

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORA

Cristina Campillo Javier

DIRECTOR

Daniel Sánchez García-Vacas

Castellón, Septiembre de 2017

CAPÍTULOS

	Pág.
MEMORIA DESCRIPTIVA	1
CÁLCULO JUSTIFICATIVOS	72
ANEXOS	278
PRESUPUESTO	313
PLANOS	332

***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

MEMORIA DESCRIPTIVA

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETO DEL PROYECTO	5
3.	NORMAS Y REFERENCIAS	6
3.1	Legislación Aplicable	6
3.2	Bibliografía y fuentes de información	6
3.3	Bibliografía web.....	7
3.4	Programas Utilizados.....	7
3.5	Catálogos.....	7
4.	DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	8
4.1	Situación y emplazamiento	8
4.2	Usos de los edificios	9
4.3	Distribución de las dependencias a climatizar	9
4.4	Ocupación Máxima.....	11
4.5	Descripción de los cerramientos arquitectónicos.....	12
4.6	Descripción de los huecos	20
5.	CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	23
5.1	Condiciones generales del proyecto	23
5.2	Condiciones interiores de cálculo	24
5.2.1	Temperatura Interior y Humedad relativa	24
5.2.2	Velocidad del aire.....	24
5.2.3	Calidad del aire interior.....	25
5.2.4	Filtraciones del aire exterior mínimo	25
5.2.5	Calidad del ambiente acústico: ruido y vibraciones.....	26
5.3	Exigencias técnicas	27
5.3.1	Exigencia de bienestar e higiene.....	27
5.4	Recuperación de aire.....	31
6.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	32
6.1	Necesidades energéticas de ACS.....	32
6.2	Descripción del sistema.....	32
6.2.1	Campo solar y circuito primario	32
6.3	Fluido caloportador.....	35
6.4	Producción de ACS	36

6.5	Circuito con caldera de apoyo. Justificación de la elección	37
6.6	Elementos integrantes en la instalación de solar térmica	39
7.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA.....	46
7.1	Elementos integrantes en la instalación de suministro de agua.....	47
8.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	50
8.1	Necesidades energéticas para la climatización.....	52
8.2	Elementos integrantes de la instalación de climatización	55
9.	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRASPORTE DE LOS FLUIDOS CALOPORTADORES DE ENERGÍA	60
9.1	Redes en el circuito de solar térmica	60
9.2	Redes del circuito de suministro de agua	60
9.3	Redes de distribución para climatización.....	61
10.	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS	68
11.	CONCLUSIÓN	71

1. INTRODUCCIÓN

Cambio climático, climatización, energías renovables, fuentes de energía convencionales sobreexplotadas, contaminación atmosférica,... son varios de los términos que cada vez aparecen en mayor medida en prensa, internet, televisión, radio, en general cualquier medio de comunicación. Esto hace que cada vez haya más gente a la cual le nace la gran preocupación por el agotamiento de las fuentes de energía convencionales y el efecto que el uso de estas tiene sobre el clima.

La búsqueda de alternativas al uso de las energías actuales está cada vez más agudizada, a la vez que conseguir una mayor eficiencia con el uso de nuevos productos que logren mayores rendimientos en su utilización.

El gasto doméstico es el principal factor de consumo energético, el cual hace necesaria la idea de una vivienda comprometida con el medio ambiente, y a su vez con un reducido consumo energético basado en energías renovables no contaminantes.

Energías renovables y climatización cada vez más y más unidas.

La climatización consiste en dar a un espacio las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y presión, necesarias para que dicho espacio goce de un mayor confort.

Por este motivo, es necesario diseñar edificios que permitan que el aire fluya creando las circulaciones adecuadas para el acondicionamiento del aire interior.

Si se lograra diseñar edificios como el descrito en el párrafo anterior y que a parte sean sostenibles energéticamente se habrá conseguido de algún modo satisfacer esa necesidad tan creciente en la sociedad.

Todo esto, al mismo tiempo que se cumple con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). El cual establece las condiciones de bienestar térmico e higiene, que deben de cumplir las instalaciones destinadas a ocuparse de la demanda, a través de las instalaciones de ACS y climatización, además de otras disposiciones que no afectan al presente trabajo.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y dimensionado de las instalaciones de ACS, suministro de agua y climatización de una vivienda unifamiliar de nueva construcción ubicada en la provincia de Teruel, de modo que consuma la mínima energía posible y sustituir la necesaria por medios renovables no contaminantes.

El objetivo principal del proyecto, se alcanza en primer lugar eligiendo la tipología de cerramiento más adecuado para que el edificio cumpla con los requisitos establecidos en el CTE. Teniendo en cuenta este primer criterio se realiza un estudio de cargas térmicas para cada una de las estancias de la vivienda. Estos dos elementos van hacer posible el dimensionado de las instalaciones de ACS, suministro de agua y climatización.

Estas tres instalaciones deben ser capaces de conseguir las condiciones ambientales adecuadas para la vivienda, en la que los ocupantes se encuentren en el mejor estado de bienestar posible incluyendo energías renovables i/o menos contaminantes.

Con esto, se analizan todos los resultados para determinar que instalaciones se adecuan mejor a la zona climática en la que se encuentra la vivienda, tanto desde el punto de vista de la eficiencia energética como desde el punto de vista económico.

En la segunda parte de esta memoria se aportan la metodología de cálculo y los cálculos para la ejecución de dicho proyecto y como resultado final los costes, y el presupuesto de ejecución de la instalación final diseñada.

3. NORMAS Y REFERENCIAS

3.1 Legislación Aplicable

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) Y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). (Real Decreto (1027/2007)
- Modificaciones y correcciones de errores de RITE aprobadas hasta la publicación del Real Decreto RD 56/2016
- Normas UNE incluidas en el RITE.
- Código Técnico de la EDIFICACIÓN (CTE), (Real Decreto 314/2006)

Documentos:

Documento Básico HE: Ahorro de energía

- Sección HE 0: Limitación del consumo energético
- Sección HE-1: Limitación de demanda energética.
- Sección HE-4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Documento Básico HS: Salubridad

- Sección HE4: Suministro de agua

- Real Decreto 865/2003, de 4 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

3.2 Bibliografía y fuentes de información

- Guías Técnicas de Ahorro y eficiencia Energética en Climatización, proporcionadas por el Instituto para la diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).
- Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, "*Heating and Cooling With a Heat Pump*", EnerGuide.
- Enrique Torrella Alcaraz, Joaquin Navarro Esbri, Ramon Cabello Lopez, Francisco Gomez Marques "*Manual de climatización*", A. Madrid Vicente Ediciones.

3.3 Bibliografía web

- www.saunierduval.es
- www.trox.es
- www.salvadorescoda.com
- www.kripsol.com
- www.chromagen.es
- www.tyfo.de
- www.ovacen.com
- www.solarweb.net
- www.instalacionesyeficienciaenergetica.com
- www.idae.es
- www.censolar.es
- www.okofen.es

3.4 Programas Utilizados

- Cype
- Autocad 2017
- Excel

3.5 Catálogos

- Catálogo Técnico Chromagen 2017 (Sola térmica)
- Catálogo Tarifa 2017 Saunier Duval (Bomba de calor, fancoil y caldera)
- Rejillas de aire Trox
- Catálogo Salvador Escoda (biomasa, tuberías, aislamientos,..)
- Catálogo electrobombas, Kripsol
- Catálogo Silo flexibles, Ökofen

4. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

4.1 Situación y emplazamiento

La vivienda que se va a analizar se encuentra situada en la capital de la provincia de Teruel, en el sur de la comunidad autónoma de Aragón.

Se trata de una vivienda unifamiliar de 3 plantas, con forma trapezoidal. En el Plano 1 se puede observar la plata baja del edificio, en el Plano 2 la primera planta y en el Plano 3 la segunda planta.

Entorno Físico

La zona en la que se ubica la vivienda se encuentra el sudoeste de la ciudad de Teruel. Rodeada de casas, algún edificio de poca altura y solares sin construir, tal y como se observa en la siguiente figura:



Ilustración 1 Vista frontal del terreno de ubicación de la vivienda

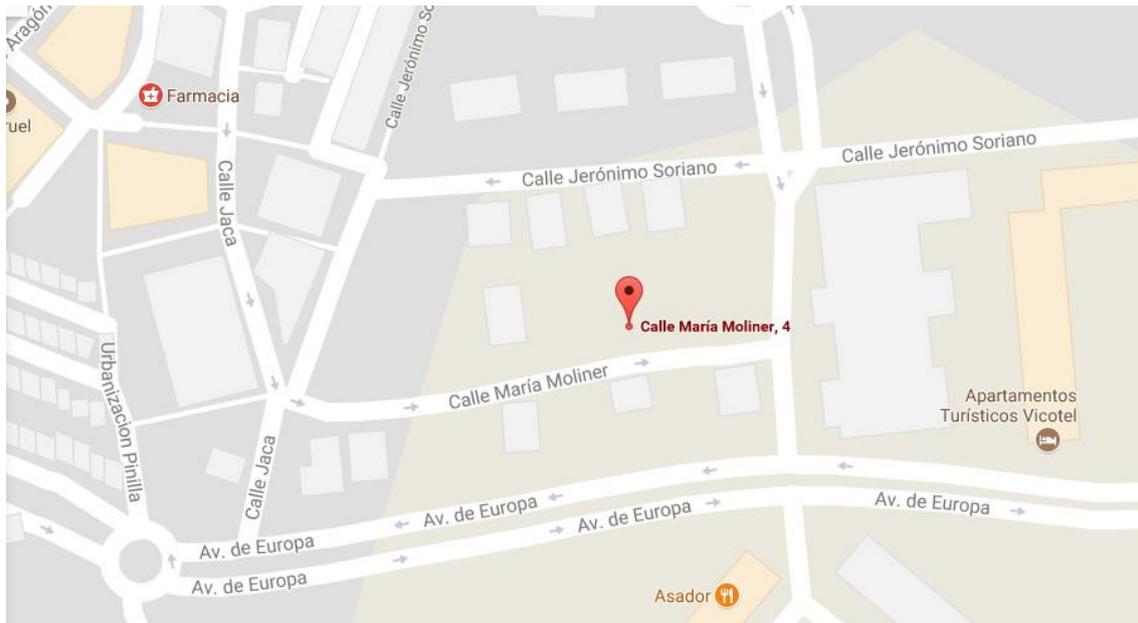


Ilustración 2 Plano de situación

4.2 Usos de los edificios

La vivienda que se va a estudiar es una vivienda de uso anual. En la cual en mayor o menor medida habrá actividad en ella los 365 días del año.

4.3 Distribución de las dependencias a climatizar

Según la instrucción técnica IT 1.2.4.7.2 del RITE, los locales no habitables no deben climatizarse, salvo cuando se empleen fuentes de energía renovables o energía residual.

Según el RITE, se entiende como local no habitable a cualquier local interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, solo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. Incluyendo como no habitables los garajes, trasteros, huecos de escaleras, rellanos de ascensores, cuartos de servicio, salas de máquinas, las cámaras técnicas, los desvanes no acondicionados, sus zonas comunes y locales similares.

En el proyecto se ha decidido no climatizar cualquier local que sea de características similares a las descritas. Las estancias que se climatizarán son las expuestas en el siguiente punto.

Planta Baja

En la planta baja se encuentra el garaje. Como en dicha planta solo se tiene el garaje y el hueco de la escalera que comunica con la primera planta, ambos considerados locales no habitables, no se tendrá en cuenta dicha planta a la hora de realizar la climatización.

Primera Planta

En la primera planta se encuentra una sala de estar (Sala1), una sala vacía la cual se utiliza como habitación de bultos (Sala2), el baño (Baño1), un amplio salón (Comedor) y la cocina (Cocina)

La despensa al no tener unas elevadas dimensiones, estar totalmente en contacto con la cocina, zona que se considera de bastante actividad en la vivienda, y tener las características de local no habitable que se han descrito anteriormente, no se tiene en cuenta para el cálculo de climatización.

<i>Local</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Volumen (m³)</i>	<i>Climatización</i>	<i>ACS</i>
Sala1	19,4	52,44	SI	NO
Sala2	7,5	20,32	SI	NO
Baño1	4,3	11,49	SI	SI
Comedor	35,8	96,56	SI	NO
Cocina	24,3	65,63	SI	SI
Despensa	7,3	19,64	NO	NO
Hueco escalera 1	4,2	11,28	NO	NO

Tabla 1 Características Primera Planta

Segunda Planta

En la segunda planta se encuentra dos habitaciones dobles (Habitación1 y Habitación4), dos habitaciones simples (Habitación2 y Habitación3), dos baños (Baño2 y Baño3), un vestidor (Vestidor) y un lavadero (Lavadero). A todas las estancias las comunica un pasillo.

<i>Local</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Volumen (m³)</i>	<i>Climatització</i>	<i>ACS</i>
Habitación1	19,3	52,03	SI	NO
Habitación2	11,7	31,60	SI	NO
Habitación3	8,1	21,92	SI	NO
Habitación4	17	45,92	SI	NO
Baño2	10,8	29,23	SI	SI
Baño3	9,9	26,83	SI	SI
Lavadero	5,6	14,99	SI	SI
Vestidor	1,9	5,26	SI	NO
Pasillo	10	27,13	SI	NO
Hueco Escalera 2	4,5	12,04	NO	NO

Tabla 2 Características Segunda Planta

4.4 Ocupación Máxima

El cálculo de la ocupación máxima de cada planta debe realizarse a partir de los valores de densidad de ocupación que se indican en el Código Técnico de la Edificación (CTE), en función de la superficie útil e cada zona.

