,454 \text{ l/s}$
- Altura: $H=5 \text{ m}$
- Pérdida de carga: $\Delta H = 13,79 \text{ mca}$

Hemos seleccionado el grupo de bombeo de la empresa grundfos, después de hacer un estudio en la página de dicha casa utilizando el caudal, la altura y la pérdida de carga, y hemos obtenido que el más apropiado es el modelo UPS 40-120 F cuya curva característica es la siguiente:

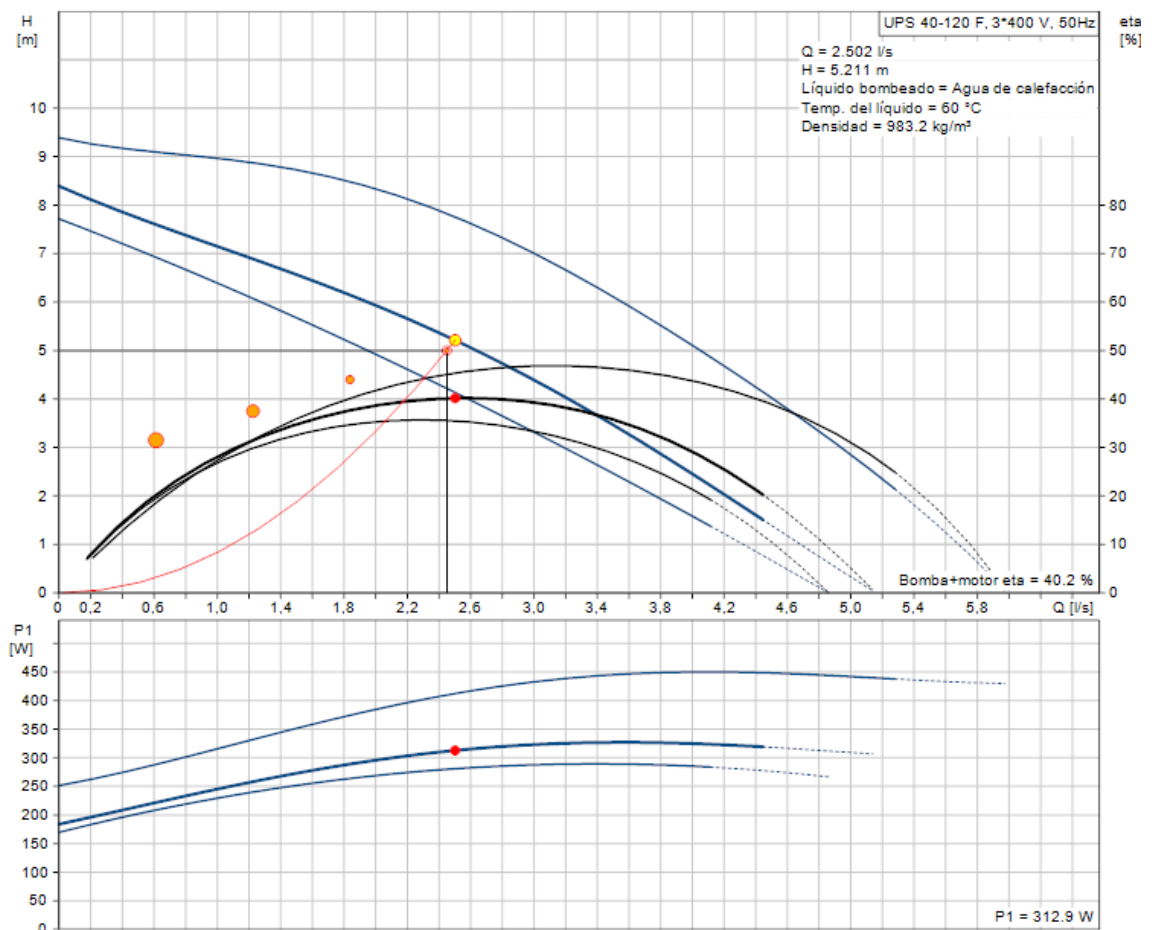


Figura 36 Curva característica del circuito primario

3.6.2 Grupo de bombeo del circuito secundario de ACS

Los valores de caudal, altura y pérdida de carga obtenidos anteriormente para el circuito secundario de ACS de la instalación son los siguientes:

- Caudal: $Q = 2400 \text{ l/h} = 0,667 \text{ l/s}$
- Altura: $H=2 \text{ m}$
- Pérdida de carga: $\Delta H = 2,24 \text{ mca}$

Hemos seleccionado el grupo de bombeo de la empresa Grundfos, después de hacer un estudio en la página de dicha casa utilizando el caudal, la altura y la pérdida de carga, y hemos obtenido que el más apropiado es el modelo CME 5-2 cuya curva característica es la siguiente:

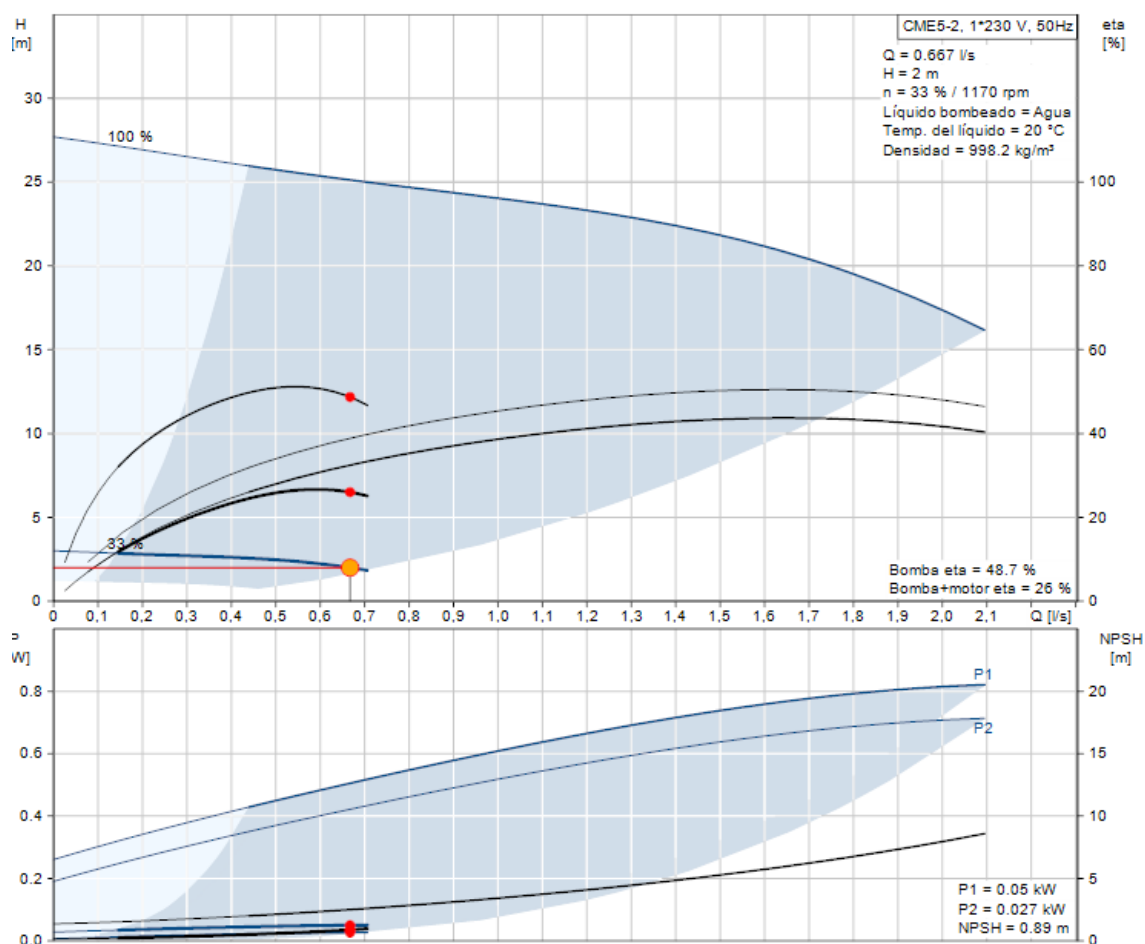


Figura 37 Curva característica del circuito secundario de ACS

3.6.3 Grupo de bombeo del circuito secundario de calefacción

Los valores de caudal, altura y pérdida de carga obtenidos anteriormente para el circuito primario de la instalación son los siguientes:

- Caudal: $Q = 8835 \text{ l/h} = 2,454 \text{ l/sg}$
- Altura: $H=2 \text{ m}$
- Pérdida de carga: $\Delta H = 2,65 \text{ mca}$

Hemos seleccionado el grupo de bombeo de la empresa Grundfos, después de hacer un estudio en la página de dicha casa utilizando el caudal, la altura y la pérdida de carga, y

hemos obtenido que el más apropiado es el modelo UPS 50-30 F cuya curva característica es la siguiente:

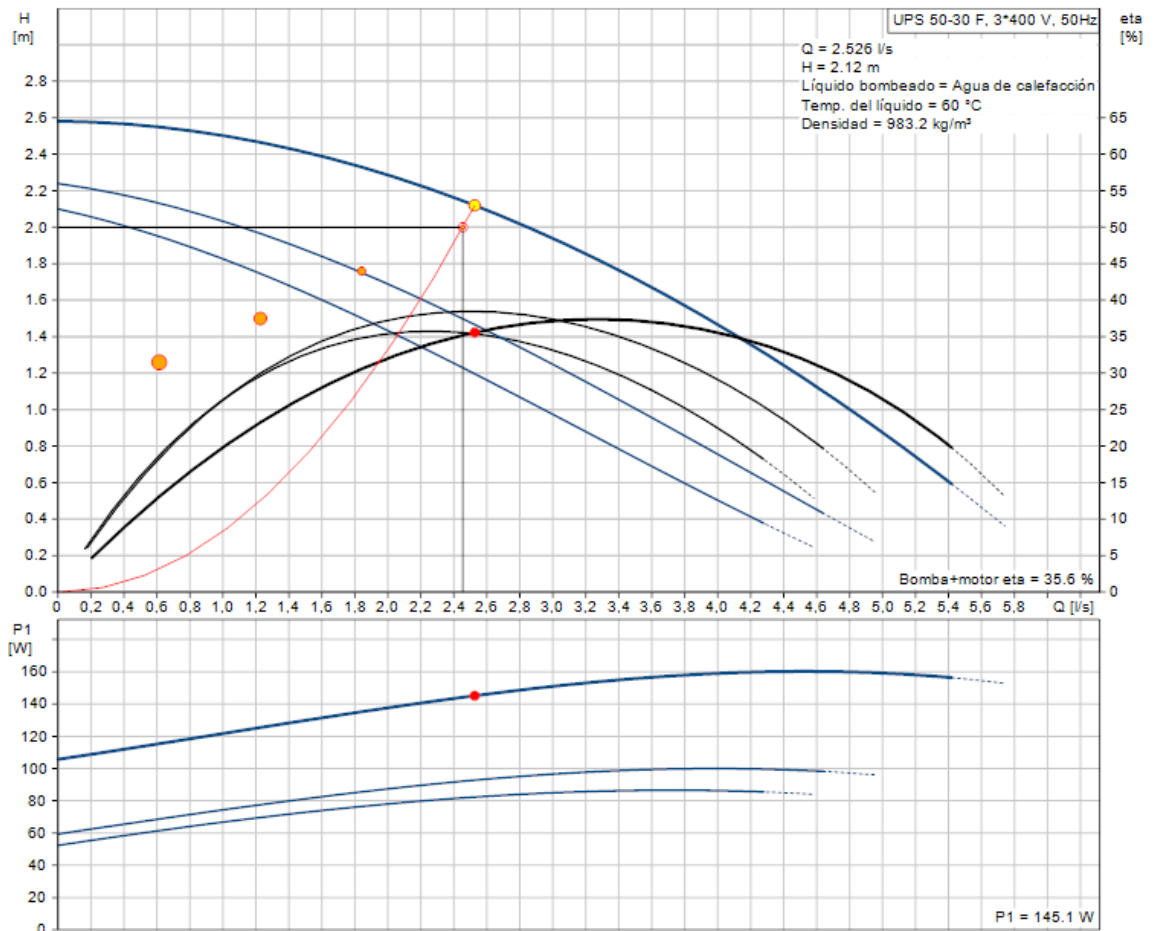


Figura 38 Curva característica del circuito secundario de calefacción

3.6.4 Grupo de bombeo del circuito secundario de piscina

Los valores de caudal, altura y pérdida de carga obtenidos anteriormente para el circuito primario de la instalación son los siguientes:

- Caudal: $Q = 6800 \text{ l/h} = 1,889 \text{ l/sg}$
- Altura: $H=2 \text{ m}$
- Pérdida de carga: $\Delta H = 1,84 \text{ mca}$

Hemos seleccionado el grupo de bombeo de la empresa grundfos, después de hacer un estudio en la página de dicha casa utilizando el caudal, la altura y la pérdida de carga, y hemos obtenido que el más apropiado es el modelo UPS 32-60 F cuya curva característica es la siguiente:

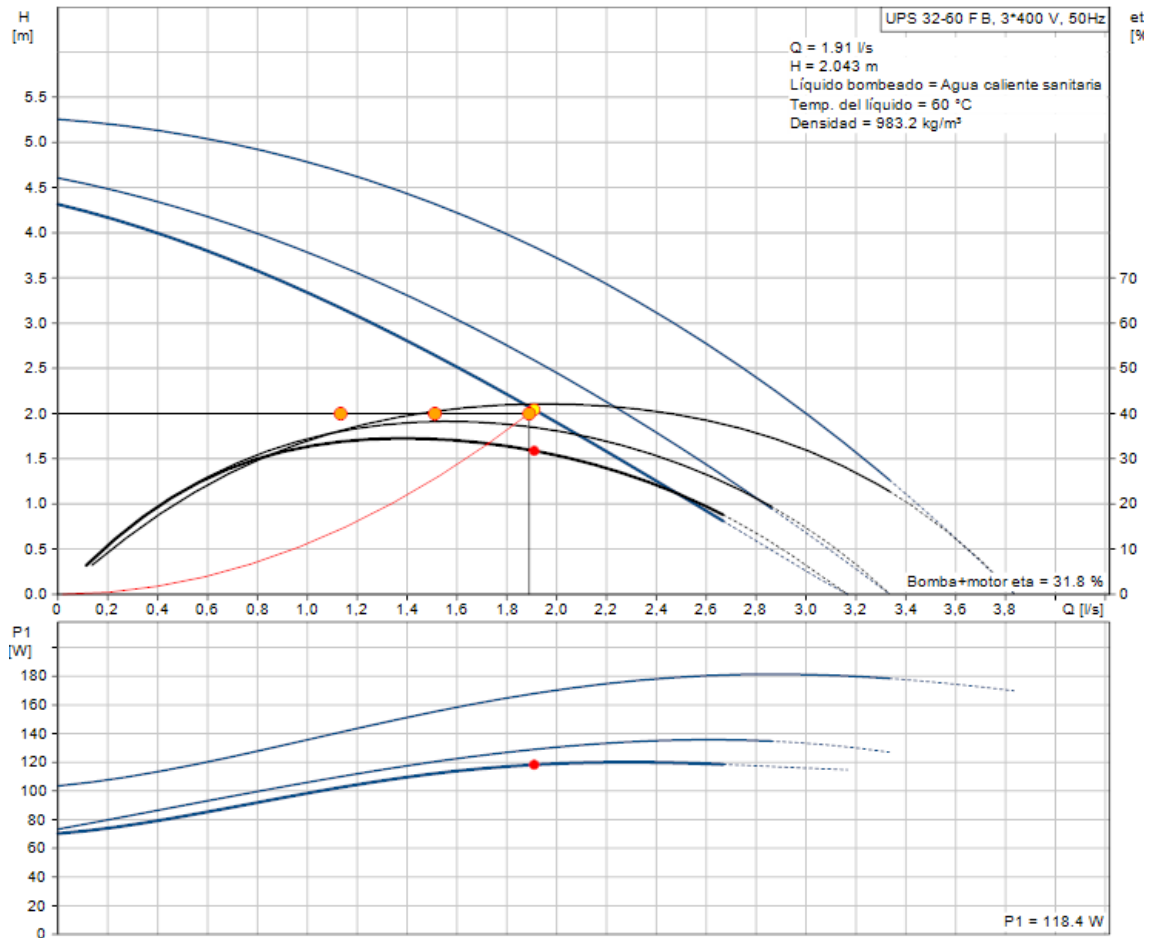


Figura 39 Curva característica del circuito secundario de piscina

3.7 Vasos de expansión

Con el volumen total que circula por la instalación y teniendo en cuenta el aumento de volumen que se origina cuando el agua se calienta, podemos determinar la capacidad del depósito de expansión. Cuando se calienta el agua aumenta la presión, y esta presión presiona la membrana, comprimiéndose así el nitrógeno de la cámara hasta que quedan todas las presiones equilibradas.

Vamos a utilizar el volumen total de la instalación y K, que es el coeficiente de dilatación del fluido, para calcular la capacidad del vaso de expansión

A través de la siguiente fórmula podemos calcular el volumen total de la mezcla de etilenglicol más agua en el circuito primario:

$$V_{Total} = V_{Tuberías} + V_{captadores} + V_{intercambiadores}$$

- Volumen total de fluido en las tuberías: 481 litros.
- Volumen total de fluido en los captadores: $105 * 1,2 = 126$ litros.

- Volumen total de fluido en los intercambiadores: 188 litros.

Aplicando la fórmula anterior obtenemos que:

$$V_{Total} = 481 + 126 + 188 = 796 \text{ litros}$$

Una vez que tenemos el volumen total debemos calcular el volumen del vaso de expansión, y para ello primero tenemos que obtener el factor de presión F_p , a través de la siguiente fórmula:

$$F_p = \frac{p_f - p_i}{p_f}$$

- p_f : Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- p_i : Presión absoluta de la altura manométrica: 3 bar.

$$F_p = \frac{6 - 3}{6} = 0,5$$

Una vez calculado el factor de presión solo nos falta calcular antes del resultado final el coeficiente K de dilatación del fluido a través de la siguiente fórmula:

$$K_{Mezcla} = K_{agua} * 1,2 = 4,3$$

Para sacar el coeficiente de dilatación del agua hemos utilizado el grafico que mostramos a continuación eligiendo una temperatura de 90° C:

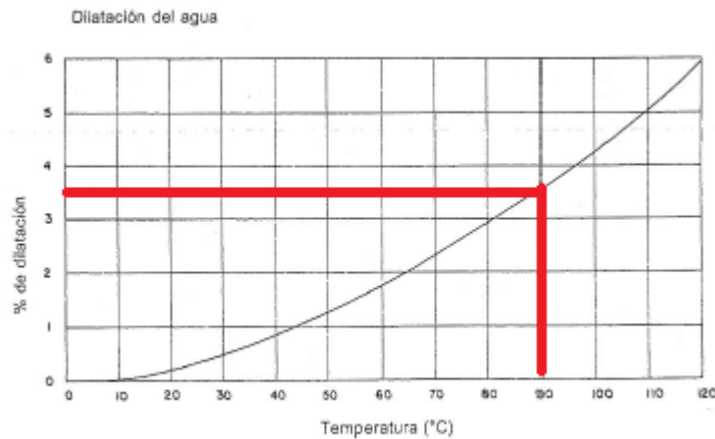


Figura 40 Dilatación del agua en función de la temperatura

Una vez calculados todos los valores que nos hacen falta para obtener el volumen del vaso de expansión procedemos a calcularlo con la siguiente expresión:

$$V = \frac{K}{100} * V_T * \frac{1}{F_p} = \frac{4,3}{100} * 796 * \frac{1}{0,5} = 68,45 \text{ litros}$$

Hemos elegido el vaso de expansión que más se ajusta a nuestras necesidades y ha sido uno de la marca solostocks, un vaso de expansión de membrana para elevar la temperatura de agua hasta los 100° C, y hemos elegido uno de 80 litros ya que es el que más se ajusta a nuestro resultado. Su presión máxima de trabajo es de 6 bar.

Se van a colocar en la aspiración del grupo del bombeo, como dicta el CTE DB-HE 4.



Figura 41 Vaso de expansión elegido

3.8 AISLAMIENTO DE TUBERIAS

Hay que dejar todas las tuberías aisladas, sin dejar ninguna zona visible, y para ello hemos seleccionado un aislante de tuberías siguiendo varios factores hasta llegar a la solución:

- Que tenga un bajo coeficiente de conductividad térmica.
- Que se instale fácilmente.
- Que sea ignífugo.
- Que no sea corrosivo con las superficies que están en contacto.
- Que tenga una resistencia mecánica muy buena.
- Que sea poco pesado.