<i>Uso previsto</i>	<i>Zona, tipo de actividad</i>	<i>Ocupación (m²/persona)</i>
<i>Residencial Vivienda</i>	<i>Plantas de vivienda</i>	20

A

Ilustración 3 Densidad de ocupación

continuación, se muestran el número máximo de ocupantes para cada planta:

Primera Planta

<i>Local</i>	<i>Superficie (m²)</i>	<i>Ocupación (m²/persona)</i>	<i>Nº Máximo de Personas</i>
Primera planta	102,8	20	5
Segunda Planta	98,8	20	5

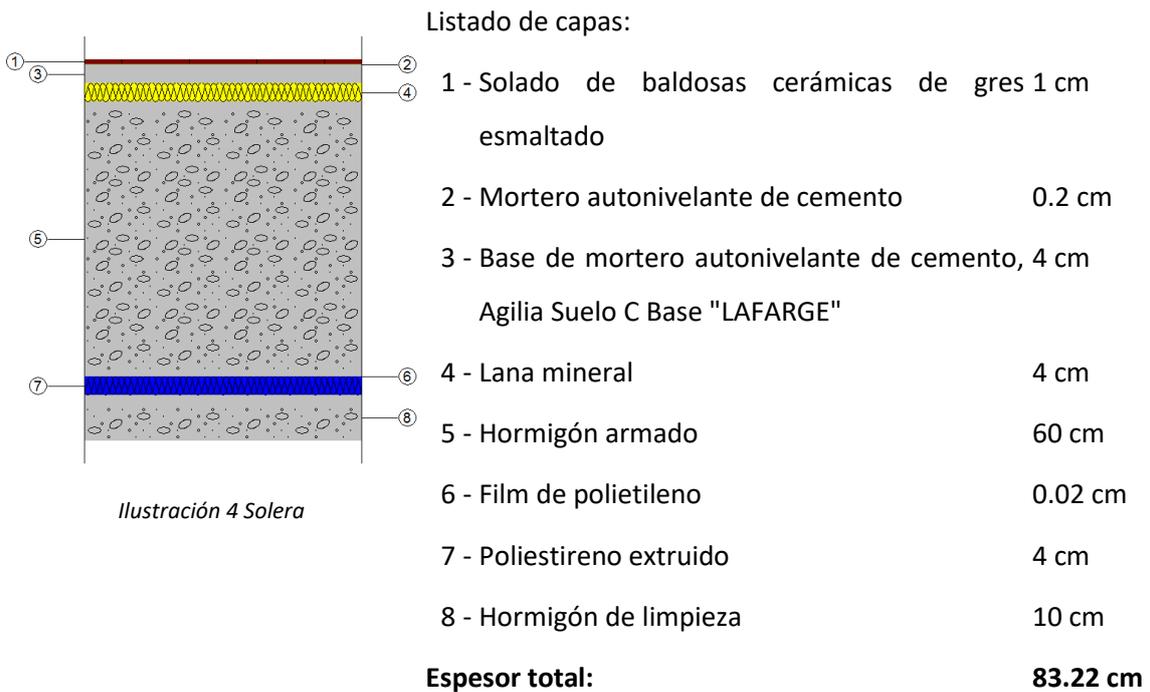
Tabla 3 Total ocupación máxima en la vivienda

4.5 Descripción de los cerramientos arquitectónicos

Los cerramientos de la vivienda unifamiliar se pueden agrupar en los tipos que se van a describir a continuación:

- **Suelos en contacto con el terreno**

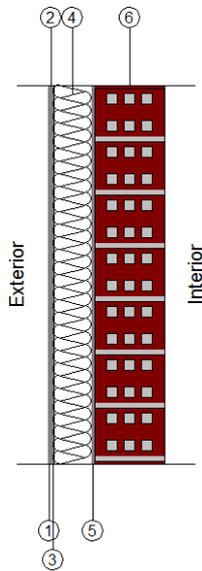
SOLERA



El coeficiente global de trasmisión de calor total del cerramiento es de $U_s=0.24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el peso de $1856.30 \text{ kg}/\text{m}^2$.

• Fachada

FACHADA A LOCAL



Listado de capas:

1 - Mortero decorativo Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA"	0.3 cm
2 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.25 cm
3 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.25 cm
4 - Panel rígido de lana de roca Clima 34 "ISOVER"	6 cm
5 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
7 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---

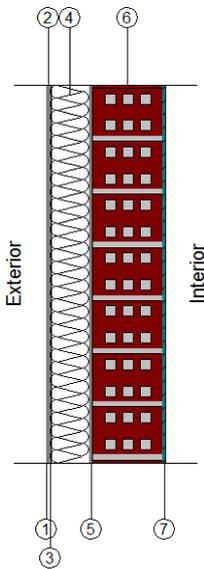
Espesor total: 18.3 cm

Ilustración 5 Fachada

a local

El coeficiente global de transmisión de calor total del cerramiento es de $U_s=0.46 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el peso de $133.60 \text{ kg}/\text{m}^2$.

FACHADA A BAÑOS, COCINA Y LAVADERO



Listado de capas:

1 - Mortero decorativo Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA"	0.3 cm
2 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.25 cm
3 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.25 cm
4 - Panel rígido de lana de roca Clima 34 "ISOVER"	6 cm
5 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.5 cm
6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11 cm
7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de 0.5 cm cemento	

Ilustración 6 Fachada a baños, cocina y lavadero **Espesor total: 18.8 cm**

El coeficiente global de transmisión de calor total del cerramiento es de $U_s=0.46 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el peso de $145.10 \text{ kg}/\text{m}^2$.

• **Cubierta-tejado**

Listado de capas:

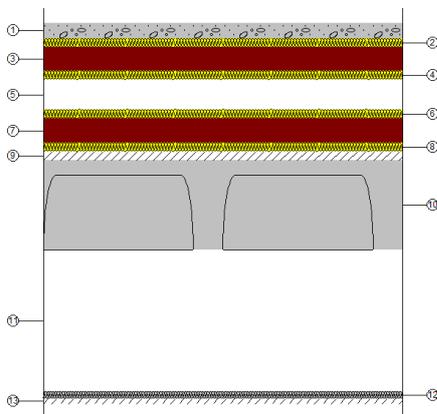


Ilustración 7 Techo

1 - Teja de arcilla cocida	5 cm
2 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
3 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8 cm
4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
5 - Cámara de aire	10 cm
6 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
7 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8 cm
8 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
9 - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	3 cm
10 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)	
11 - Cámara de aire sin ventilar	47.5 cm
12 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
13 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola	
14 - Pintura plástica sobre paramento interior --- de yeso o escayola	
Espesor total:	127.6 cm

El coeficiente global de transmisión de calor para refrigeración es de $U_c=0.31 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el de calefacción es de $U_c=0.33 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, con un peso de $676.95 \text{ kg}/\text{m}^2$.

- **Compartimentación interior vertical**

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR A LOCAL

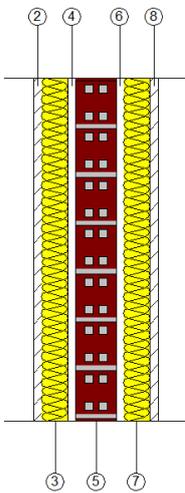


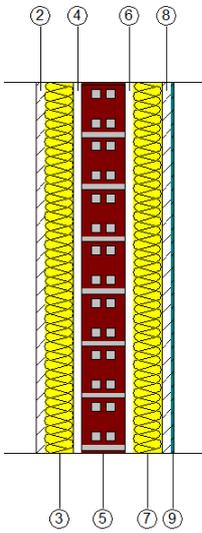
Ilustración 8
Compartimentación
interior a local

Listado de capas:

1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
2 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
3 - Lana mineral	4.5 cm
4 - Separación	1.3 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7 cm
6 - Separación	1.3 cm
7 - Lana mineral	4.5 cm
8 - Placa de yeso laminado	1.5 cm
9 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola	---
Espesor total:	21.6 cm

El coeficiente global de transmisión de calor total del cerramiento es de $U_s=0.30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el peso de $93.45 \text{ kg}/\text{m}^2$.

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR A BAÑO, COCINA O LAVADERO



*Ilustración 9
Compartimentación
interior a baño, cocina o
lavadero*

Listado de capas:

- 1 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o ---
escayola
- 2 - Placa de yeso laminado 1.5 cm
- 3 - Lana mineral 4.5 cm
- 4 - Separación 1.3 cm
- 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 7 cm
- 6 - Separación 1.3 cm
- 7 - Lana mineral 4.5 cm
- 8 - Placa de yeso laminado 1.5 cm
- 9 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero 0.5 cm
de cemento

Espesor total: 22.1 cm

El coeficiente global de transmisión de calor total del cerramiento es de $U_s=0.30 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el peso de $104.95 \text{ kg}/\text{m}^2$.

- **Compartimentación interior horizontal**

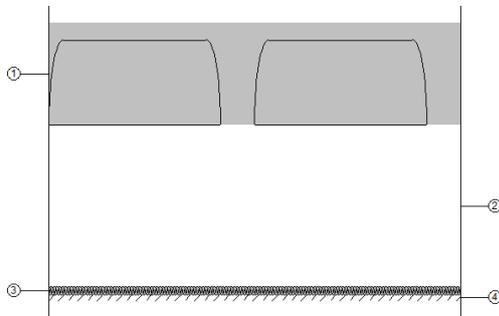


Ilustración 10 Compartimentación interior horizontal

Listado de capas:

- | | |
|--|---------|
| 1 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón) | |
| 2 - Cámara de aire sin ventilar | 47.5 cm |
| 3 - Aglomerado de corcho expandido | 2.5 cm |
| 4 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola | |
| 5 - Pintura plástica sobre paramento interior de yeso o escayola | |

Espesor total: 81.6 cm

El coeficiente global de transmisión de calor para refrigeración es de $U_c=0.77 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el de calefacción es de $U_c=0.70 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, con un peso de $400.85 \text{ kg}/\text{m}^2$.

Listado de capas:

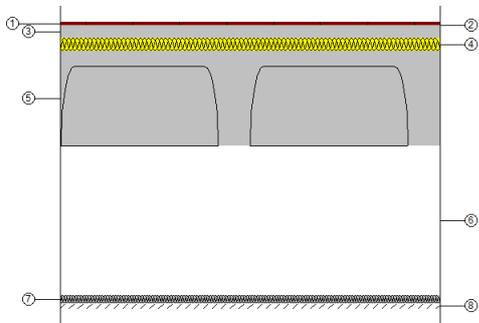


Ilustración 11 Compartimentación interior horizontal

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres 1 cm esmaltado	
2 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
3 - Base de mortero autonivelante de 4 cm cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE"	
4 - Lana mineral	4 cm
5 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)	
6 - Cámara de aire sin ventilar	47.5 cm
7 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
8 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola	
9 - Pintura plástica sobre paramento interior --- de yeso o escayola	
Espesor total:	90.8 cm

El coeficiente global de transmisión de calor para refrigeración es de $U_c=0.40 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el de calefacción es de $U_c=0.38 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, con un peso de $510.45 \text{ kg}/\text{m}^2$.

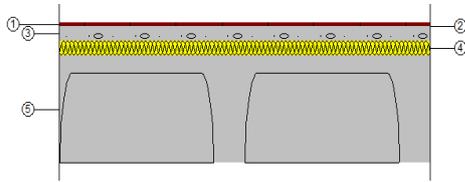


Ilustración 12 Compartimentación interior horizontal

Listado de capas:

- 1 - Solado de baldosas cerámicas de gres 1 cm esmaltado
- 2 - Mortero autonivelante de cemento 0.2 cm
- 3 - Base de mortero autonivelante de 4 cm cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE"
- 4 - Lana mineral 4 cm
- 5 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)

Espesor total: 39.2 cm

El coeficiente global de transmisión de calor para refrigeración es de $U_c=0.65 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ y el de calefacción es de $U_c=0.60 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, con un peso de $494.00 \text{ kg}/\text{m}^2$.

4.6 Descripción de los huecos

Los huecos existentes en la vivienda unifamiliar se pueden agrupar en los tipos que se van a describir a continuación:

HUECOS EN FACHADA

- PUERTA PRINCIPAL

Puerta de entrada a la vivienda, acorazada

Dimensiones Ancho x Alto: **85.6 x 203 cm**

Caracterización térmica Transmitancia térmica, U: $3.00 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Absortividad, a_s : 0.6 (color intermedio)

- VENTANAS

Ventana corredera

Dimensiones	Ancho x Alto: 150 x 90 cm
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.3. W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.77
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 2.20 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Deslizante
	Absortividad, a_s : 0.4 (color claro)

Ventana oscilobatiente

Dimensiones	Ancho x Alto: 140 x 130 cm
Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.30 W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.77
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 2.20 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Oscilobatiente
	Absortividad, a_s : 0.8 (color oscuro)

HUECOS VERTICALES INTERIORES

- Puerta de paso interior de madera

Dimensiones

 Ancho x Alto: **82.5 x 203 cm**

 Ancho x Alto: **73.2 x 203 cm**

 Ancho x Alto: **75.7 x 203 cm**

 Ancho x Alto: **80.3 x 203 cm**

 Ancho x Alto: **65.5 x 203 cm**

Caracterización térmica

 Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m²·K)

 Absortividad, α_S : 0.6 (color intermedio)

5. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

5.1 Condiciones generales del proyecto

Descripción	Valor
Emplazamiento	Teruel
Latitud (grados)	40.35 grados
Altitud sobre el nivel del mar	915 m
Percentil para verano	5.0 %
Temperatura seca verano	29.00 °C
Temperatura húmeda verano	18.10 °C
Oscilación media diaria	17.3 °C
Oscilación media anual	39.7 °C
Percentil para invierno	97.5 %
Temperatura seca en invierno	-6.10 °C
Humedad relativa en invierno	90 %
Velocidad del viento	0 m/s
Temperatura del terreno	5.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N	20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S	0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E	10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O	10 %
Suplemento de intermitencia para calefacción	5 %
Porcentaje de cargas debido a la propia instalación	3 %

5.2 Condiciones interiores de cálculo

5.2.1 Temperatura Interior y Humedad relativa

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2 Temperatura operativa y humedad relativa del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Las condiciones de bienestar y confort interior se establecen en los siguientes valores:

Estación	Temperatura Interior (°C)	Humedad Relativa (%)
Verano	24	50
Invierno	21	40

Tabla 4 Temperatura y Humedad Relativa Interior

5.2.2 Velocidad del aire

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), la velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

Por lo que la velocidad media admisible de aire en la zona ocupada estará comprendida entre los siguientes valores:

Estación	Velocidad media del aire (m/s)
Verano	0,18-0,24
Invierno	0,15-0,20

Tabla 5 Velocidad media del aire

5.2.3 Calidad del aire interior

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2 Exigencia de la calidad del aire interior del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), dentro de la que encontramos la IT 1.1.4.2.1 Generalidades, se apunta que en los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y a los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

Seguido de este encontramos la IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. En la que se establece que en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (Aire de óptima calidad): Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (Aire de buena calidad): Oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (Aire de calidad media): Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.