- Y que tenga un precio poco elevado.

Siguiendo los factores anteriores hemos determinado que el mejor aislante para nuestra instalación es la lana de vidrio la cual tiene las siguientes características:

- Su temperatura límite son los 100° C.
- No es corrosiva.
- Es ignífugo.
- Tiene una resistencia mecánica media.
- Es muy resistente al agua.
- Es muy poco pesado.
- Su coeficiente de conductividad es de 0,04 W/m ° K.

Tenemos que calcular el espesor mínimo ya para ello vamos a utilizar la fórmula que establece el Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios (RITE):

$$\frac{\ln \frac{D_i + 2e}{D_i}}{\lambda} = \frac{\ln \frac{D_i + 2e_{ref}}{D_i}}{\lambda_{ref}}$$

- D_i : Diámetro interno del aislante.
- λ : Conductividad del aislante.
- λ_{ref} : Conductividad de referencia: 0,04 W/m ° C.
- e_{ref} : Espesor de referencia.
- e : Espesor del aislante en mm.

Despejamos de la anterior expresión para obtener el espesor:

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

Después de sustituir en la ecuación anterior concluimos que el espesor debe de ser el siguiente:

El espesor para tuberías en interiores de diámetro exterior ≤ 76 mm es 30mm.

El espesor para tuberías en exteriores de diámetro exterior ≤ 76 mm es 40 mm.

3.9 Sistema de energía auxiliar

Debido a que no todos los meses se puede abastecer el total de la instalación con el sistema solar térmico vamos a complementar la energía que nos falta con dos calderas. Este sistema estará conectado en línea con las líneas de ACS y de calefacción y solo se usará cuando se aproveche el total de la instalación solar y ésta no sea suficiente.

Se pondrá un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales hará que se cumpla la legislación vigente en cada momento para prevenir y controlar la legionelosis.

Hemos seleccionado la caldera de gas natural de la marca Wolf, el modelo CGG-1K-24/28, ideal para sistemas de calefacción de baja temperatura y la producción de ACS instantánea, por lo que es muy adecuada para nuestro albergue.



Figura 42 Caldera de gas elegida

3.10 Sistema de control

Para evitar que nuestro sistema alcance condiciones extremas y para obtener el mejor rendimiento hemos instalado sistemas de regulación y control que actuarán en el funcionamiento de:

- Activación del sistema contra las heladas.
- Bombas de circulación.
- Control de la temperatura en los acumuladores.

Vamos a colocar el sensor de temperatura de acumulación en la parte baja en alguna zona que no esté influenciada por el circuito secundario o por el intercambiador.

Este sistema de seguridad nos asegura que nunca vamos a tener temperaturas superiores a las máximas que pueden soportar los materiales con los que se a echo la instalación.

También nuestro sistema de control nos asegura que en ninguna zona el fluido de trabajo alcance la temperatura de congelación del fluido.

Vamos a usar sistemas de control accionados según la radiación solar, a parte del sistema de control diferencial.

Utilizaremos un sistema individual para la puesta en marcha cuando tratamos con instalaciones con varias aplicaciones, complementándolo con otro sistema que regule la aportación de energía. Para ello actuara sobre una válvula de reparto de tres vías y se puede realizar por control de temperatura o de caudal.

3.10.1 Elementos del sistema de control

Vamos a nombrar los tres elementos más importantes de un sistema de regulación:

- **Sensores:** Miden las temperaturas de la instalación, ya que esta tiene que ser controlada para mantenerse en cada punto en su nivel adecuado.
- **Reguladores:** Son termostatos o reguladores, y generan a señal de control a partir de la información proporcionada por los sensores.
- **Actuadores:** Son relés, válvulas de control, etc. Éstos reciben la señal de control, actúa sobre la variable de operación y regulan el flujo.

3.10.2 Funciones del sistema de control

Estará compuesto por unas entradas que deberán depurarse y responder con unas salidas a los relés correspondientes.

Este sistema de control debe ser capaz de impedir que las bombas del circuito primario sigan funcionando cuando la irradiación no sea la suficiente para calentar los colectores solares, como puede ser por las noches o días que la radiación no sea lo suficientemente alta.

Dentro de la instalación colocaremos un sensor de radiación, y así el sistema de control podrá llevar un seguimiento de los valores.

En toda la instalación vamos a colocar 10 sondas de temperatura colocadas en los sitios que nombramos a continuación:

- A la salida de los captadores.
- A la salida de las bombas del circuito primario.

- En el depósito de acumulación solar.
- En los depósitos de acumulación de calefacción al haber dos depósitos necesitaremos dos sondas.
- En la piscina.
- A la entrada de agua de red.
- A la salida del acumulador de ACS.
- A la salida del acumulador de calefacción.
- A la salida del intercambiador de la piscina.

Por otro lado después de nombrar los lugares donde vamos a colocar las sondas, nos disponemos a nombrar las salidas sobre las que actuará el sistema de control:

- Bombas del circuito primario.
- Electroválvulas de alteración de sistemas.
- Bombas del circuito secundario de ACS, calefacción y piscina.

A continuación mostramos un esquema de flujo en el que se puede apreciar la acción que realiza el sistema de control según la entrada recibida:

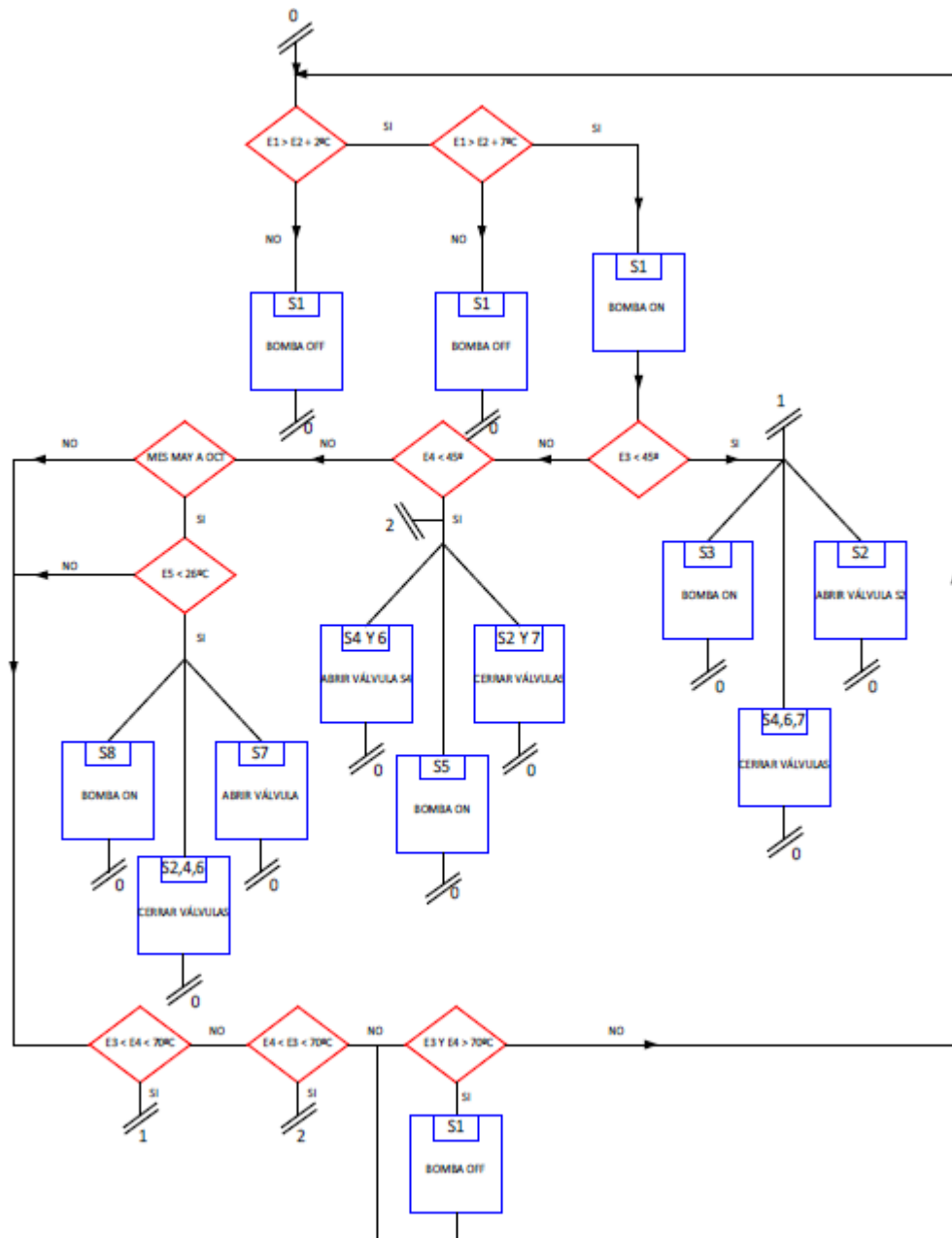


Figura 43 Diagrama de flujo del sistema de control

- E1: Temperatura de salida de los captadores.
- E2: Temperatura de salida de las bombas del circuito primario.
- E3: Temperatura del acumulador de ACS.
- E4: Temperatura del acumulador de Calefacción.
- E5: Temperatura de la piscina.
- E6: Temperatura del agua red.
- E7: Temperatura de salida de ACS.
- E8: Temperatura de salida de calefacción.
- E9: Temperatura de impulsión de la piscina.

- S1: bomba del circuito primario.
- S2: válvula de 3 vías entrada a ACS.
- S3: bomba circuito ACS.
- S4: válvula 3 vías entrada a Calefacción.
- S5: bomba circuito calefacción.
- S6: válvula 3 vías salida de calefacción.
- S7: válvula 3 vías salida de piscina.
- S8: bomba circuito piscina.

3.10.3 Sistema de medida

Como nuestra instalación tiene una superficie de captación mayor de 20 m^2 el Código Técnico de Edificación dice que hay que colocar un sistema analógico de medida local y registro de datos que indiquen las siguientes variables:

- Temperatura de entrada del agua fría de la red.
- Temperatura de salida del acumulador solar.
- Caudal de agua fría de red.

El sistema de regulación y control que hemos utilizado lleva integrada estas funciones del sistema de medida, por lo que no tenemos que acoplar nada ya que las variables nombradas anteriormente estas incluidas en el sistema.

3.10.3.1. Elementos del sistema de medida

Vamos a colocar sondas de temperaturas y caudalímetros para controlar el sistema solar y el sistema de energía.

A continuación exponemos los lugares en los que vamos a colocar dichas sondas:

- A la entrada de agua fría de la red del sistema de ACS.
- A la salida de los acumuladores.
- A la salida de las bombas circuladoras.
- A la salida del intercambiador de la piscina.
- A la salida de las placas solares.

También vamos a colocar un caudalímetro a la entrada de agua fría de la red, ya que lo exige el Código Técnico de Edificación.

3.11 Varios sistemas

3.11.1 Purgadores y drenaje

Vamos a colocar purgadores en todos los puntos altos de los circuitos de la instalación y a las salidas de cada batería de los captadores para evitar que quede aire dentro y evitar así la aparición de corrosión.

El volumen útil de desaireación de nuestra instalación es de $2945,25 \text{ cm}^3$, ya que el volumen del botellín de desaireación es de $15 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ de colector, y nosotros tenemos $196,35 \text{ m}^2$.

La situación del purgador será en el sistema de protección contra sobrecalentamientos, y los que hemos elegido para nuestra instalación son manuales.

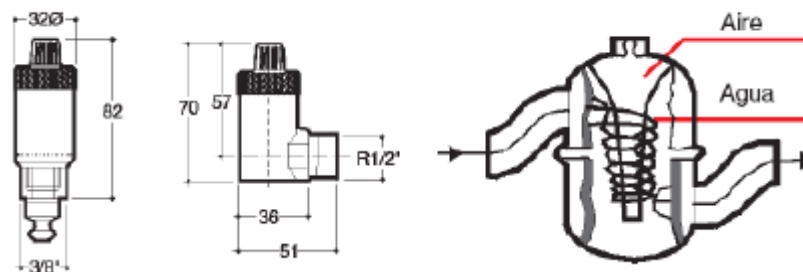


Figura 44 Purgador y desaireador

3.11.2 Sistema de llenado

Henos utilizado un sistema de llenado automático, aunque también contamos con un sistema de llenado manual.

El circuito primario no puede ser llenado únicamente con el agua de red, ya que esto puede causar incrustaciones, ataques en el circuito, y riesgos de heladas.

Estos riesgos los vamos a evitar controlando la entrada de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire, ya que pueden ser los productores de corrosión por el oxígeno del aire.

3.11.3 Sistema de protección frente a sobrecalentamientos

Este sistema hace que el fluido caloportador del sistema solar no entre en ebullición, ya que correríamos el riesgo de tener incrustaciones o el vaciado del circuito solar.

Para evitar lo dicho anteriormente existen varios métodos que nombramos a continuación:

- Se puede utilizar un fluido que tenga un alto punto de ebullición, aunque el problema sería el coste elevado del mismo.
- Crear un circuito que sea capaz de aguantar la presión máxima previsible.
- Se puede limitar la presión, o bien colocando una válvula de descarga en la parte superior del circuito, o bien colocándola en la parte inferior del circuito por donde se recogerá el fluido en un recipiente para después impulsarlo de nuevo por una bomba de llenado.
- No dejar que los colectores reciban la totalidad del fluido solar durante las horas de más radiación en verano.
- Utilizando un disipador de calor que actúe cuando haya un excedente de calor.

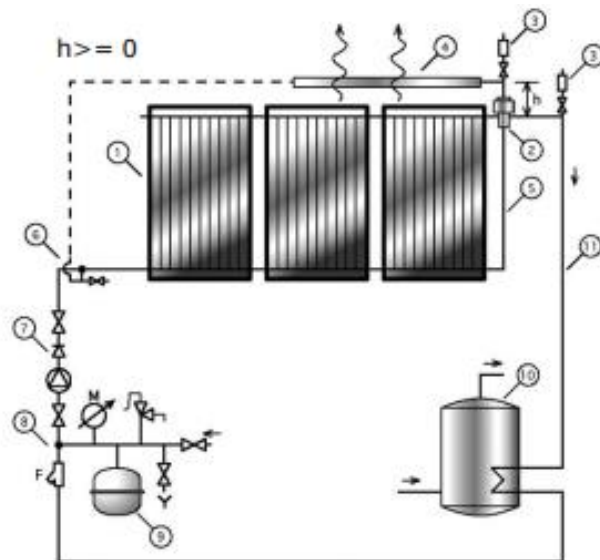
En nuestro caso vamos a utilizar disipadores de calor, que se encargan de expulsar lo que sobra de energía en las horas de mayor radiación o cuando existe una demanda de energía muy baja.

3.11.3.1 Elección del sistema de protección

Los disipadores de calor por gravedad prolongan la vida útil de las instalaciones y eliminan las intervenciones por mantenimiento correctivo, ya que evitan problemas de:

- Corrosiones e incrustaciones en el interior de los colectores por entradas de aire.
- Cavitación de electrobombas.
- Degradación de las superficies selectivas de los colectores.
- Degradación del fluido calorportante.
- Presiones elevadas y pérdidas del fluido calorportante.
- Envejecimiento de la instalación.
- Estrés térmico de la instalación (evitando grandes saltos térmicos entre la temperatura ambiente y la del colector).
- En gran medida el mantenimiento de la instalación la efectúa la propia disipación estática.

Por ello hemos elegido los pack económicos para grades instalaciones solares que ofrece la empresa salvador escoda S.A. utilizando así dos disipadores por fila, en total 6 disipadores, 3 del modelo DIS 15/3 y otros 3 del modelo 20/4.



Equipo disipador por gravedad en colectores planos de circuito tipo "parrilla"

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Tres colectores montados en paralelo | 6. Conexión en "sifón" de retornos |
| 2. Válvula termostática mecánica tarada a 90°C | 7. Antirretorno |
| 3. Purgador de aire | 8. Conexión del vaso de expansión |
| 4. Batería intercambiadora de calor agua-aire | 9. Vaso de expansión |
| 5. Tubo "chivato" (Ø 10 mm) da la señal a la válvula termostática | 10. Consumo |
| | 11. Ida |

Figura 45 Purgador y desaireador

Hemos elegido este sistema ya que es el más eficaz, y además también protege a la instalación de los saltos térmicos y sobrepresiones.

3.11.4 Sistema de protección frente a heladas

Para proteger nuestra instalación frente a heladas elegimos en un apartado anterior el fluido de trabajo adecuado siendo este una mezcla de etilenglicol con agua, habiéndolo elegido de tal forma que aguante temperaturas más bajas que suele haber en nuestra zona, siendo este el motivo por el cual no vamos a instalar ningún sistema de prevención añadido.

3.11.5 Estructura soporten para los colectores

Para la elección de este soporte debemos tener en cuenta lo que dice la norma del CTE, en los documentos básicos DB-SE, que dichos soportes deben aguantar sobrecargas de nieve o viento una vez que se les acople los colectores.

El material de la estructura soporte ha sido elegido de tal forma que no afecte a la integridad de los colectores solares.

A la hora de sujetar el colector en el soporte se hará de la forma que aconseja el fabricante para evitar que el colector pueda sufrir cambios de posición.

3.11.6 Elección estructura soporten para los colectores

Hemos considerado que la estructura soporte más adecuada para nuestra instalación es de la marca chromagen, al igual que la de los captadores.

Sus características son las siguientes:

- **Montaje rápido:** Gracias al suministro de todos los componentes del sistema prefabricado, así como al innovador montaje mediante un "clic", se reduce enormemente el tiempo de montaje.
- **Máxima Versatilidad:** Las grapas intermedias y finales, de altura regulable, así como los ganchos para tejados, permiten una gran flexibilidad en el montaje de cualquier tipo de módulo o cubierta de tejado.
- **Capacidad de adaptación óptima:** Gracias al uso de piezas telescópicas se puede realizar un dimensionado milimétrico de la instalación. Ya no es necesaria la laboriosa tarea de cortar los carriles de montaje.
- **Larga vida útil:** Todos los componentes del sistema están fabricados en aluminio o acero inoxidable A2 de alta calidad, de manera que queda garantizada una gran resistencia a la corrosión.
- **Máxima seguridad:** El sistema de fijación es verificable con el programa de cálculo de dimensionado solar según las cargas estáticas de las distintas cubiertas y es conforme a los requisitos de DIN 1055.
- **Variedad de regulación:** Permite diferentes ángulos de inclinación, pudiendo regularla según las necesidades de nuestra instalación.



Figura 46 Estructura soporte de los paneles solares

4 CONCLUSIONES

Una vez realizado el proyecto y evaluado la propuesta económica del mismo podemos concluir lo siguiente:

Como indica el "*pliego de condiciones técnicas para instalaciones solares de baja temperatura*" del IDAE y el propio CTE en su documento básico HE, los diseños de campos solares térmicos para un uso combinado de ACS, calefacción y piscina conllevan un elevado coste económico el cuál es recuperable a muy largo plazo.

Los diseños de sistemas exclusivamente para ACS, cumpliendo con las coberturas establecidas en el CTE, conllevan unos costes muy inferiores y recuperables en plazos de 6 a 8 años, tiempos más cortos que para los sistemas de poligeneración como es el caso del presente proyecto.

5 BIBLIOGRAFÍA

Anpasol - Energía solar. (s.f.). http://www.anpasol-energiasolar.com/docs/sistemacontrol_viviendas_plurifamiliares_v1.3.pdf.

Censolar. (s.f.). www.censolar.es.

Eficiencia Energética. (s.f.).
http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconoci-dos/Reconocidos/3Guia_3.pdf.

Energías termosolar, tipos de colectores. (s.f.). <http://energiadoblezero.com/energias-renovables/energia-termosolar/tipos-de-colectores-solares-y-componentes-basicos>.

Frank P. Incropera, D. P. (s.f.). *Fundamentos de transferencia de calor*.

Gobierno de Aragón. (s.f.).
<http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/IndustriaComercioTurismo/Documentos/energiasolartrmicaliegocondiciones.pdf>.

Grundfos. (s.f.). <http://product-selection.grundfos.com/?custid=BGE&%25252525253Ftime=1463071081104&qcid=108264717>.

J.M, F. (2007). *Editorial Mundi-Prensa. Guía completa de la energía*.