IDA 4 (Aire de calidad baja)

En el caso de una vivienda unifamiliar, no se debe de tener en cuenta ningún criterio estricto a la hora de seleccionar el IDA por lo que se tendrá un IDA 4 que corresponde a Aire de calidad Baja, al no tratarse esta de ninguna de las descritas en la otras 3 opciones.

5.2.4 Filtraciones del aire exterior mínimo

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en los edificios.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).

ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

Las clases de filtración mínimas a emplear, se elegirá en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad de aire interior requerido (IDA), indicada en la siguiente tabla extraída del RITE:

Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

Tabla 6 Clases de filtración dependiendo del IDA y del ODA según el RITE

Por lo que se deberán instalar filtros de calidad F5 + F6 a la entrada de aire exterior de los conductos.

5.2.5 Calidad del ambiente acústico: ruido y vibraciones

En el apartado 3.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones de DB-HR, se exige que los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia

suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes.

En el caso de equipos instalados sobre bancada de inercia, esta será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada u la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.

Para el Aire acondicionado los conductos deberán ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deberán utilizarse silenciadores específicos. Se evitará el paso de vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Finalmente para la ventilación los conductos de extracción que discurren dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 33 dBA, salvo que sean se extracción de humos de garaje en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 45 dBA.

5.3 Exigencias técnicas

5.3.1 Exigencia de bienestar e higiene

5.3.1.1 Calidad en el ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica, si todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos que se muestran a continuación:

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

Tabla 7 Parámetros exigencia de bienestar e higiene

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

Tabla 8 Condiciones interiores de diseño

5.3.1.2 Calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS3 Calidad del aire interior del documento básico HS Salubridad que marca el Código Técnico de la Edificación.

- **Caudal mínimo de aire exterior**

Según la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior óptimas, se calculará de acuerdo con el apartado A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona.

En la sección HS 3 Calidad del aire interior del documento básico HS salubridad que marca el código técnico de la edificación se proporciona una tabla para el cálculo de caudales de ventilación mínimos exigidos. La tabla se muestra a continuación:

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por <i>local</i>
	Cocinas		2	50 por <i>local</i> ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Ilustración 13 Caudales de ventilación mínimos exigidos por el documento HS salubridad

A continuación, se muestran las tablas en las que se recogen primeramente la ventilación en m^3/h y $m^3/(h \cdot m^2)$, según la elección que se haya hecho para cada estancia y después se muestran los resultados del caudal de ventilación para cada planta y estancia de la vivienda:

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m^3/h)	Por unidad de superficie ($m^3/(h \cdot m^2)$)	Por recinto (m^3/h)
Baño / Aseo		2,7	54
Cocina		7,2	
Dormitorio	18	2,7	
Pasillo / Distribuidor		2,7	
Salón / Comedor	10,8	2,7	

Tabla 9 Caudales de ventilación

Primera Planta

Local	Superficie útil (m ²)	Referencia	Ocupantes	Caudal por ocupantes (m ³ /h)	Caudal por m ² útil (m ³ /(h·m ²))	Caudal en función de otros parámetros (m ³ /h)	Caudal Estancia (m ³ /h)
Sala1	19,4	Salón / Comedor	6	10.8	-	-	64,80
Sala2	7,5	Salón / Comedor	6	10.8	-	-	64,80
Baño1	4,3	Baño / Aseo	-	-	-	54	54
Comedor	35,8	Salón / Comedor	6	10.8	2.7	-	96,56
Cocina	24,3	Cocina	1	-	7.2	-	175,03
Total, Primera Planta							455,2

Tabla 10 Caudal mínimo de Ventilación Primera Planta
Segunda Planta

Local	Superficie útil (m ²)	Referencia	Ocupantes	Caudal por ocupantes (m ³ /h)	Caudal por m ² útil (m ³ /(h·m ²))	Caudal en función de otros parámetros (m ³ /h)	Caudal Estancia (m ³ /h)
Habitación 1	19,3	Dormitorio	2	18	-	-	52,03
Habitación2	11,7	Dormitorio	2	18	-	-	36,00
Habitación3	8,1	Dormitorio	2	18	-	-	36,00
Habitación4	17	Dormitorio	2	18	-	-	45,92
Baño3	9,9	Baño / Aseo	-	-	-	54	54,00
Baño2	10,8	Baño / Aseo	-	-	-	54	54,00
Lavandería	5,6	Cocina	1	-	7,2	-	39,97
Vestidor	1,9	Dormitorio	2	18	-	-	36
Pasillo	10	Pasillo / Distribuidor	-	-	2,7	-	27,12
Total, Segunda Planta							381

Tabla 11 Caudal mínimo de Ventilación Segunda Planta

5.4 Recuperación de aire

Según la instrucción técnica I.T.1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se recuperará la energía del aire expulsado.

Como en ninguna de las plantas del edificio se supera el valor de $1800 \text{ m}^3/\text{h}$ no será necesaria la recuperación y recirculación del aire de ventilación en toda la vivienda.

6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

6.1 Necesidades energéticas de ACS

Las necesidades energéticas en ACS de la vivienda se han calculado teniendo en cuenta el tipo de consumos que hay en la instalación. Así pues, siguiendo las recomendaciones del documento HE4 DEL CTE se obtiene un consumo de 140 l/día.

6.2 Descripción del sistema

El diseño elegido es un sistema de producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar con apoyo de caldera modulante. La instalación consta del campo de captadores solares, con sus estructuras correspondientes para poder darle la inclinación óptima calculada, el acumulador de agua caliente sanitaria con serpentín interno, bomba del circuito primario, sistema de llenado de la instalación con depósito, vaso de expansión con válvula de seguridad de escape conducida al depósito de llenado, disipador de calor y las sondas de temperatura correspondientes para un adecuado control de la instalación.

La energía captada por los captadores es transferida al depósito de acumulación por medio de un intercambiador interno para facilitar el intercambio energético entre el fluido del circuito solar y el agua de consumo.

El apoyo de la instalación solar se realiza mediante una caldera modulante colocada en serie con el interacumulador solar, de forma que esta sólo actúa si la temperatura proveniente del interacumulador es inferior a la consigna establecida, y es capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada a la caldera.

En el capítulo Planos del presente proyecto se pueden consultar con detalle la instalación descrita.

6.2.1 Campo solar y circuito primario

- **Dimensionado del sistema de captación solar**

El sistema de captación está compuesto por un colector solar de modelo PA-E, de la casa Chromagen.

El número de captadores que se instalarán se ha calculado en función de la cobertura solar con la que cuenta la vivienda. Para cada mes del año, la demanda del edificio y a cobertura solar es:

Mes	Demanda (kWh)	Energía captada en el campo solar (kWh)
Enero	271,86	93,30
Febrero	241,00	123,90
Marzo	261,79	160,50
Abril	243,60	181,50
Mayo	241,65	193,50
Junio	219,24	214,50
Julio	211,44	231,00
Agosto	216,48	213,90
Septiembre	219,24	188,40
Octubre	241,65	144,00
Noviembre	253,34	105,00
Diciembre	271,86	81,90

Tabla 12 Comparativa entre los valores de la demanda energética y la energía captada por el campo solar.

Representando los valores en una tabla se observan estos niveles:

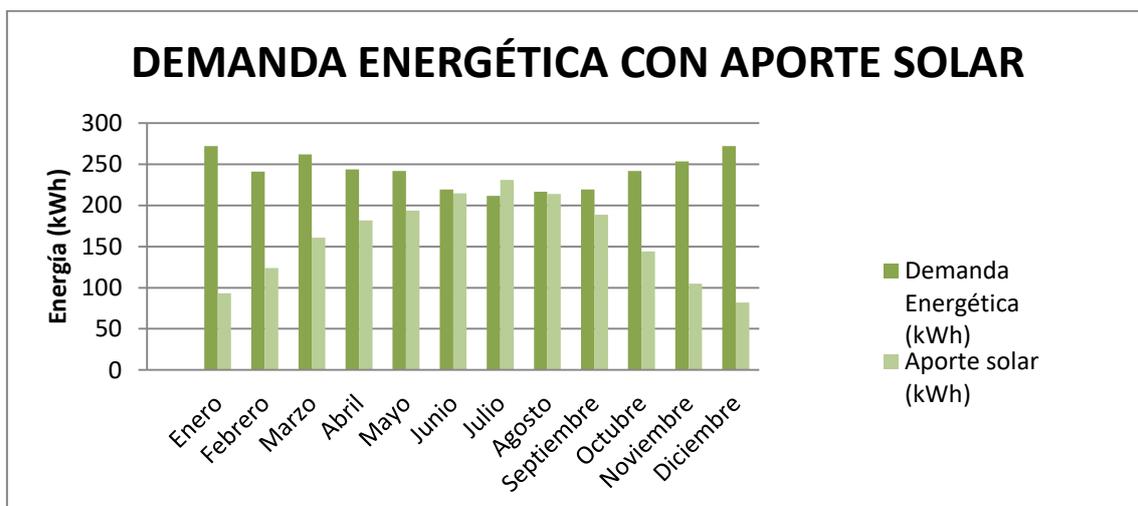


Gráfico 1 Comparativa entre la demanda energética anual y el aporte solar

La instalación se ha dimensionado de tal manera que se cumpla con el CTE, en el que se cita *“El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.”*

Por tanto, el único mes en que se supera el 100% de cobertura es en Julio, cuyo valor es del 109,25%. Para disipar el calor sobrante se ha dimensionado un aerotermo con esa misma función.

La inclinación óptima es la de 30°. Se ha calculado teniendo en cuenta la irradiación solar incidente sobre una superficie a distintas inclinaciones y seleccionando la que más recibe:

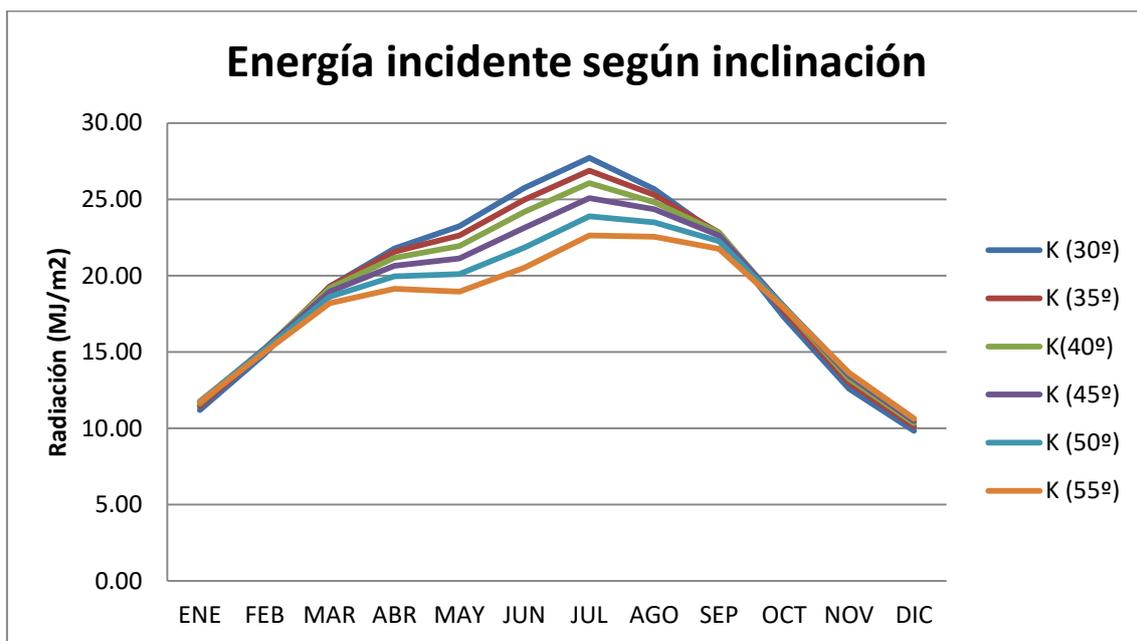


Gráfico 2 Energía incidente según inclinación

El colector se situará en la azotea de la vivienda, justo en la esquina izquierda, para facilitar la distribución lo más uniforme posible del fluido caloportador.

- **Elementos restantes del circuito primario**

El circuito también está provisto de:

- Interacumulador.
- Bomba circuladora.
- Vaso de expansión.
- Válvulas antiretorno, de corte.

El interacumulador se situará en la planta baja (garaje) de la vivienda.

El circuito también cuenta con una bomba circuladora y un vaso de expansión, cuya principal función es absorber las dilataciones que pueda tener el fluido que circula por el interior de los conductos a causa de las variaciones de temperatura. Además, siguiendo las recomendaciones del documento HEA del CTE, las tuberías horizontales tendrán una inclinación mínima del 1% en sentido de la circulación del fluido, y estarán provistas de válvulas antiretorno y de corte.

Las tuberías del circuito primario serán de cobre, tal y como se indica en el CTE. El fluido caloportador es una mezcla con un 45% de anticongelante para evitar problemas en invierno cuando las temperaturas son bajas.