Merkasol Chromagen. (s.f.).
http://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Categories/%22Equipos%20ACS%22/Equipos_ACS_Chromagen/Captador_Solar_Chromagen.

Relaño, A. L. (s.f.). http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9478/PFC_AntonioL_%20Relano_Pena.pdf?sequence=1.

Salvador Escoda. (s.f.).
http://www.salvadorescoda.com/tarifas/Agua_Caliente_Sanitaria_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf.

Wolf Iberica. (s.f.).
http://www.wolfiberica.es/fileadmin/content/ESP/Producto/Privado/Acumuladores/Interacumulador_Solar_ACS/SOLAR.pdf.

6 ANEXO 1: PRESUPUESTO

6.1 Sistema de captación

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
105	Ud.	Captador solar de marca chromagen PA-D confort. Modelo PA-D, de aluminio anodizado AL6063-T5 con el dorso de polipropileno negro moldeado y tratamiento absolvedor de titanio ultra selectivo. Una superficie colectora en vertical de 1,87 m ² , con un caudal recomendado de 45 l/h*m ² y capacidad de fluido de 1,2 l. Captador homologado en España. Conectado en baterías de 5 componentes, totalmente instalado, conexionado y comprobado en la obra.	444,17	46.637,85
105	Ud.	Estructura de aluminio marca chromagen. Estructura de aluminio anodizado para montaje de captadores solares sobre tejados planos, muy sencillas de montar y permiten distintas inclinaciones. Totalmente instaladas, conexionadas y comprobadas en obra.	133,1	13.975,50
Total sistema de captación			=	60.613,35

6.2 Sistema de acumulación

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
1	Ud.	Acumulador de la marca chromagen de 2.500 litros. Acumulador construido en acero al carbono con revestimiento interno de resina epoxídica adecuado para la instalación de ACS, según la normativa DIN 4753-3. Se suministra con sistema de protección anódica y aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm y terminación exterior con funda de skay. Instalado, conexionado y comprobado en obra.	3.075,34	3.075,34

2	Ud.	Acumulador de la marca chromagen de 4.000 litros. Acumulador construido en acero al carbono con revestimiento interno de resina epoxídica adecuado para la instalación de ACS, según la normativa DIN 4753-3. Se suministra con sistema de protección anódica y aislamiento estándar de poliuretano flexible de 100mm y terminación exterior con funda de skay. Instalado, conexionado y comprobado en obra.		
			4.774,32	9.548,64
Total sistema de captación			=	12.623,98

6.3 Sistema de intercambio

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
1039,5	L	Fluido anticongelante (etilenglicol). Fluido anticongelante, etilenglicol, no tóxico para instalaciones de energía solar con eficaces inhibidores de la corrosión y el envejecimiento. La mezcla que lleva el circuito es de 22 % en peso de etilenglicol en la mezcla. Mezclado, vertido y comprobado en el circuito primario.	3,5	3.638,25
1	Ud.	Intercambiador M3-FG de 20 placas para ACS de la empresa salvador escoda S.A. Caudal del 1º 2.400 litros y del 2º de 2.400 litros, con una potencia de 22.800 Kcal/h. Funcionamiento en contracorriente y de placas desmontables. Totalmente instalado, conexionado y probado en obra.	1.066	1.066,00
1	Ud.	Intercambiador M3-FG 34 placas para piscina de la empresa salvador escoda S.A. Caudal del 1º 10.800 litros y del 2º de 6.800 litros, con una potencia de 102.000 Kcal/h. Funcionamiento en contracorriente y de placas desmontables. Totalmente instalado, conexionado y probado en obra.	2.060	2.060,00
1	Ud.	Intercambiador T5ML de 27 placas para calefacción de la empresa salvador escoda S.A. Caudal del 1º 9.600 litros y del 2º de 9.600 litros, con una potencia de 90.600 Kcal/h. Funcionamiento en contracorriente y de placas desmontables. Totalmente instalado, conexionado y probado en obra.	1.850	1.850,00

Total sistema de captación = 8.614,25

6.4 Circuito hidráulico

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
5,58	m	Tubería de cobre sanitario de 22 mm Tubería de cobre sanitario de 22 mm de diámetro exterior y 20 mm de interior para soldar, codos, té, manguitos, válvulas, etc... Totalmente instalada conexionada y comprobada en obra	5,45	30,41
5,58	m	Tubería de cobre sanitario de 28 mm Tubería de cobre sanitario de 28 mm de diámetro exterior y 26 mm de interior para soldar, codos, té, manguitos, válvulas, etc... Totalmente instalada conexionada y comprobada en obra	9,6	53,57
5,58	m	Tubería de cobre sanitario de 35 mm Tubería de cobre sanitario de 35 mm de diámetro exterior y 32 mm de interior para soldar, codos, té, manguitos, válvulas, etc... Totalmente instalada conexionada y comprobada en obra	12,2	68,08
56,73	m	Tubería de cobre sanitario de 42 mm Tubería de cobre sanitario de 42 mm de diámetro exterior y 40 mm de interior para soldar, codos, té, manguitos, válvulas, etc... Totalmente instalada conexionada y comprobada en obra	15,49	878,75
270,72	m	Tubería de cobre sanitario de 76 mm Tubería de cobre sanitario de 76 mm de diámetro exterior y 73 mm de interior para soldar, codos, té, manguitos, válvulas, etc... Totalmente instalada conexionada y comprobada en obra	23,3	6.307,78
6	Ud.	Válvula de esfera 22 mm Válvula de esfera de 22 mm con cuerpo fabricado en latón, cromado y diamantado, anillos de teflón para estanqueidad de la esfera, anillo tórico y arandela de teflón para estanqueidad del eje. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	7,41	44,46

6	Ud.	Válvula de esfera 28 mm Válvula de esfera de 28 mm con cuerpo fabricado en latón, cromado y diamantado, anillos de teflón para estanqueidad de la esfera, anillo tórico y arandela de teflón para estanqueidad del eje. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	10,29	61,74
6	Ud.	Válvula de esfera 35 mm Válvula de esfera de 35 mm con cuerpo fabricado en latón, cromado y diamantado, anillos de teflón para estanqueidad de la esfera, anillo tórico y arandela de teflón para estanqueidad del eje. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	14,02	84,12
11	Ud.	Válvula de esfera 42 mm Válvula de esfera de 42 mm con cuerpo fabricado en latón, cromado y diamantado, anillos de teflón para estanqueidad de la esfera, anillo tórico y arandela de teflón para estanqueidad del eje. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	17,05	187,55
17	Ud.	Válvula de esfera 76 mm Válvula de esfera de 28 mm con cuerpo fabricado en latón, cromado y diamantado, anillos de teflón para estanqueidad de la esfera, anillo tórico y arandela de teflón para estanqueidad del eje. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	21,04	357,68
7	Ud.	Válvula de retención Válvula de retención de oscilante para eliminar la posibilidad de flujos inversos en la instalación. Temperatura máxima de utilización 140°C y presión máx. de 10 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	8,15	57,05
4	Ud.	Válvula de seguridad Válvula de seguridad de resorte con cuerpo de latón, cromado y diamantado. Apta para instalaciones de ACS. Temperatura máxima de utilización 140°C y tarada a una presión de 6 bar. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	15,26	61,04

3	Ud.	Válvula mezcladora 28mm Válvula termostática o mezcladora para tubería de 28 mm apta para instalaciones de ACS, con escala regulable de temperatura (35-50°C), bloqueo automático en caso de falta de agua fría. Totalmente instalada, conexcionada y comprobada en obra.	73,7	221,10
10	Ud.	Manómetro de aguja Manómetro de aguja con escala de 0 a 15 bar. Totalmente instalado, conexcionado y comprobado en obra.	7,42	74,20
1	Ud.	Bomba marca grundfos modelo UPS 40-120 F. Altura 10 mca con cuerpo de fundición, impulsor compuesto (PES/PP), con presión máxima de trabajo de 10 bar y temperatura máxima de fluido de 110°C. Eje y cojinetes radiales de cerámica, cojinete axial de carbono, camisa de rotor y placa soporte de acero inoxidable. Totalmente instalada, conexcionada y comprobada en obra.	520,1	520,10
1	Ud.	Bomba marca grundfos modelo UPS 32-60 F. Altura 12 mca con cuerpo de fundición, impulsor compuesto (PES/PP), con presión máxima de trabajo de 10 bar y temperatura máxima de fluido de 110°C. Eje y cojinetes radiales de cerámica, cojinete axial de carbono, camisa de rotor y placa soporte de acero inoxidable. Totalmente instalada, conexcionada y comprobada en obra.	665,42	665,42
1	Ud.	Bomba marca grundfos modelo CME 5-2 Altura 12 mca con cuerpo de fundición, impulsor compuesto (PES/PP), con presión máxima de trabajo de 10 bar y temperatura máxima de fluido de 110°C. Eje y cojinetes radiales de cerámica, cojinete axial de carbono, camisa de rotor y placa soporte de acero inoxidable. Totalmente instalada, conexcionada y comprobada en obra.	670,74	670,74
1	Ud.	Bomba marca grundfos modelo UPS 50-30 F Altura 12 mca con cuerpo de fundición, impulsor compuesto (PES/PP), con presión máxima de trabajo de 10 bar y temperatura máxima de fluido de 110°C. Eje y cojinetes radiales de cerámica, cojinete axial de carbono, camisa de rotor y placa soporte de acero inoxidable. Totalmente instalada, conexcionada y comprobada en obra.	638,89	638,89

1	Ud.	Vaso de expansión marca solostocks de 80 litros. Vaso de expansión de 80 litros de membrana intercambiable, temperatura máxima de utilización de 100°C, precarga de 2,5 bar y presión máxima de 6 bar, aptos para el uso hasta el 50% de anticongelante. Totalmente instalado, conexionado y comprobado en obra.	181,2	181,20
Total sistema de captación			=	11.163,87

6.5 Aislamiento

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
4,75	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 30 mm de espesor para tubería de 42 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 30 mm de espesor para tubería de 42 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	8,49	40,33
190,8	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 30 mm de espesor para tubería de 76 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 30 mm de espesor para tubería de 76 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	9,76	1.862,21
5,58	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 22 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 22 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	7,95	44,36
5,58	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 28 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 28 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	8,72	48,66