En el mes de Julio como ya se ha descrito anteriormente tenemos un pico de radiación solar, con lo que se llega al 109,25%. Para eliminar este excedente de calor se ha instalado un aerotermo.

6.3 Fluido caloportador

Por el interior del circuito primario circulará una mezcla de fluido caloportador Tyfocor, el cual, con un porcentaje de 45%, asegura que el sistema podrá trabajar sin problemas hasta a una temperatura de -26%. La elección del porcentaje del fluido caloportador se ha hecho teniendo en cuenta que la temperatura histórica mínima registrada en Teruel es de -19°C, por lo que se ha buscado tener cierto margen de seguridad.

Vol.-% Tyfocor® L	Densidad à 20 °C [g/cm ³]	Índice de refrac- ción n20D	Punto. de cong- elación [°C]
25	1.023	1.3627	-10
30	1.029	1.3690	-14
35	1.033	1.3747	-17
40	1.037	1.3801	-21
45	1.042	1.3855	-26
50	1.045	1.3910	-32
55	1.048	1.3966	-40

Ilustración 14 Densidad, índice de refracción y punto de congelación de la mezcla con 45% en volumen de esta solución

Las principales propiedades del fluido son:

Tyfocor® L

Valores característicos del concentrado

Aspecto:	líquido transparente, incoloro	
Punto de ebullición	> 150 °C	ASTM D 1120
Punto de solidificación	< -50 °C	DIN ISO 3016
Densidad (20 °C)	1.054 - 1.058 g/cm ³	DIN 51757
Viscosidad (20 °C)	68 - 72 mm ² /s	DIN 51562
Índ. de refracción (nD20)	1.435 - 1.437	DIN 51423
Valor pH (20 °C) conc.	6.5 - 8.0	ASTM D 1287
Valor pH mezcla 1:2 con agua destilada	7.5 - 8.5	ASTM D 1287
Contenido de agua	max. 4 % w/w	DIN 51777
Punto de inflamación	> 100 °C	DIN 51758
Reserva de alcalinidad	> 10-13 ml 0.1 n HCl	ASTM D 1121

Ilustración 15 Propiedades del fluido Tyfocor

6.4 Producción de ACS

La distribución del circuito está pensada de forma que, por el circuito primario circule la mezcla de agua y anticongelante en proporciones un 55% de agua y un 45% de anticongelante Tyfocor, la cual se calentará al pasar por las placas solares. La mezcla de fluido caloportador y agua ya caliente entra dentro del interacumulador, en el cual cederá el calor obtenido el agua de consumo para poder ser utilizada.

Podría ser que debido a factores externos como la climatología, el sistema de captación no pudiera asegurar que el agua del interacumulador se encontrara a 60 °C, por lo que seguido de este debería entrar en funcionamiento una caldera de apoyo al sistema descrito.

Es muy importante saber que en los puntos de consumo el agua debe de estar sobre los 45-50 °C, por lo que se deberá instalar una válvula mezcladora para disminuir la temperatura a esos valores.

Con todo esto, el objetivo de este proyecto es dimensionar correctamente la instalación que pueda asegurar una temperatura de 60 °C en acumulador.

6.5 Circuito con caldera de apoyo. Justificación de la elección

Éste circuito tiene la finalidad de suministrar agua caliente en caso de que el sistema de captación solar no sea capaz de hacerlo. En el apartado de cálculos justificativos se ha planteado la posibilidad de utilizar una caldera de condensación de gas natural, o una caldera de biomasa que trabajará con pellets como combustible. Después de realizar diferentes cálculos y gráficos, en los cuales se puede observar que durante el periodo de vida útil que suele tener una caldera de las características de las elegidas, el gasto en el combustible para la caldera de biomasa es menor que en la caldera de gas natural, como se puede observar en el siguiente gráfico:

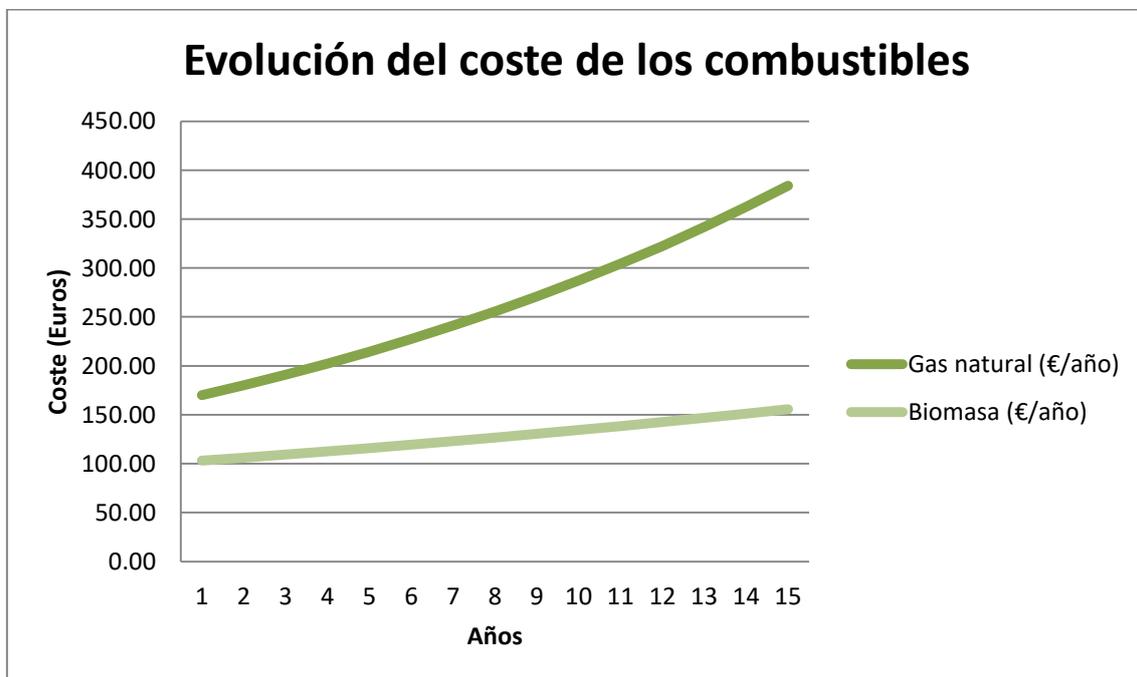


Gráfico 3 Comparativa del gasto de combustible en una caldera de gas natural y en una caldera de biomasa

Cabe decir que aunque si realmente con el paso de los años ahorramos más con la caldera de biomasa, esta también tiene algunas características especiales, como la necesidad de tener un silo donde almacenar el pellet para su consumo. Esto eleva el coste de la instalación y nos priva de un espacio disponible en la planta baja.

En la siguiente tabla se muestra el ahorro de combustible referente a la gráfica:

Año	Gas natural (€/año)	Biomasa (€/año)
1	169.94	103.00
2	180.14	106.09
3	190.95	109.27
4	202.41	112.55
5	214.55	115.92
6	227.42	119.40
7	241.07	122.98
8	255.53	126.67
9	270.86	130.47
10	287.12	134.39
11	304.34	138.42
12	322.60	142.57
13	341.96	146.85
14	362.48	151.25
15	384.23	155.79

Tabla 13 Comparativa del gasto de combustible en una caldera de gas natural y en una caldera de biomasa

Puesto que el ahorro en 15 años es de 228.44€, el precio del silo elegido es de unos 2015€, y que al poseer la instalación de solar térmica, mínimo indispensable para cumplir con la normativa según el RITE, no sería necesaria la implantación de un nuevo sistema de energía renovable como la biomasa. Todo esto hace que se vaya a optar por elegir la combinación de la energía renovable con la solar térmica junto a las energías más convencionales como este caso sería la caldera de gas natural.

La elegida es la caldera mural a gas Natural de la casa Saunier Duval, con recuperación de calor por condensación, para acs+calefacción. El modelo seleccionado es ISOFAST Condens, gama ISO con Start&Hot Microfast 2.0 de 35 kW.



Ilustración 16 Caldera de condensación de gas natural, Saunier Duval

6.6 Elementos integrantes en la instalación de solar térmica

El sistema de la instalación de solar está compuesto:

- Captador Solar
- Circuito Primario y secundario
- Interacumulador
- Grupo de bombeo
- Vaso de expansión
- Disipación de calor
- Sistema de Regulación y Control

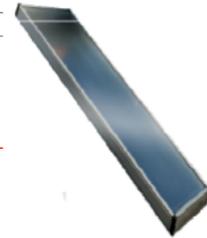
Captador solar

Para nuestra instalación se ha seleccionado el captador solar PA – E de la marca Chromagen el cual tiene las siguientes características:

Dimensiones y Pesos

Largo Total	2.190 mm
Ancho Total	1.090 mm
Fondo	90 mm
Área Total	2,40 m ²
Área de Apertura	2,17 m ²
Área del Absorbedor	2,14 m ²

Peso en vacío	35 Kg
Capacidad del fluido	1,3 l
Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Tº de estancamiento	220 ºC
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-m2
Caída de presión (mm.c.a.)	1,85·q ² +7,32·q _l (l/min)

Ilustración 17 Característica técnica del captador PA – E

Y presenta la siguiente curva de rendimiento:

Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 79,7 \%$
 $k_1 = 3,689 \text{ W/m}^2\text{-K}$
 $k_2 = 0,012 \text{ W/m}^2\text{-K}^2$

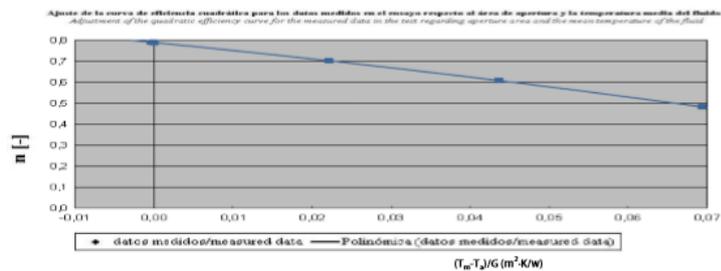


Ilustración 18 Curva de rendimiento del captador PA-E

Circuito Primario y Secundario

El circuito primario comprende el circuito hidráulico que transporta el fluido caloportador desde los captadores en cubierta hasta el interacumulador situado en la plata baja (garaje). El fluido que circula por este circuito es agua mezclada con anticongelante, en ningún momento dicho fluido debe llegar a mezclarse con el agua del acumulador solar.

El material de los tubos será cobre, por tratarse de un sistema directo de aportación de energía, e irá recubierto con un aislamiento de modelo K-FLEX K-ROCK. Se trata de un aislante, compuesto por coquilla concéntrica de Lana Mineral protegida con un recubierto exterior de aluminio reforzado. Sus principales características son:

- Coquilla concéntrica de Lana Mineral protegida con un recubrimiento exterior de aluminio reforzado.
- Conductividad térmica: 0,033 W/mK a 10°C.
- Temperatura límite de uso: 500°C. (la cara de aluminio se puede exponer a temperaturas máximas de 80°C).
- Comportamiento al fuego: EUROCLASE A2L-s1, d0 (diámetro interior ≤300 mm)
EUROCLASE A2-s1, d0 (diámetro interior >300 mm)
- Reacción al fuego: M0 – no inflamable.
- Longitud: 1,20 mts.
- Coquilla abierta longitudinalmente para facilitar el montaje.



Ilustración 19 Características técnicas del aislamiento para las conducciones

El circuito secundario está compuesto básicamente por los interacumuladores y las tuberías que los conectan. Todas ellas también serán de cobre y recubiertas con el aislamiento anteriormente citado.

El diámetro de cada tramo de tubería ha sido determinado en función de la velocidad, caudal y longitud, para que no se produzca una pérdida de carga por metro lineal superior a 40 mm.c.a, según el DB HE4 del CTE. El dimensionamiento íntegro se muestran detalladamente en el capítulo de *Cálculos Justificativos* del presente proyecto.

Todas las tuberías del circuito primario que transcurran horizontalmente dispondrán de una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación, según indica el CTE.

Para una comprensión mejor, se adjunta en el apartado de *Planos*, el correspondiente esquema hidráulico de la instalación solar.

Interacumulador

El interacumulador es lo correspondiente a la unión entre el sistema necesario para transferir energía calorífica proveniente del circuito primario al acumulador solar, sin mezclar en ningún momento el fluido anticongelante con el agua de servicio, que se trata del intercambiador, junto con el sistema necesario para acumular el agua de servicio calentada mediante esta transferencia de calor, sin la necesidad de tener en nuestra instalación dos elementos por separado y tenerlo juntos ahorrando dinero y espacio.

Para la vivienda descrita se tiene una demanda de 140 l/día, por lo que se va a instalar un interacumulador con una capacidad de 200 l. Capacidad con la que cumplimos con el CTE, y abastecemos nuestra instalación sin ningún problema.

Se trata de un acumulador con serpentín (interacumulador), donde el intercambio de calor (el paso del circuito primario al secundario) se realiza en el interior del mismo. Cuenta con una superficie de intercambio de 0,6 m².

A continuación se muestra las características que posee el interacumulador seleccionado de la marca Chromagen:

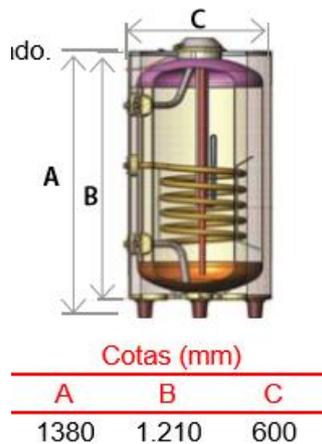


Ilustración 20 Interacumulador

Código	Capacidad (l)	Cotas (mm)							Peso (Kg)	Intercambiador	
		A	B	C	D	E	F	G		S (m ²)	V (l)
AVES01	150	1120	950	600	270	340	280	860	75	0,6	3,2
AVES05	200	1380	1210	600	270	440	285	860	93	0,6	3,2
AVES11	300	1540	1360	650	301	430	301	860	134	0,9	5



T máx uso	T límite	Primario		Secundario	
		P límite	P máx.	P límite	P máx.
60°C	120°C	10 bar	8 bar	14 bar	8 bar

Ilustración 21 Características y dimensiones del interacumulador

Grupo hidráulico

Para la circulación del fluido caloportador, se va a dotar al circuito primario, ya que el fluido caloportador discurre por el, de una bomba circuladora que nos proporciona el fabricante Chromagen, junto con los captadores solares y el interacumulador. La cual posee la siguiente curva característica de funcionamiento:

Bomba Circuladora

Bomba solar de alta eficiencia y gran versatilidad

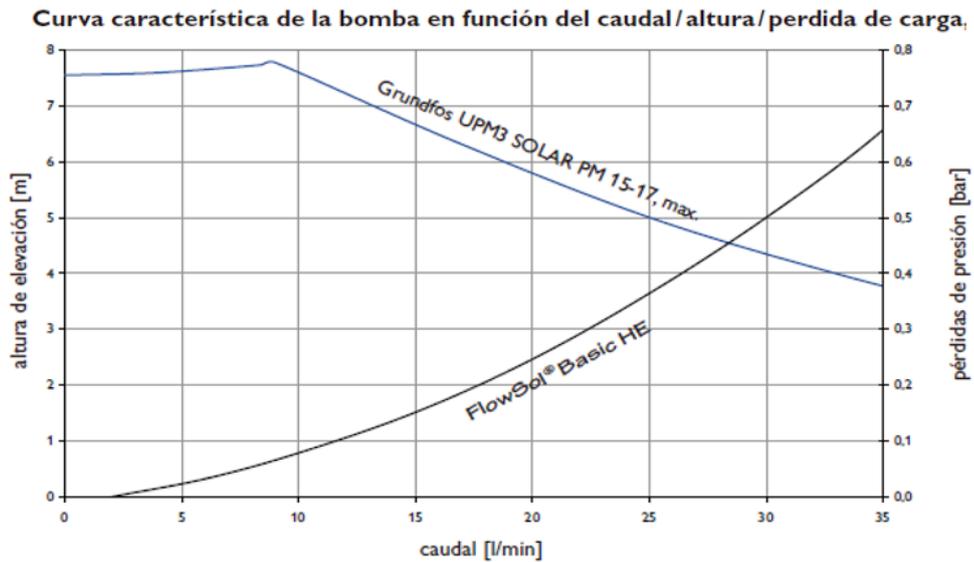


Ilustración 22 Gráfico con la curva característica de la bomba circuladora de la instalación

Vaso de expansión

El vaso de expansión se situará en la aspiración de la bomba. Su principal función será absorber las variaciones de volumen que experimenta el fluido caloportador a causa de los cambios de temperatura a los que se somete. Tras realizar los cálculo de diseño de este elemento se obtiene un volumen de 1,66 l , con lo que se ha seleccionado el modelo TWB 4LX, del catálogo de Salvador Escoda, que cuenta con las siguientes características:

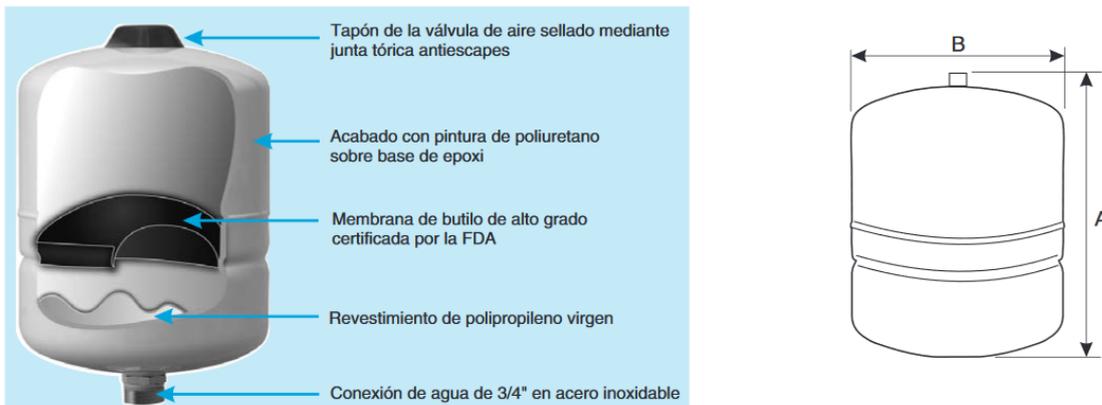


Ilustración 23 Vaso de expansión para la instalación

Código	Artículo	Volumen litros	Rosca	A cm	B cm
	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima 90°C • Presión máxima 10 bar 				
AC 04 700	TWB 2LX	2	inox 3/4" BSP	18,3	12,7
AC 04 701	TWB 4LX	4	inox 3/4" BSP	25,8	16,2

Ilustración 24 Características vasos de expansión, Catalogo Salvador Escoda

Disipador de calor

Al dimensionar el campo solar hemos visto que en el mes de Julio la instalación recibe más radiación solar de la que necesita, por lo tanto este calor se debe disipar de alguna manera. Para ello se ha instalado un aerotermo, que entrará en funcionamiento siempre que el colector esté recibiendo demasiada radiación.

Dadas las características de la instalación, la potencia necesaria para este elemento es de 5,5 kW, por lo que para tener un margen de seguridad se ha instalado un aerotermo de la casa Salvador Escoda (Escosol), con una potencia de 8 kW.

Sistema de regulación y control

La casa Chromagen, que proporciona los captadores solares, el interacumulador y la bomba circuladora también tiene sistemas de regulación de este tipo de instalaciones.

El modelo Centralita Chromagen 4E/2S PLUS, cuenta con una pantalla de monitorización del sistema, hasta 4 sondas de temperatura Pt1000, 2 relés semiconductores para la regulación de velocidad, 1 entrada para un sensor Grundfos Direct Sensor VFD, 10 sistemas básicos a elegir, balance térmica, VBus, control de funcionamiento, función termostato temporizada y control del sistema mediante el Service Center Software.

En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de la bomba del circuito de captadores, deberá ser de tipo diferencial y, en este caso, al haber depósito de interacumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que la bomba no esté en marcha cuando la

diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C.

Es necesario explicar que para fijar los puntos a controlar, se han tenido en cuenta las recomendaciones del fabricante, de forma que, en general controlaremos la temperatura en algunos puntos clave del circuito, se realizará un control diferencial para regular el activado/desactivado de la bomba y la temperatura del agua de retorno.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

El fin de la instalación de suministro de agua es aportar y distribuir el agua a los puntos de consumo dentro de nuestra vivienda, así como alimentar el sistema de calentamiento de agua para usos sanitarios. A partir del punto donde se prepara el agua caliente, hay también una red paralela y de características semejantes a la de agua fría para la distribución de agua caliente.

Es importante mencionar, que esta instalación también se encarga de llevar el agua a las instalaciones que lo requieran: calefacción, refrigeración, protección contra incendios si se requiere, etc, así como a los grifos de riego a los jardines si se tiene.

De forma simplificada consiste en una red de conductos que acomete a la red de suministro urbano de aguas y la distribuye mediante conducciones.

- **Funcionamiento**

La instalación de suministro de agua es una red que funciona a presión, que puede venir dada directamente por la red urbana, en muchos casos suficiente para que la instalación funcione correctamente o, cuando es insuficiente, mediante un grupo de presión, situado en la vivienda.

- **Partes de la instalación**

- **Acometida:**

A la entrada del agua desde la red de suministro urbana, se encuentra la acometida, en la que se disponen una serie de mecanismos para el control y regulación del sistema.

En esta se disponen una serie de mecanismos que sirven para controlar y manejar el servicio de suministro, como son la llave de paso, la válvula de retención y llave de paso.

- **Montantes:**

Los montantes, son las tuberías encargadas de subir el agua a los distintos pisos. En cada piso arrancarán las derivaciones a cada una de los cuartos húmedos de la vivienda.

➤ Alimentación a los puntos de consumo:

El fin básico de la instalación es alimentar los puntos de consumo de nuestra vivienda. Estos puntos están, generalmente, en los llamados cuartos húmedos. También debe alimentar a los aparatos de calentamiento de agua y a los sistemas de calefacción.

Los aparatos sanitarios como pueden ser, el lavabo, bañera, bidé, ducha, fregadero y lavadero, deben tener alimentación de agua fría y caliente, también la lavadora y el lavavajillas. Otros aparatos como el inodoro no requieren más que alimentación de agua fría, como los puntos destinados al riego de jardines, terrazas o cocheras si se precisa.

El ramal que alimenta a cada uno, tano de agua fría como de caliente, debe disponer de una llave de paso, para independizarlos de la red cuando tenga mal funcionamiento y sea necesario hacer reparaciones.

En el punto 10 del capítulo cálculos justificativos del presente proyecto se tendrá el dimensionamiento integro de la instalación de suministro de agua, en el que quedará totalmente definidos todos los tramos de la instalación para la vivienda, con sus diámetros correspondientes, así como las pérdidas de presión en cada uno de estos tramos. En este punto también quedará calculada la bomba de circulación necesaria en nuestra instalación.

En el apartado Planos, se podrá observar los planos de la instalación de distribución de agua, para la vivienda que se está describiendo.

7.1 Elementos integrantes en la instalación de suministro de agua

El sistema de la instalación de suministro de agua a los diferentes consumos de la vivienda está compuesta por:

- Tuberías
- Caldera
- Bomba circuladora

Tuberías

Según en el tramo de la instalación que nos encontremos las tuberías serán de un material u otro. Esto es para el tramo que comprende la acometida y la alimentación las tuberías serán de acero galvanizado, mientras que para el tramo de las instalaciones particulares del interior de la vivienda serán de polietileno reticulado (PE-X).

Caldera

Como ya se ha descrito en el punto 6.5 del presente capítulo del proyecto, la caldera que se tendrá en la instalación es una caldera mural a gas Natural de la casa Saunier Duval, con recuperación de calor por condensación, para acs+calefacción. El modelo seleccionado es ISOFAST Condens, gama ISO con Start&Hot Microfast 2.0 de 35 kW.

Bomba circuladora

El suministro directo de agua por la presión de la red queda garantizado, en general, por el suministrador, para todos los abastecimientos cuya altura a la entrada del tubo ascendente o montante respecto al nivel de la calzada en el lugar donde se efectúa la acometida, sea igual o inferior a lo establecido en particular para cada red de abastecimiento.

Para nuestra instalación según lo calculado se tiene que el caudal de circulación de la bomba es de 0,33 m³/h y la altura manométrica es de 3,5 m.c.a.

Con el valor del caudal y de la altura manométrica, se ha seleccionado la bomba SR3 15/40 1'' 130, la cual es una electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW.

A continuación se pueden observar alguna de sus características:

CAMPO DE TRABAJO

- Líquidos limpios no agresivos, ni explosivos, sin partículas sólidas ni fibras en suspensión.
- Fluidos bombeados (S3 25-70):
 - mezcla de agua y glicol, 1:1 máx.
 - al añadir glicol se deben corregir las prestaciones de la bomba a causa de la mayor viscosidad (dependiendo del % de mezcla).
- Temperatura del líquido:
 - de +10 °C a +110 °C.
 - de -10 °C a +110 °C (para la S3 25-70).
- Presión máxima de servicio: 10 bar.
- Presión necesaria en la boca de aspiración para evitar cavitación: 14 m (cuando la temperatura del agua sea de +110 °C).
- Las bombas deberán instalarse con el **eje motor en posición horizontal** (ver esquema inferior).
- Bocas (asp./imp.): roscadas.

MOTOR

- Asíncrono, monofásico (230 V - 50 Hz) con rotor húmedo.
- 3 velocidades.
- Condensador incorporado.
- IP 44, aislamiento clase H.
- Sentido de rotación: antihorario (visto desde el lado del motor).

Ilustración 25 características electrobomba centrifuga, Kripsol

8. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Hoy en día, existen diferentes alternativas posibles en el mercado, cuando lo que se pretende es climatizar una vivienda. Una de ellas es la bomba de calor y es la elegida para la climatización de nuestra vivienda. Una de las características de este elemento es que permite adecuar el ambiente de una estancia tanto en verano como en invierno, al ser capaz de proporcionar aire frío o caliente. Esta característica es uno de los motivos por los que este dispositivo es altamente utilizado en España, ya que con un solo aparato tienes la posibilidad de cubrir ambas necesidades.

Los sistemas basados en bombas de calor aire-agua aprovechan la energía del aire ambiente para convertirla en frío, calor y agua caliente sanitaria, según se requiera. El funcionamiento de una bomba de calor es el mismo que el de cualquier aparato de refrigeración, salvo que el ciclo de funcionamiento es reversible, eso quiere decir que al invertir el flujo de refrigerante, pasa de refrigerar a calentar.

En modo calefacción, las bombas de calor aire-agua toman el calor del aire exterior y lo transfieren a un circuito de agua, que puede ser distribuido a otros sistemas como radiadores, unidades de tratamiento de aire, suelo radiante, fancoils,... que a su vez ceden el calor de esa agua al ambiente.

En modo refrigeración, en el intercambiador exterior se cede el calor del agua al aire, y en el intercambiador interior se absorbe el calor del ambiente calentando el agua. Es decir, estos equipos incorporan un intercambiador aleteado o batería, refrigerante-aire y un intercambiador refrigerante-agua.

El sistema se compone de dos unidades, una unidad exterior con todos los elementos necesarios para poder absorber la energía del aire exterior y una unidad interior que posee un módulo hidráulico con distintas variantes en función del beneficio requerido: climatización o servicio de acs.