5,58	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 35 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 35 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	9,95	55,52
51,98	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 42 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 42 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	11,15	579,58
79,92	m	Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 76 mm Coquilla aislante ARMAFLEX de 40 mm de espesor para tubería de 76 mm con una conductividad de 0,0035 W/°km2. Totalmente instalada, y comprobada que no quede visible ninguna tubería ni accesorio en obra.	14,05	1.122,88
75	m	Adhesivo ARMAFLEX Adhesivo ARMAFLEX, espesor de 3mm y ancho de 50mm. Totalmente instalado y comprobado en obra.	10,38	778,50
30	l	Pintura ARMAFINISH Pintura ARMAFINISH para las tuberías que estén al exterior. Acabado uniforme.	15,26	457,80
Total sistema de captación			=	4.989,83

6.6 Sistema auxiliar

CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
2	Ud.	Caldera de gas marca Wolf modelo CGG-1K-24/28 Modulante de 4,8 a 24/28 KW. Caldera mural de gas natural de la marca Wolf, modelo CGG-1K-24/28. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	1.623,84	3.247,68
Total sistema de captación			=	3.247,68

6.7 Sistema de seguridad y control

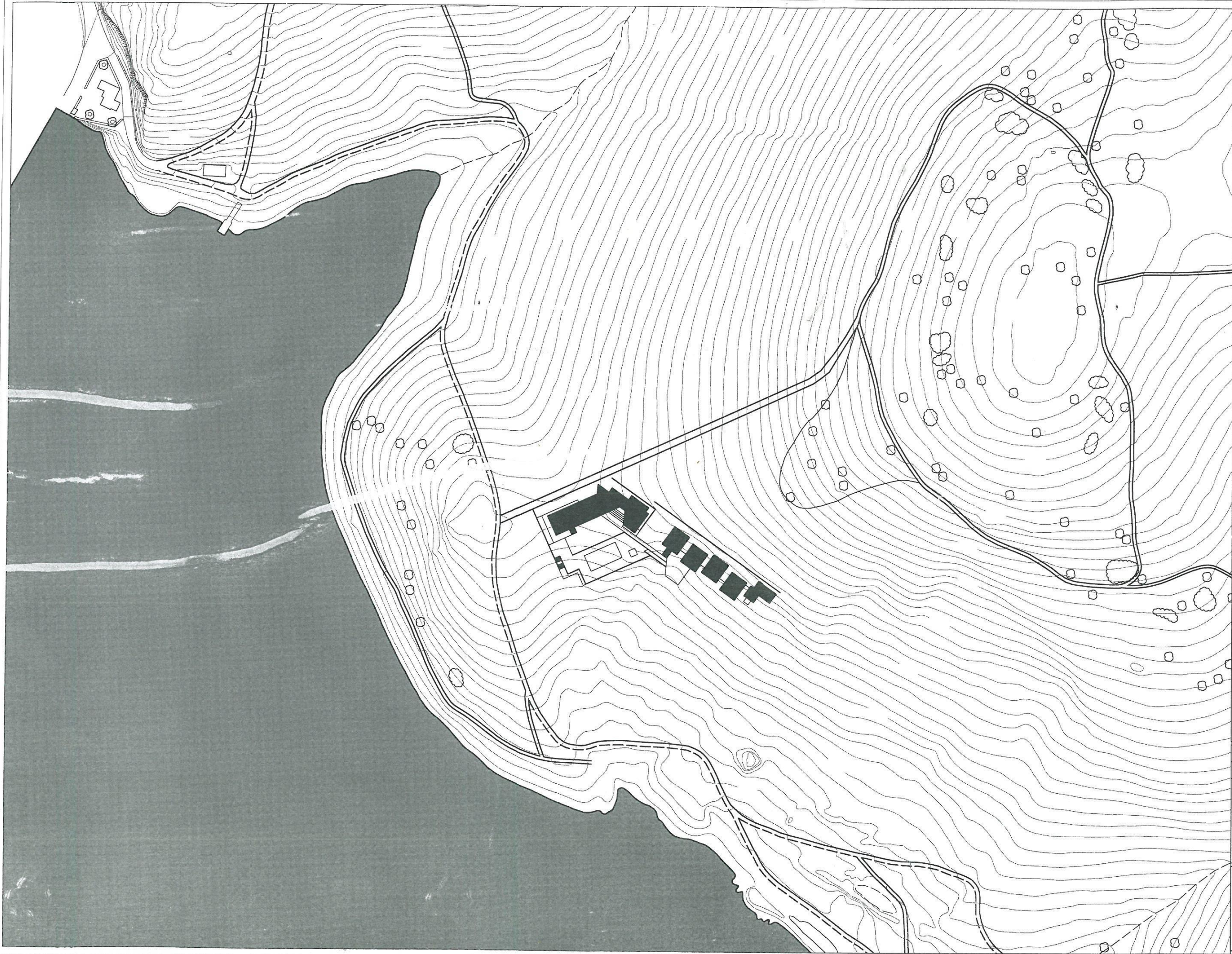
CANTIDAD	UNIDAD	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD €	PRECIO TOTAL €
1	Ud.	Sistema de Regulación marca siemens Regulación de la diferencia de temperatura marca SIEMENS controlada por microprocesador con medición integrada de rendimiento energético para instalaciones solares térmicas. Incluye 10 sondas PT1000. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	2.055,78	2.055,78
7	Ud.	Válvula de conmutación de 3 vías Válvula de 3 vías de 3/4", servopilotada. Temperatura de servicio hasta 110°C y presión máxima de 10 bar. Tiempo de apertura y cierre de 15 seg. Totalmente instalada, conexionada y comprobada en obra.	192,05	1.344,35
3	Ud.	Disipador de la empresa salvador escoda modelo 15/3. Para periodos de baja demanda y gran producción, compuesto por válvula termostática y batería de disipación de 4000 W. Totalmente instalado, conexionado y comprobado en obra.	1.435	4.305,00
3	Ud.	Disipador de la empresa salvador escoda modelo 20/4. Para periodos de baja demanda y gran producción, compuesto por válvula termostática y batería de disipación de 4000 W. Totalmente instalado, conexionado y comprobado en obra.	1.915	5.745,00
Total sistema de captación			=	13.450,13

6.8 Presupuesto total

SISTEMA	TOTAL €
4.1 Sistema de captación	60.613,35
4.2 Sistema de acumulación	12.623,98
4.3 Sistema de intercambio	8.614,25
4.4 Sistema de aislamiento	11.163,87
4.5 Sistema hidráulico	4.989,83
4.6 Sistema auxiliar	3.247,68
4.7 Sistema de regulación y control	13.450,13
TOTAL SISTEMAS	114.703,09

7 ANEXO 2: PLANOS

- 7.1 Plano de situación
- 7.2 Plano planta zócalo
- 7.3 Plano planta principal
- 7.4 Plano colocación de los colectores
- 7.5 Plano conexionado de los colectores
- 7.6 Plano situación de los colectores
- 7.7 Plano esquema de la instalación



**DOCUMENTACION FINAL OBRA
ALBERGUE RURAL PUERTO DE VALLEHERMOSO**

EMBALSE DE VALLEHERMOSO-POLIGONO 92. PARCELA 1-ALHAMBRA(CIUDAD REAL)

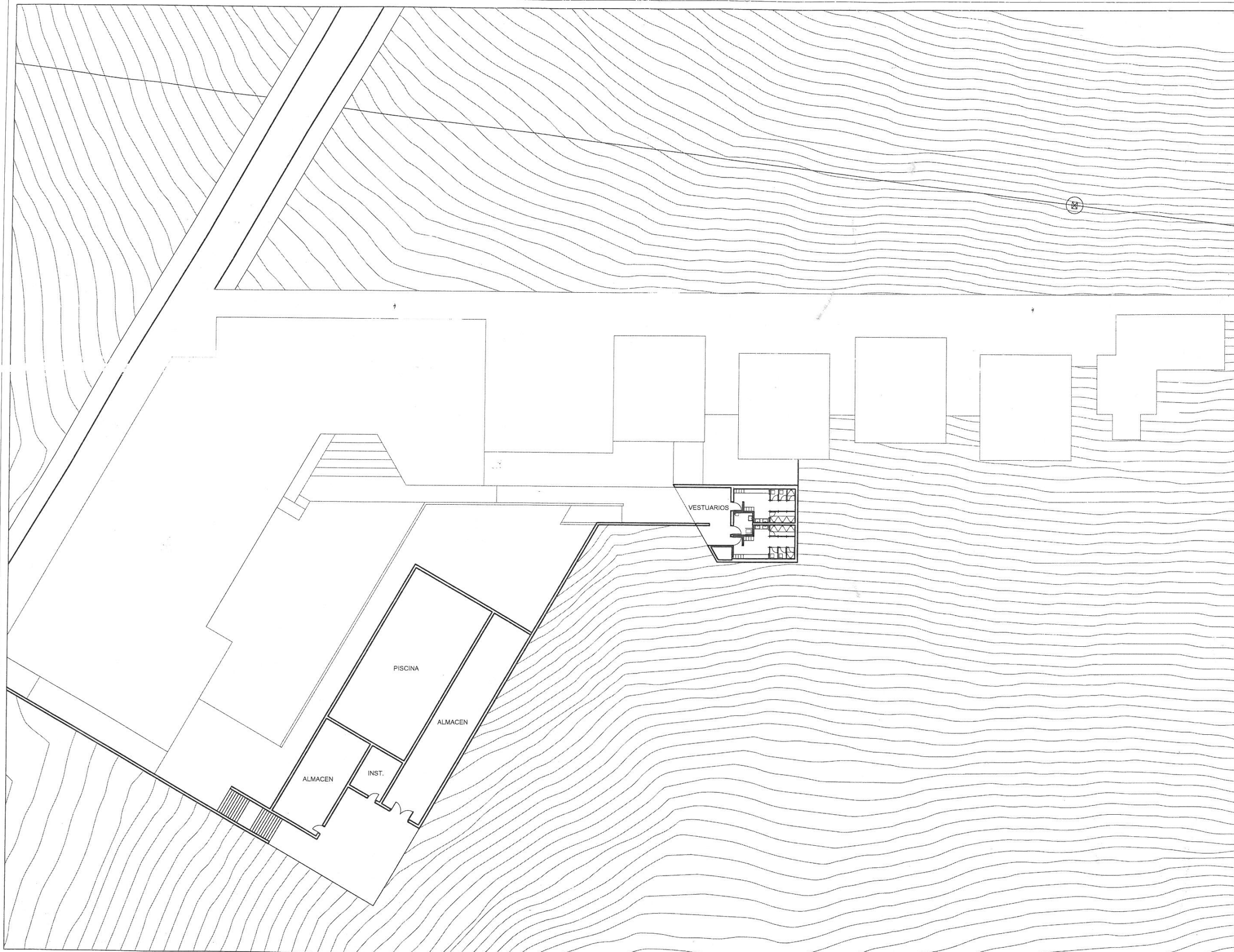
**ILUSTRE AYUNTAMIENTO
DE LA SOLANA**
DEPARTAMENTO DE OBRAS Y URBANISMO
SERVICIOS TECNICOS MUNICIPALES:

FECHA: dic 2012

ESCALA: 1/2000

PLANO:
SITUACION

Nº PLANO:
S01



**DOCUMENTACION FINAL OBRA
ALBERGUE RURAL PUERTO DE VALLEHERMOSO**

EMBALSE DE VALLEHERMOSO-POLIGONO 92, PARCELA 1-ALHAMBRA(CIUDAD REAL)

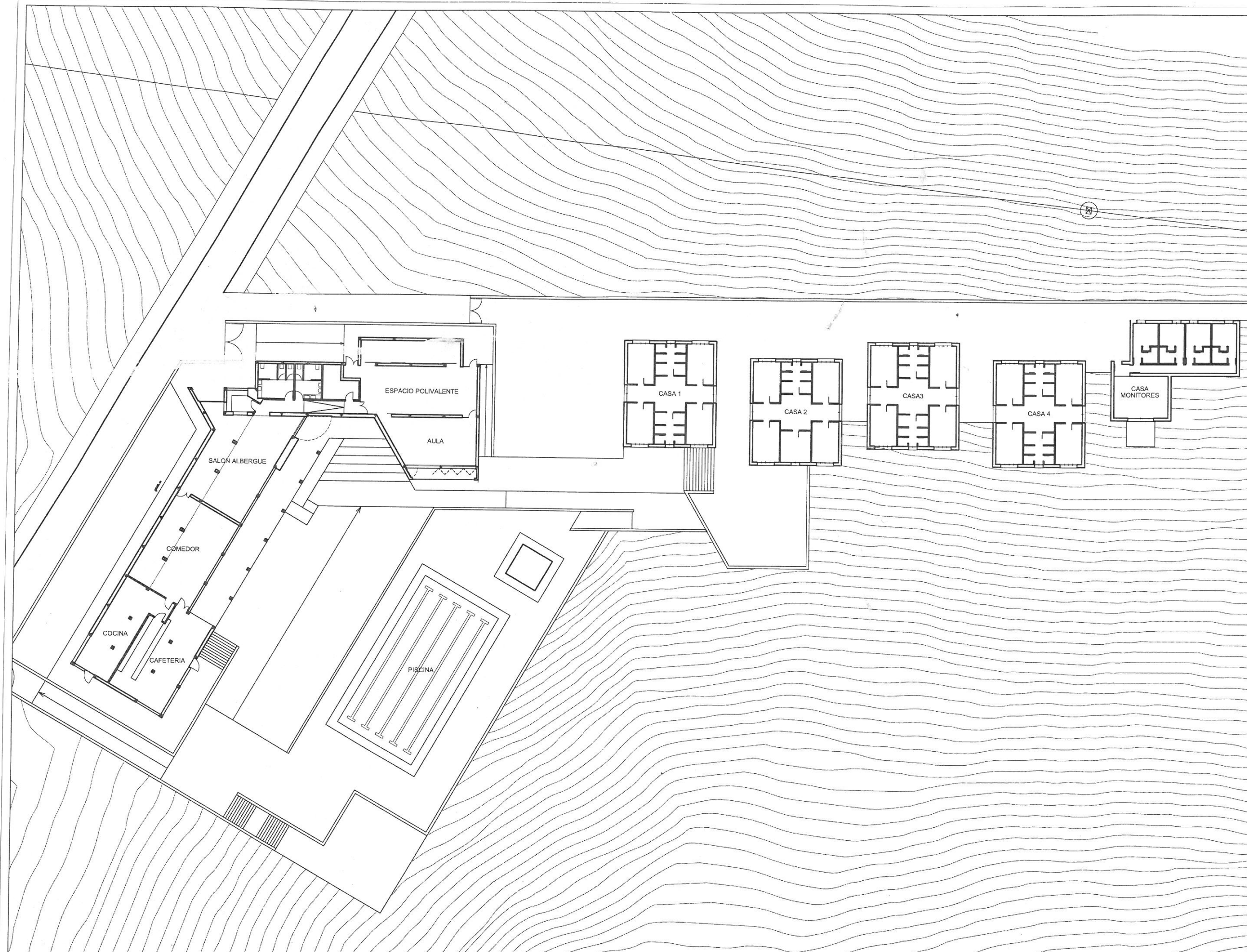
ILUSTRE AYUNTAMIENTO
DE LA SOLANA
DEPARTAMENTO DE OBRAS Y URBANISMO
SERVICIOS TECNICOS MUNICIPALES:

FECHA: dic 2012

ESCALA: 1/500

PLANO:
**PLANTA
LOCALO**

Nº PLANO:
A01



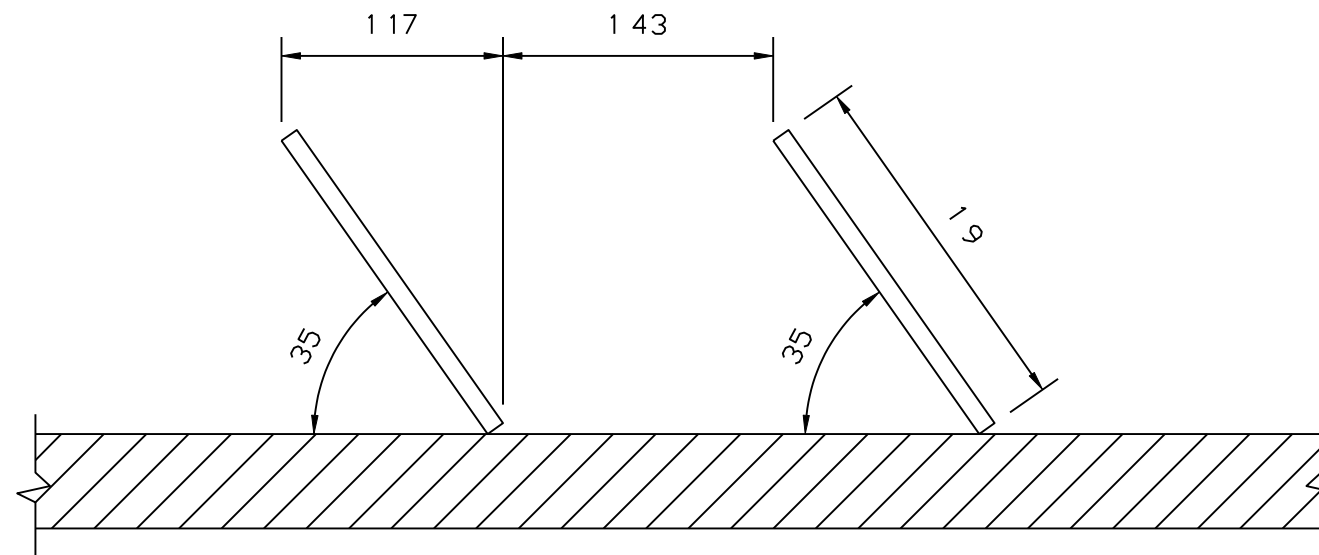
**DOCUMENTACION FINAL OBRA
ALBERGUE RURAL PUERTO DE VALLEHERMOSO**

EMBALSE DE VALLEHERMOSO-POLIGONO 92, PARCELA 1--ALHAMBRA(CIUDAD REAL)

ILUSTRE AYUNTAMIENTO
DE LA SOLANA
DEPARTAMENTO DE OBRAS Y URBANISMO
SERVICIOS TECNICOS MUNICIPALES

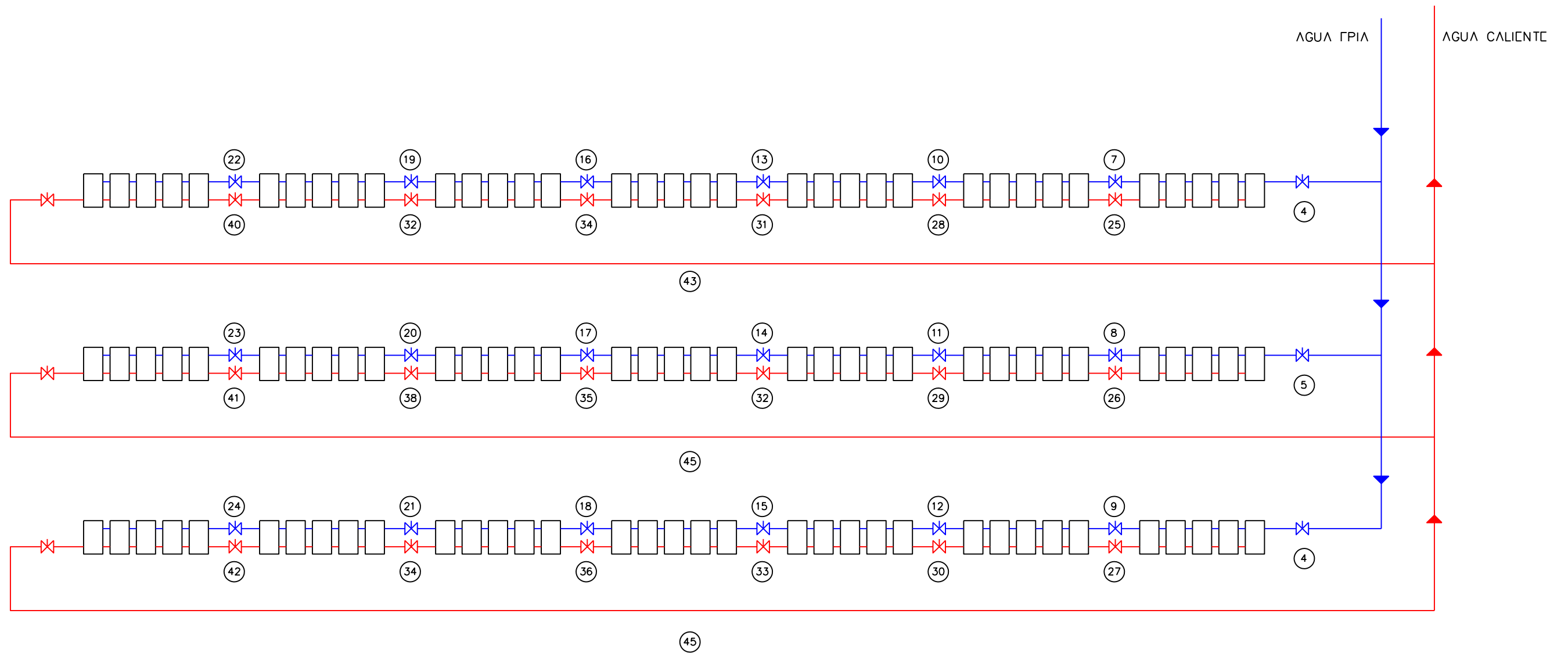
FECHA: dic 2012
ESCALA: 1/500
PLANO:
**PLANTA
PRINCIPAL**