La unidad exterior es un equipo compacto diseñado para instalarse en el exterior de la vivienda que contiene los siguientes elementos: un compresor hermético modulante por frecuencia con tecnología Inverter DC, válvulas de expansión, válvulas de cuatro vías para configurar su funcionamiento reversible, un intercambiador de aletas de alto rendimiento aire-agua que funcionara como condensador o evaporador dependiendo del modo de operación de la Bomba

de Calor (refrigeración o calefacción), por donde circula el refrigerante absorbiendo o cediendo temperatura, y otro intercambiador completamente aislado del exterior donde el refrigerante que circula por este circuito hermético cede o absorbe el calor del agua del circuito primario del interior de las estancias a climatizar. Este circuito cerrado contiene un gas refrigerante que viene cargado de fábrica.

Las bombas de calor aire-agua son combinables con diferentes sistemas de generación de calor como calderas y captadores solares. En nuestra instalación con ambos.

Las Bombas de Calor aire-agua comparadas con otros sistemas de bomba de calor, como por ejemplo los sistemas aire-aire, precisan de una menor carga de refrigerante y muchísimas menos posibilidades de fugas del mismo, por lo que en mayor medida son más eficientes.

Las bombas de calor aire-agua, requieren del mínimo manteniendo para su funcionamiento, al no disponer para su trabajo de quemadores, chimeneas, combustibles, así como de refrigerantes y aceites a lo largo de la instalación, etc.

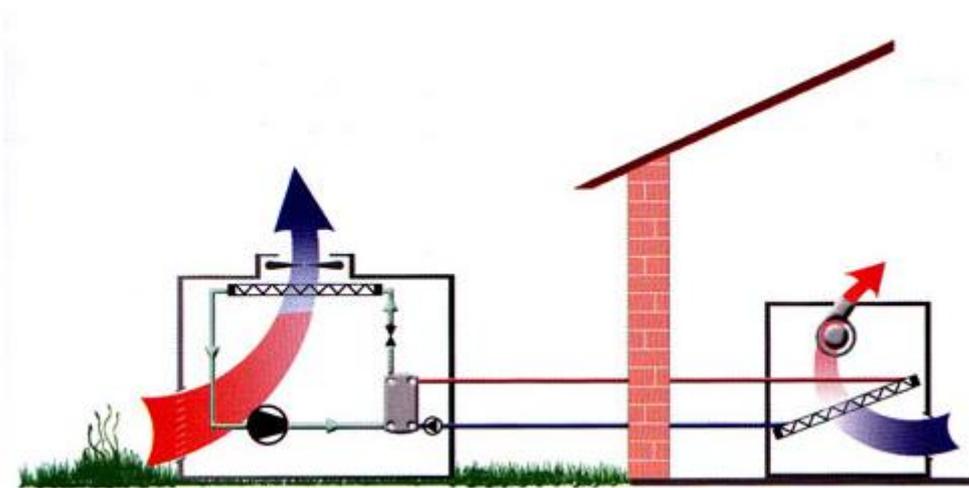


Ilustración 26 Esquema simplificado de una bomba de calor aire-agua

Para la climatización de la vivienda se utilizará una bomba de calor de la marca Saunier Duval. Este sistema se caracteriza por ser capaz de suministrar aire en óptimas condiciones sin aumentar el consumo energético. En nuestra vivienda se utilizará para refrigerar las estancias en verano y para calefactarlas en invierno.

Ventajas

- Hasta un 65% de ahorro en la factura anual
- Calefacción y agua caliente asegurados
- Servicio de refrigeración
- Válido en cualquier zona geográfica de España
- Válido con cualquier tipo de emisor: suelo radiante, radiadores y fancoils
- Energía renovable y gratuita mediante el generador de aerotermia
- Rápida instalación
- Mínima invasión de la vivienda habitada
- Confort asegurado aún con temperaturas extremas
- Cero refrigerante en el interior de la vivienda

Desventajas

- Elevado coste inicial de los aparatos

La bomba de calor seleccionada es el modelo Genia Air 8/1. Es una bomba de calor aire/agua con tecnología inverter DC de última generación y altísimo rendimiento. Incorpora un moderno compresor inverter, un ventilador modulante, un sistema de expansión electrónico, la bomba de alto rendimiento y bajo consumo así como otros elementos orientados a obtener unos elevados ratios de eficiencia con muy bajos niveles sonoros.

Trabaja como generador principal del sistema a las órdenes del Examaster. Obtiene energía gratuita y renovable del aire (aerotermia) consumiendo algo de energía eléctrica. Su rendimiento puede ser superior al 500% según las condiciones de trabajo del equipo, esto es, por cada kilovatio consumido de la red eléctrica puede conseguir inyectar en la vivienda 5 kilovatios o más. Al ser una bomba de calor aire/agua en formato compacto no introduce refrigerante en el interior de la vivienda, sólo conduce agua por las tuberías.

8.1 Necesidades energéticas para la climatización

El consumo energético, así como las cargas de refrigeración y calefacción en función del mes en el que nos encontramos y según la estancia de la vivienda nos los proporciona el programa Cype. El cual desarrolla un cálculo exhaustivo de la carga interna, ventilación y potencia térmica de todas las estancias a climatizar.

A continuación se van a mostrar unos cuadros resúmenes de cada planta de la vivienda, tanto para refrigeración como calefacción:

Refrigeración

- Primera planta

Conjunto: Primera Planta													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
sala2	Primera Planta	5.33	482.77	692.11	502.74	712.08	64.80	-43.70	-39.59	89.37	459.04	575.01	672.49
salón	Primera Planta	136.18	818.50	923.17	983.32	1087.99	96.56	98.23	90.52	32.95	1081.55	1164.71	1178.51
cocina	Primera Planta	840.28	314.43	415.71	1189.35	1290.63	175.03	43.30	-19.54	52.29	1232.64	1174.65	1271.09
Sala1	Primera Planta	47.76	642.42	851.76	710.89	920.23	64.80	-43.70	-39.59	45.34	667.19	837.10	880.64
Total							401.2	Carga total simultánea			3751.5		

Tabla 14 Cargas térmicas refrigeración primera planta

- Segunda planta

Conjunto: Segunda Planta													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
habitación1	Segunda Planta	342.10	130.38	165.27	486.66	521.55	52.03	25.74	7.06	27.43	512.40	454.18	528.61
habitación2	Segunda Planta	72.28	158.47	193.36	237.68	272.57	36.00	36.62	33.75	26.17	274.30	260.68	306.31
habitación3	Segunda Planta	77.13	130.80	165.69	214.17	249.06	36.00	36.62	33.75	34.83	250.79	260.35	282.81
habitación4	Segunda Planta	402.30	124.41	159.30	542.52	577.41	45.92	22.72	6.23	34.32	565.24	484.33	583.64
lavandería	Segunda Planta	353.23	128.31	207.08	495.98	574.75	39.97	-31.92	-24.75	99.07	464.07	326.42	550.00
pasillo	Segunda Planta	-8.33	27.31	27.31	19.55	19.55	27.12	13.79	11.63	3.10	33.35	17.82	31.19
Vestidor	Segunda Planta	38.16	78.69	113.58	120.35	155.24	36.00	53.01	43.86	102.28	173.36	198.32	199.10
Total							273.0	Carga total simultánea			2002.1		

Tabla 15 Cargas térmicas refrigeración segunda planta

- Vivienda

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m²)	Potencia total (W)
Primera Planta	34.0	3755.0
Segunda Planta	18.0	1945.5

Tabla 16 Cargas térmicas refrigeración

Calefacción

- Primera planta

Conjunto: Primera Planta							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
sala2	Primera Planta	758.99	64.80	517.54	169.65	1276.54	1276.54
salón	Primera Planta	1492.88	96.56	771.21	63.31	2264.10	2264.10
baño1	Primera Planta	399.12	54.00	215.64	144.50	614.76	614.76
cocina	Primera Planta	1314.58	175.03	698.94	82.83	2013.52	2013.52
Sala1	Primera Planta	1174.56	64.80	517.54	87.13	1692.10	1692.10
Total			455.2	Carga total simultánea		7861.0	

Tabla 17 Cargas térmicas calefacción primera planta

- Segunda planta

Conjunto: Segunda Planta							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
habitación1	Segunda Planta	982.21	52.03	415.58	72.53	1397.79	1397.79
habitación2	Segunda Planta	904.95	36.00	287.52	101.89	1192.47	1192.47
habitación3	Segunda Planta	761.52	36.00	287.52	129.21	1049.04	1049.04
habitación4	Segunda Planta	700.29	45.92	366.75	62.74	1067.04	1067.04
baño3	Segunda Planta	652.24	54.00	215.64	87.33	867.88	867.88
baño2	Segunda Planta	542.60	54.00	215.64	70.03	758.24	758.24
lavandería	Segunda Planta	468.99	39.97	159.63	113.23	628.62	628.62
pasillo	Segunda Planta	250.89	27.12	108.30	35.76	359.20	359.20
Vestidor	Segunda Planta	274.77	36.00	287.52	288.86	562.29	562.29
Total			381.0	Carga total simultánea		7882.6	

Tabla 18 Cargas térmicas calefacción segunda planta

- Vivienda

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Primera Planta	71.1	7861.0
Segunda Planta	73.1	7882.6

Tabla 19 Cargas térmicas calefacción

8.2 Elementos integrantes de la instalación de climatización

El sistema está compuesto básicamente por unidades exteriores, una en cada planta, de las que irán conectadas a los fancoils, uno en cada planta, situados en el baño para facilitar el desagüe del agua sin necesitar de realizar complicadas canalizaciones, de donde empezará la ramificación de los conductos por el falso techo de cada planta, a cada estancia a climatizar.

La distribución se ha realizado de manera que cada planta construirá un circuito independiente, con su unidad exterior de potencia adecuada y sus unidades interiores. Las unidades exteriores se colocan fuera del edificio, colgadas en la fachada, lo más cerca posible al fancoil situado en el falso techo del baño, de manera que no rompa con la estética de la vivienda.

Para ambas plantas se tiene unas características similares en cuanto a potencia y necesidades de climatización, por lo que la elección de la unidad exterior y los fancoils es la misma para ambas plantas.

- **Elemento Exterior**

Bomba de calor

La bomba de calor seleccionado es la Genia Air 8/1, con una potencia calorífica de 7,6 kW.



Ilustración 27 Bomba de calor Genia Air 8/1, Saunier Duval

- **Elementos interiores**

Fancoil de techo para conductos

El equipo de fancoil seleccionado es el SD 4-060 ND, con una potencia frigorífica de 6 Kw.

A continuación se puede observar las características del sistema seleccionado:

Conductos							
Aplicación		Vivienda unifamiliar, oficinas y comercios					
Capacidades		2 kW / 4 kW / 6 kW / 9 kW					
Características		Velocidad	Unidad	Modelo			
Referencia				SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND
Alimentación			V / Ph / Hz	220-240 / 1 / 50			
Ventilación		Max/Med/Min	m ³ /h CFM	340 / 255 / 170 200 / 150 / 100	680 / 510 / 340 400 / 300 / 200	1.200 / 765 / 510 600 / 450 / 300	1.700 / 1.275 / 850 1.000 / 750 / 500
Presión estática exterior				12 Pa (por defecto), se puede cambiar a 30 ó 50			
Refrigeración ¹	Capacidad	Max/Med/Min	kW	2,2 / 1,9 / 1,68	4 / 3,4 / 2,95	5,8 / 4,88 / 4,45	9 / 7,8 / 6,57
	Caudal		l/h	378	688	998	1.548
	Pérdida de presión		kPa	9,4	9,7	30,1	21,8
Calefacción ²	Capacidad	Max/Med/Min	kW	3,5 / 3,08 / 2,59	6,8 / 5,85 / 5,1	9,8 / 8,6 / 7,4	15,5 / 14,24 / 12
	Pérdida de presión		kPa	16	28	45	90
Potencia			W	10,7	33	28	28
Presión acústica	12 Pa	Max/Med/Min	dB (A)	36 / 32 / 26	37 / 34 / 27	39 / 36 / 29	42 / 39 / 32
	30 Pa			40 / 36 / 29	42 / 38 / 31	44 / 40 / 33	46 / 42 / 34
	50 Pa			42 / 39 / 31	45 / 41 / 33	47 / 43 / 35	50 / 45 / 37
Motor del ventilador				1 Motor DC			2 Motores DC
Nº de ventiladores				1	2	2	4
Dimensiones		Ancho x alto x profundo	mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522
Peso neto			kg	16,7	21	23,7	34,7
Batería	Filas	Max	MPa	3			
	Presión de trabajo			1,6			
	Diámetro			ø9,52			
Tubería entrada/salida de agua			Inch	RC3/4			
Tubería de desagüe			mm	ODø24			

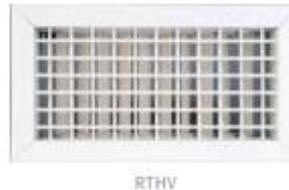


Ilustración 28 Datos técnicos fancoil para conductos, Saunier Duval

Rejilla de impulsión

La rejilla seleccionada para la impulsión es de la marca AIRZONE, le modelo RTHV.

A continuación se puede observar las características de la rejilla seleccionada:



REJILLAS

P/N [MODELO][ANCHO][ALTO][COLOR][FIJACIÓN][REGULACIÓN]
 ANCHO/ALTO: cm con 3 dígitos COLOR: Blanco-B Aluminio-A
 FIJACIÓN: Clip-K Tornillo-T Pestillo-P REGULACIÓN: Con regulación-RT Regulación 2x1-R2 Sin regulación-X

REJILLAS DE IMPULSIÓN

RTHV - REJILLA DOBLE DEFLEXIÓN HORIZONTAL-VERTICAL DE IMPULSIÓN CON REGULACIÓN POR TORNILLO

mm	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
100	17 €	19 €	21 €	23,90 €	25,90 €	27,80 €	30,10 €	37,10 €	43,60 €	47,90 €
150	19,70 €	22,10 €	24,60 €	27,90 €	30,50 €	33 €	35,20 €	44,29	52,30 €	57,70 €
200	22,90 €	25,90 €	28,90 €	32,90 €	35,90 €	38,90 €	42,40 €	52,90 €	62,70 €	69,20 €

Ilustración 29 Datos técnicos rejilla de impulsión, AIRZONE

Rejilla de retorno

En primer lugar y según se define en la ITE 02.9.2 Plenums, de la Instrucción Técnica Complementaria ITE 02 Diseño, se define plenum como un espacio situado entre un forjado y un techo suspendido o un suelo elevado. Este puede ser utilizado como plenum de retomo o de Impulsión de aire siempre que está delimitado por materiales que cumplan con las prescripciones establecidas para conductos y se garantice su accesibilidad para efectuar limpiezas periódicas.

En retorno de la instalación es un retorno por plenum, lo que quiere decir que para la instalación que se está dimensionando no tenemos la obligación, ni la necesidad de realizar un retorno del caudal impulsado conducido hasta la maquina interior. Por disponer de falso techo con las características y dimensiones oportunas, el retorno puede hacerse directamente por el falso techo, si la necesidad de utilizar conductos lo que encarecería la instalación.

La rejilla seleccionada para el retorno es de la marca TROX TECHNIK, de la gama Serie AR-AEa.

A continuación se puede observar las características de la rejilla seleccionada:

Serie AR-AEa



- Rejillas para retorno
- Preferente para montaje en pared y conducto
- Materiales: aluminio y chapa de acero

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Las rejillas son adecuadas para su montaje en pared o en conducto. El montaje se puede realizar directamente en el conducto o bien, si se desea, mediante un marco de montaje, por ejemplo en una pared de obra.

Ejecuciones:

Serie AR: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamina horizontales colocadas de forma inclinada, con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

Serie AE: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamina de retículo fija, sujeción con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

Para la optimización de la distribución del aire se monta por la parte posterior una regulación con lamina acopladas en oposición y que se pueden ajustar desde la parte frontal.

Ilustración 30 Datos técnicos rejilla de retorno, TROX TECHNIK

9. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRASPORTE DE LOS FLUIDOS CALOPORTADORES DE ENERGÍA

9.1 Redes en el circuito de solar térmica

En el presente apartado se expondrán las características principales que tendrán las conducciones que componen todo el circuito de producción de ACS, entendiéndose que éste se extiende desde los captadores solares hasta el depósito de interacumulación de 200 L.

En función de la longitud y caudal de cada tramo de tubería, se distinguen 2 diferentes tipos de éstos (impulsión y retorno). En la siguiente tabla se presentan los valores de longitud, caudal, diámetros y velocidad, de que constará cada una de las partes del circuito:

Tramos	L (m)	Q (m ³ /h)	D _{int} (mm)	v (m/s)
Impulsión	12,11	0,0963	13	0,2
Retorno	10,74	0,0963	13	0,2

Tabla 20 Distribución de los tramos en el circuito de ACS

9.2 Redes del circuito de suministro de agua

En el presente apartado se expondrán las características principales que tendrán las conducciones que componen las diferentes partes del circuito de suministro de agua por toda la vivienda, entendiéndose que éste se extiende desde la acometida hasta las instalaciones particulares de suministro dentro de la vivienda.

- **Acometida**

Cálculo hidráulico de la acometida												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	0.97	1.16	8.46	0.37	3.10	0.30	27.30	25.00	1.47	0.12	35.50	35.08

Tabla 21 Cálculo hidráulico de la acometida

- **Alimentación**

Cálculo hidráulico de la alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	0.89	1.06	8.46	0.37	3.10	-0.30	27.30	25.00	1.47	0.11	31.08	30.77

Tabla 22 Cálculo hidráulico de la alimentación

- **Instalaciones particulares**

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	1.53	1.83	8.46	0.37	3.10	0.00	20.40	25.00	2.64	0.76	30.77	30.02
4-5	Instalación interior (F)	1.38	1.66	4.57	0.49	2.23	1.30	16.20	20.00	3.01	1.17	30.02	27.55
5-6	Instalación interior (C)	4.82	5.78	4.57	0.49	2.23	1.70	16.20	20.00	3.01	4.07	26.55	20.78
6-7	Instalación interior (C)	3.00	3.60	3.38	0.56	1.88	3.00	16.20	20.00	2.54	1.85	20.78	15.94
7-8	Instalación interior (C)	7.99	9.58	2.32	0.65	1.51	0.00	16.20	20.00	2.04	3.27	15.94	12.66
8-9	Instalación interior (C)	0.12	0.14	1.42	0.78	1.11	0.00	16.20	20.00	1.50	0.03	12.66	12.14
9-10	Cuarto húmedo (C)	0.88	1.05	1.42	0.78	1.11	0.00	16.20	20.00	1.50	0.20	12.14	11.93
10-11	Cuarto húmedo (C)	0.83	0.99	1.19	0.83	0.99	0.00	16.20	20.00	1.33	0.15	11.93	11.78
11-12	Cuarto húmedo (C)	1.35	1.62	0.95	0.89	0.85	0.00	16.20	20.00	1.14	0.19	11.78	11.59
12-13	Puntal (C)	3.60	4.31	0.72	1.00	0.72	0.70	16.20	20.00	0.97	0.38	11.59	10.50

Tabla 23 Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares

9.3 Redes de distribución para climatización

El presente apartado incluye la explicación del dimensionado de las redes de conductos para el sistema de climatización, la cual empieza en la unidad exterior instalada en cada planta, y abarca todas las conducciones hasta cada una de las estancias a climatizar.

En el apartado *Planos* se encuentran estos circuitos representados para que sea más sencilla su comprensión y representación.

El circuito de distribución de las dos plantas se ha realizado de manera que los caudales necesarios para la climatización se distribuyan de la manera más uniforme posible a lo largo de

la red de conductos. Además, las longitudes son las correspondientes a las que se necesitan debido a las dimensiones del falso techo de la vivienda.

El apartado 11 del capítulo de *Cálculos Justificativo*, está dedicado al cálculo y dimensionado de las conducciones necesarias, por lo que en este apunto solo dispondremos de los resultados que se han obtenido después de la elaboración del cálculo.

- **Sistema de conducciones de aire**

Conductos

Conductos						
Tramo		Q (m ³ /h)	w x h (mm)	V (m/s)	ϕ (mm)	L (m)
Inicio	Final					
N5-Primera Planta	N7-Primera Planta	807.2	250x200	4.8	244.1	1.81
N5-Primera Planta	N3-Primera Planta	392.8	200x150	3.9	188.9	1.71
N7-Primera Planta	N4-Primera Planta	377.2	200x150	3.7	188.9	1.97
N7-Primera Planta	N6-Primera Planta	429.9	200x200	3.2	218.6	4.24
A1-Primera Planta	A1-Primera Planta	160.1	150x150	2.1	164.0	0.52
N3-Primera Planta	A1-Primera Planta	160.1	150x150	2.1	164.0	1.13
N3-Primera Planta	A2-Primera Planta	232.7	200x150	2.3	188.9	1.26
A2-Primera Planta	A2-Primera Planta	232.7	200x150	2.3	188.9	0.52
A5-Primera Planta	A5-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	0.52
N4-Primera Planta	A5-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	1.68
N4-Primera Planta	A4-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	1.18
A4-Primera Planta	A4-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	0.52
A9-Primera Planta	N5-Primera Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	2.23
A11-Primera Planta	A11-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	0.52
N6-Primera Planta	A11-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	1.80
N6-Primera Planta	A3-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	2.52
A3-Primera Planta	A3-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	0.52
N1-Segunda Planta	N3-Segunda Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	1.48
N1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	2.75
A11-Segunda Planta	A11-Segunda Planta	134.3	150x150	1.8	164.0	0.52
N3-Segunda Planta	N5-Segunda Planta	951.4	250x250	4.5	273.3	0.93
N3-Segunda Planta	A10-Segunda Planta	248.6	200x150	2.5	188.9	1.83
A10-Segunda Planta	A10-Segunda Planta	248.6	200x150	2.5	188.9	12.64
N5-Segunda Planta	A11-Segunda Planta	134.3	150x150	1.8	164.0	-
N5-Segunda Planta	N9-Segunda Planta	421.4	200x150	4.2	188.9	-
N5-Segunda Planta	N4-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	

A13-Segunda Planta	A13-Segunda Planta	274.5	200x200	2.0	218.6	6.85
N7-Segunda Planta	A13-Segunda Planta	274.5	200x200	2.0	218.6	-
N7-Segunda Planta	A12-Segunda Planta	146.9	150x150	1.9	164.0	-
A12-Segunda Planta	A12-Segunda Planta	146.9	150x150	1.9	164.0	9.25
N9-Segunda Planta	N7-Segunda Planta	421.4	200x150	4.2	188.9	
A9-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	92.9	150x100	1.9	133.2	3.70
N11-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	18.75
N11-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	92.9	150x100	1.9	133.2	-
N4-Segunda Planta	N11-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	

Tabla 24 Dimensionado de los conductos para la conducción de aire

Difusores y rejillas

Difusores y rejillas				
Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)
A1-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	160.1	131.00	4.1
A2-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	232.7	152.00	5.6
A5-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	188.6	131.00	4.9
A4-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	188.6	131.00	4.9
A6-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	160.1	110.00	-
A7-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	232.7	110.00	-
A8-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	325x125	377.2	160.00	-
A11-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	215.0	152.00	5.1
A3-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	215.0	152.00	5.1
A11-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	134.3	105.00	3.9
A10-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x150	248.6	152.00	5.9
A13-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x200	274.5	228.00	5.4

A12-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	146.9	105.00	4.2
A9-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	92.9	105.00	2.7
A3-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	134.3	110.00	-
A4-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	146.9	110.00	-
A5-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	274.5	110.00	-
A7-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	325x125	302.8	160.00	-
N11 -> A9, (8.02, 4.07), 0.27 m: Rejilla de impulsión	200x150	302.8	152.00	7.2

Tabla 25 Dimensionado de los difusores y rejillas para la conducción de aire

- **Sistema de conducciones de agua**

Tuberías - Refrigeración

Tuberías (refrigeración)						
Tramo			φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)
Inicio	Final	Tipo				
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	6.24
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.36
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.60
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	2.62
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.20
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.20
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.42
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.67
N8-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.73
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.51
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	0.42
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	3.08
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.20
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.20

A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.20
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.69
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	0.78
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	25 mm	0.06	0.2	6.24
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.36
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.60
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	2.54
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.10
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.00		0.20
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.00		0.42
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.15	0.3	0.10
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.10	0.3	0.18
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.45
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.67
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.51
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.42
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	3.00
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.10
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.10
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.20
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.69
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.78
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.						

Tabla 26 Dimensionado de las tuberías para la conducción de agua

Tuberías - Calefacción

Tuberías (Calefacción)						
Tramo			ϕ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)
Inicio	Final	Tipo				
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	6.24
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	3.00
N3-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	11.07
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	3.00
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	1.55

A2-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	0.18
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	0.36
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	3.00
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.60
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	2.62
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Impulsión	25 mm	0.24	0.7	0.20
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.20
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	0.42
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.67
N8-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.24	0.7	0.73
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	0.51
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	0.42
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	3.08
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.38	0.7	0.20
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	0.20
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.20
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.69
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	0.78
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	25 mm	0.20	0.6	6.24
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.20	0.6	3.00
N2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	0.17
N3-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	11.07
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	3.00
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	1.55
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.20	0.6	0.36
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	3.00
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.60
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	2.54
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.10
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.06		0.20
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.06		0.42
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.31	0.6	0.10
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.17	0.5	0.18
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.14	0.4	0.45
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.67
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	0.51
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.42
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	3.00
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.10
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.14	0.4	0.10
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.20

A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	0.69
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.78
(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.						

Tabla 27 Dimensionado de las tuberías para la conducción de agua

10. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

A la hora de diseñar la instalación se tiene que tener en cuenta las especificaciones que se dan en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, que establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Cabe destacar que el artículo 13 de este documento ha sido modificado posteriormente, el 25 de Junio de 2010 en el Real Decreto 830/2010.

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas diferenciadas:

- La infección pulmonar o «Enfermedad del Legionario», que se caracteriza por neumonía con fiebre alta.
- La forma no neumónica, conocida como «Fiebre de Pontiac», que se manifiesta como un síndrome febril agudo y de pronóstico leve.

La *Legionella* es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C y destruyéndose a 70 °C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37 °C. Su nicho ecológico natural son las aguas superficiales, como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estas reservas naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente) u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento como las torres de refrigeración.

En algunas ocasiones, en estas instalaciones, mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inadecuado, se favorece el estancamiento del agua y la acumulación de productos nutrientes de la bacteria, como lodos, materia orgánica, materias de corrosión y amebas, formando una biocapa.

Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse al aire. Las gotas de agua que contienen la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio.

Las instalaciones que con mayor frecuencia se encuentran contaminadas con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección son los sistemas de distribución de agua sanitaria, caliente y fría y los equipos de enfriamiento de agua evaporizables, tales como las torres de

refrigeración y los condensadores evaporizables, tanto en centros sanitarios como en hoteles u otro tipo de edificios.

- **Medidas en la fase de diseño**

La instalación interior de agua de consumo humano deberá tener las siguientes características:

a) Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.

b) Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios –filtros mecánicos– parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 μm y 150 μm -requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.

c) Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

d) Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías.

e) Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 $^{\circ}\text{C}$, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.

f) Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.

g) Asegurar, en todo momento el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar

el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.

h) Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

i) Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.

- **Medidas de mantenimiento**

Elaboración de un plano de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizara cada vez que se realice alguna modificación.

Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos de revisión, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.

Programa de tratamiento del agua, que asegure su calidad.

11. CONCLUSIÓN

Con los datos expuestos en este documento “Memoria” del presente proyecto, se consideran suficientemente descritos los diferentes equipos, componentes y accesorios, que forman la instalación.