NºPLANO:
A02




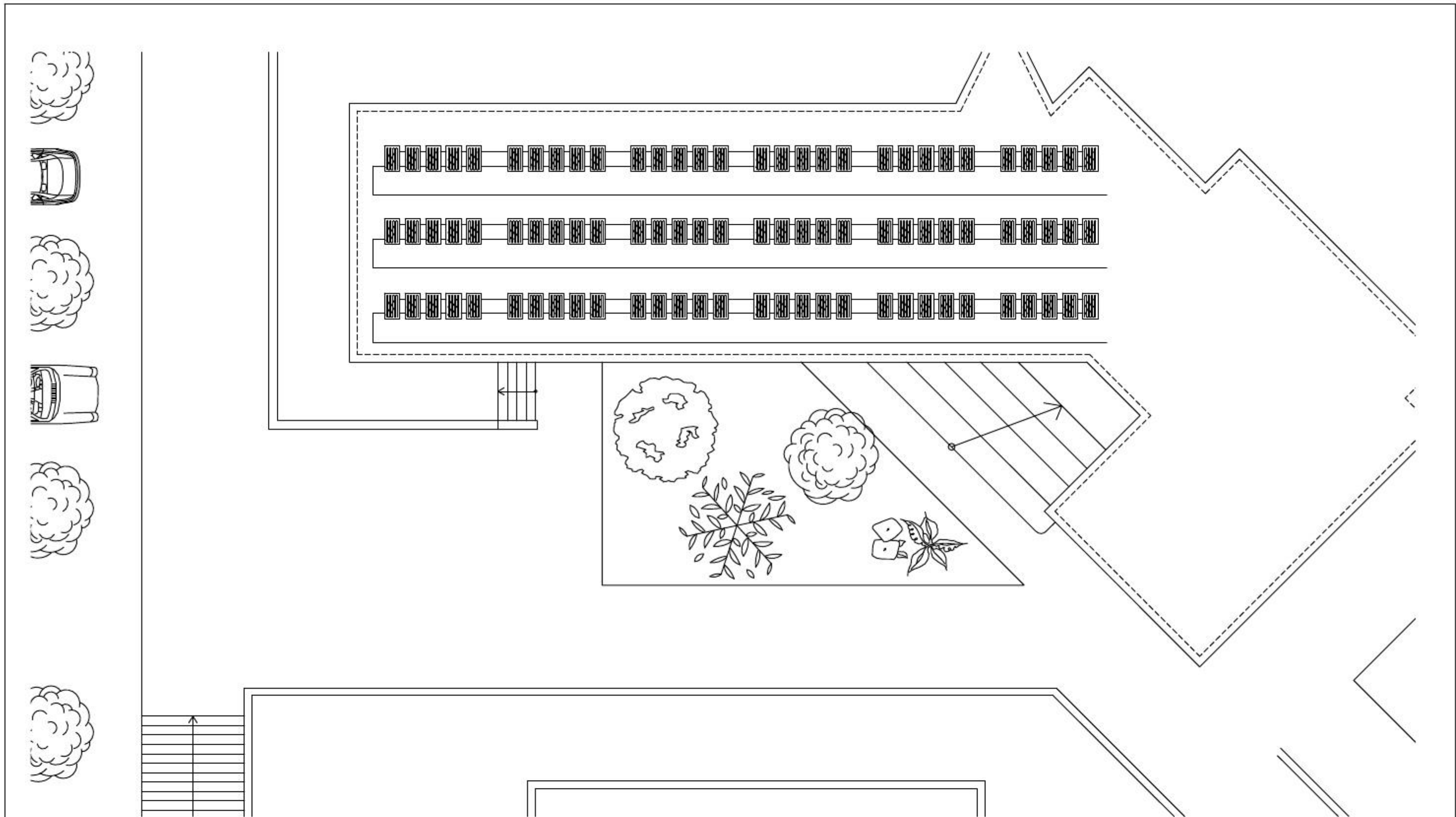
COLOCACIÓN DE CAPTADORES SOLARES
ESCALA 140

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		NOMBRE	
		DIBUJADO	Alberto Gómez-Pimpollo Fernández
		COMPROBADO	Alberto Gómez-Pimpollo Fernández
ESCALA	INSTALACION SOLAR PARA ACS CALFACCION Y PISCINA EN EDIFICIO COLOCACION DE CAPTADORES	FIRMA	
140			
		FECHA 02/06/2016	
		N PLANO 04	

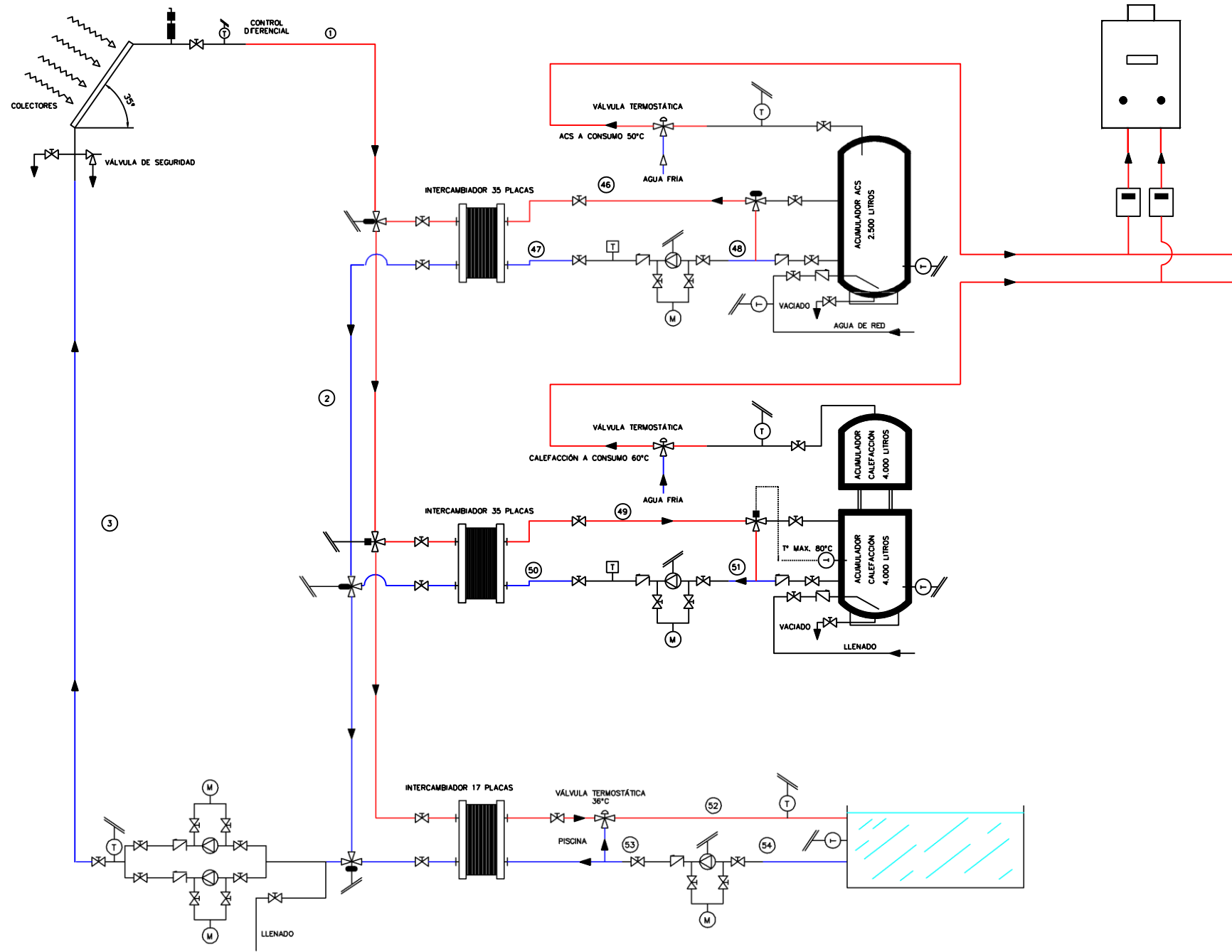


CONEXIONADO DE LOS COLECTORES
 ESCALA 1250

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	NOMBRE	Alberto Gómez-pimpollo Fernández
	DIBUJADO	Alberto Gómez-pimpollo Fernández
	COMPROBADO	Alberto Gómez-pimpollo Fernández
ESCALA 1250	INSTALACION SOLAR PARA ACS CALIFICACION Y PISCINA EN EDIFICIO CONEXIONADO DE LOS COLECTORES	FIRMA  FECHA 02/06/2016 N PLANO 05



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		NOMBRE	
		DIBUJADO	
		COMPROBADO	
ESCALA:	INSTALACIÓN SOLAR PARA ACS, CALEFACCIÓN Y PISCINA EN EDIFICIO. SITUACIÓN DE COLECTORES	FIRMA:	
1:500		FECHA: 02/06/2016	
		Nº PLANO: 06	



ESQUEMA DE INSTALACIÓN
ESCALA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES		NOMBRE	
		DIBUJADO	Alberto Gómez- Pimpollo Fdez
ESCALA: 1:100		C■MPR■BAD■	Alberto Gómez-Pimpollo Fdez
		FIRMA:	<i>Alberto</i>
INSTALACIÓN SOLAR PARA ACS, CALEFACCIÓN Y PISCINA EN EDIFICIO. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN		FECHA: 02/06/2016	
		Nº PLANO: 07	