***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Contenido	
1.	INTRODUCCIÓN 77
2.	CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO 78
2.1	Latitud, longitud y altitud 78
2.2	Zona Climática 79
2.3	Nivel Percentil 79
2.4	Temperatura Seca y Húmeda 80
2.5	Oscilaciones Máximas OMD y OMA 80
2.6	Humedad Relativa media 81
3.	CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO 82
3.1	Temperatura Interior y Humedad Relativa 82
3.2	Velocidad del aire 82
3.3	Calidad del aire interior 83
3.4	Filtración del aire exterior mínimo 84
3.5	Calidad del ambiente acústico: ruido y vibraciones 85
4.	CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA 86
4.1	Definición de la envolvente térmica 87
4.2	Sistema de compartimentación 98
4.3	Materiales 108
4.4	Limitación de la demanda energética 109
4.4.1	Ámbito de aplicación 109
4.4.2	Caracterización y cuantificación de la exigencia 109
4.5	Método de cálculo 113
4.5.1	Cerramientos 113
4.5.2	Huecos 114
4.6	Puentes térmicos 116
4.7	Factor de reducción 119
4.7.1	Resumen de recintos no calefactados 121
4.7.2	Cálculo del factor de reducción 'b' 121
5.	CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS 150
5.1	Datos previos: Condiciones de diseño 150
5.1.1	Condiciones generales del proyecto 150
5.1.2	Propiedades del aire 151
5.1.3	Características de los cerramientos 151

5.2	Exigencias técnicas	151
5.2.1	Exigencia de bienestar e higiene	152
5.2.2	Cálculo del caudal mínimo del aire exterior.....	153
5.2.3	Recuperación del aire.....	155
5.3	Resultado cargas térmicas refrigeración.....	155
5.3.1	Primera planta.....	156
5.3.2	Segunda planta.....	161
5.4	Resultado cargas térmicas calefacción.....	169
5.4.1	Primera Planta.....	169
5.4.2	Segunda Planta.....	175
6	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ACS SEGÚN CTE.....	185
6.3	Fracción solar mínima para ACS.....	187
7	SELECCIÓN DE LOS CAPATADORES SOLARES	189
7.3	Zonas Climáticas	189
7.4	Temperaturas	189
7.5	Radiación solar	190
7.6	Inclinación óptima	190
7.7	Pérdidas por orientación, inclinación y sombras	193
7.8	Captador solar plano	196
8	CÁLCULO DE LA SUPERFÍCIE DE CAPTACIÓN SOLAR	197
8.3	Dimensionado	197
8.4	Protección contra sobrecalentamientos	199
8.5	Distancia entre colectores.....	201
9	CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL CIRCUITO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS.	202
9.1	Elección del sistema solar térmico para la producción de ACS.....	202
9.2	Características de los fluidos	203
9.3	Distribución y elección de componentes	208
9.3.1	Captadores solares	209
9.3.2	Estructura de soporte.....	209
9.3.3	Interacumulador.....	211
9.3.4	Tuberías	213
9.3.5	Grupo Hidráulico	222
9.3.6	Vaso de expansión.....	223
9.3.7	Disipador de calor	226

9.3.8	Sistema de regulación y control de la instalación	227
9.3.9	Estudio comparativo para la selección de la caldera de apoyo	228
10.	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA.....	237
10.1	Bases de cálculo	237
10.1.1	Redes de distribución	237
10.1.2	Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace	240
10.1.3	Redes de A.C.S: Impulsión y retorno	242
10.2	Dimensionado	244
10.2.1	Acometidas.....	244
10.2.2	Alimentación	245
10.2.3	Instalaciones particulares.....	246
10.3	Cálculo de la bomba de circulación.....	247
11.	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	250
11.1	Cálculos y datos previos al dimensionado de la instalación de climatización.	251
11.2	Selección de los equipos necesarios	253
11.3	Dimensionado de la instalación de climatización	257
11.3.1	Sistema de conducción de aire: Conductos	257
11.3.2	Sistemas de conducción de aire: Difusores y rejillas.....	258
11.3.3	Sistema de conducción de agua: Tuberías	260
11.3.4	Unidades no autónomas para climatización: Fancoils	262
12.	Comprobación del cumplimiento del reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, RITE.	264
12.1	Exigencia de bienestar e higiene	264
12.2	Exigencia de eficiencia energética	264
12.2.1	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1	264
12.2.2	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2.....	268
12.2.3	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3	272
12.2.4	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5	273
12.2.5	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6.....	273
12.3	Exigencia de seguridad	274

12.3.1	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.	274
12.3.2	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.	275
12.3.3	Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.	276
13.	CONCLUSIÓN DEL PROYECTO.....	277

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo del proyecto se describirá el diseño y dimensionado de las instalaciones para el suministro de agua, ACS y climatización de una vivienda unifamiliar de nueva construcción situada en la provincia de Teruel.

El proyecto parte de las dimensiones de los cimientos de un edificio de 3 plantas sobre el cual se desea construir una vivienda unifamiliar de 331,28 m².

El primer lugar se elegirá la tipología de cerramiento más adecuado para que el edificio cumpla con los requisitos establecidos en el CTE. Teniendo en cuenta estos cerramientos y en función del nivel de uso de la vivienda, se dimensionarán las instalaciones de ACS y climatización, así como la instalación de suministro de agua, buscando la unión de eficiencia, técnica, estética y coste.

La demanda de climatización del edificio, se cubrirá a través de un equipo frigorífico con posibilidad de trabajar como bomba de calor. El cual será dimensionado en base a la demanda térmica calculada anteriormente.

Los cálculos de las cargas térmicas y el dimensionado de las instalaciones de la vivienda, quedan apoyados mediante el programa informático CYPE.

2. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Según el ITE 02.3 Condiciones Exteriores del segundo apartado del Reglamento de Instalaciones Térmica en los Edificios llamado Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE), la elección de las condiciones exteriores de temperatura seca y, en su caso, de temperatura húmeda simultánea del lugar, que son necesarias para el cálculo de la demanda térmica máxima instantánea y, en consecuencia, para el dimensionado de equipos y aparatos, se hará en base el criterio de niveles percentiles, que podrán ser incluso diferentes para distintos subsistemas de la misma instalación. Para la selección de los niveles percentiles se tendrán en cuenta las indicaciones de la norma UNE 100014.

Se deberán tener en cuenta también la dirección e intensidad de los vientos dominantes, la altitud sobre el nivel del mar y, para la radiación solar, la latitud del lugar de emplazamiento del edificio.

Para el cálculo del consumo energético del edificio a lo largo de una temporada se tendrán en cuenta los datos del año típico del lugar (temperatura seca, temperatura humedad coincidente y radiación solar) o, en su defecto, limitado al cálculo del consumo en régimen de calefacción, los datos de los grados-día de la norma UNE 100002

2.1 Latitud, longitud y altitud

Como ya se ha mencionado, la vivienda se encuentra ubicada en la provincia de Teruel.

En la siguiente figura se muestra la altitud, longitud y latitud, así como la temperatura mínima histórica recogida hasta la fecha en Teruel. Los datos que se muestran han sido cogidos de las tablas del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura IDEA.

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
46 TERUEL	915	40,4	1,1 W	-14

Ilustración 1 Altitud, Latitud, Longitud y Temperatura Mínima Histórica provincia de Teruel

2.2 Zona Climática

La zona climática de la provincia en la que se ubica la vivienda se obtiene de la Tabla B.1- Zonas Climáticas del Apéndice B Zonas Climáticas del Documento Básico HE Ahorro de Energía.

Ya que Teruel se trata de una capital podemos coger la zona climática que se indica en la tabla sin necesidad de tener en cuenta el desnivel. Se trata de la Zona Climática D2.

2.3 Nivel Percentil

Para poder fijar las condiciones exteriores de temperatura seca y húmeda para la realización de proyectos de climatización, primero se ha de elegir el nivel del percentil, tanto para condiciones de invierno como de verano. Se utilizará la norma UNE 100014 IN.

- **Condiciones Exteriores de Cálculo para invierno**

Como condiciones externas del proyecto para el invierno se utilizarán aquellas que están basadas sobre los niveles percentiles de temperaturas seca en el total de las horas de los meses de diciembre, enero y febrero (90 días – 2160 h).

Para el cálculo de cargas térmicas máximas de invierno, la temperatura seca a considerar es la correspondiente a los siguientes niveles:

- Nivel 99% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel del 97,5% para todos los tipos de edificios y espacios no mencionados anteriormente.
-

Para el presente proyecto se ha seleccionado el nivel de percentil 97.5 %, lo que quiere decir que los valores de temperatura seca y humedad exterior se cumplirán en el 97.5 % de la horas de los meses de diciembre, enero y febrero.

- **Condiciones Exteriores de Cálculo para verano**

Como condiciones externas del proyecto para el verano se deben tomar aquellas que están basadas sobre los niveles percentiles de temperatura seca y húmeda en el total de las horas de los cuatro meses de junio, julio, agosto y septiembre (122 días – 2928h).

Para el cálculo de cargas térmicas máximas de verano, la temperatura seca y húmeda a considerar es la correspondiente a los siguientes niveles:

- Nivel del 1% para hospitales, clínicas y residencias de ancianos.
- Nivel del 2,5 % para edificios y espacios que sean de especial consideración.
- Nivel del 5 % como condiciones generales de diseño para cualquier tipo de espacio climatizado.

Para el presente proyecto se ha seleccionado el nivel de percentil 5%, lo que quiere decir que los valores de temperatura seca y humedad exterior sólo se rebasarán en el 5% de las horas de los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

2.4 Temperatura Seca y Húmeda

Utilizando la norma UNE 100001, se pueden fijar las condiciones exteriores de temperatura en la provincia que nos encontramos, ya que esta norma permite establecer las condiciones termohigrométricas exteriores de un proyecto para las diferentes localidades de la geografía española y la que es de aplicación para los sistemas de climatización y ventilación al bienestar de las personas.

	NIVEL PERCENTIL (%)	TEMPERATURA (°C)
Temperatura Seca Mínima	97,5	-6.10
Temperatura Seca Máxima	5	29
Temperatura Húmeda Máxima	5	18.10

Tabla 1 Temperatura seca y húmeda

2.5 Oscilaciones Máximas OMD y OMA

Las oscilaciones máximas tanto para invierno como para verano son las siguientes:

	OMD	OMA
Verano	17.3	39.7
Invierno	0.5	

Tabla 2 Oscilaciones Medias Diarias y Anuales

Dónde:

OMD es la Oscilación Media Diaria.

OMA es la Oscilación Media Anual.

2.6 Humedad Relativa media

El ministerio de fomento junto con el Instituto Geográfico Nacional y la AGE (Asociación de Geógrafos Españoles) nos hacen servir del siguiente mapa en el cual se muestra la humedad relativa media anual. Dicho valor se obtiene a partir del promedio de la humedad registrada en los doce meses del año para todo el territorio español.



Ilustración 2 Humedad Relativa Media Anual en España

Por lo que se observa en el mapa se puede decir que el valor de la humedad relativa media anual en la provincia de Teruel se encontraría entre el 70 y el 65%.

3. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

3.1 Temperatura Interior y Humedad Relativa

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2 Temperatura operativa y humedad relativa del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre 10 y el 15%, los valores de temperatura operativa y de humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados a continuación:

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Ilustración 3 Condiciones Interiores de diseño según el RITE

Las condiciones de bienestar y confort interior se establecen en los siguientes valores:

Estación	Temperatura Interior (°C)	Humedad Relativa (%)
Verano	24	50
Invierno	21	40

Tabla 3 Temperatura y Humedad Relativa Interior

3.2 Velocidad del aire

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.3 Velocidad media del aire del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), la velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

Por lo que la velocidad media admisible de aire en la zona ocupada estará comprendida entre los siguientes valores:

Estación	Velocidad media del aire (m/s)
Verano	0,18-0,24
Invierno	0,15-0,20

Tabla 4 Velocidad media del aire

3.3 Calidad del aire interior

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2 Exigencia de la calidad del aire interior del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), dentro de la que encontramos la IT 1.1.4.2.1 Generalidades, se apunta que en los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y a los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

Seguido de este encontramos la IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios. En la que se establece que en función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (Aire de óptima calidad): Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (Aire de buena calidad): Oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (Aire de calidad media): Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.

IDA 4 (Aire de calidad baja)

En el caso de una vivienda unifamiliar, no se debe de tener en cuenta ningún criterio estricto a la hora de seleccionar el IDA por lo que se tendrá un IDA 4 que corresponde a Aire de calidad Baja, al no tratarse esta de ninguna de las descritas en la otras 3 opciones.

3.4 Filtración del aire exterior mínimo

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), el aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en los edificios.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).

ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.

ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

Las clases de filtración mínimas a emplear, se elegirá en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad de aire interior requerido (IDA), indicada en la siguiente tabla extraída del RITE:

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

(*) GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o fisico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

Ilustración 4 Clases de filtración dependiendo del IDA y del ODA según el RITE

Por lo que se deberán instalar filtros de calidad F5 + F6 a la entrada de aire exterior de los conductos.

3.5 Calidad del ambiente acústico: ruido y vibraciones

Según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.4 Exigencia de calidad del ambiente acústico del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), las instalaciones térmicas de los edificios deben de cumplir la exigencia de documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación, que les afecte.

Por lo que en el apartado 3.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones de DB-HR, se exige que los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes.

En el caso de equipos instalados sobre bancada de inercia, esta será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada u la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios. Se considerarán válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN. Por lo que se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.

Para el Aire acondicionado los conductos deberán ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deberán utilizarse silenciadores específicos. Se evitará el paso de vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Finalmente para la ventilación los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 33 dBA, salvo que sean se extracción de humos de garaje en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 45 dBA.

4. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Par conocer el valor de las cargas térmicas que hay en la vivienda, como ya se ha dicho anteriormente, se ha utilizado el programa Cype.

Ya que el programa opera a partir de la normativa predispuesta en el momento de la realización del cálculo por lo que los parámetros que se han descrito anteriormente son intrínsecos al programa. No obstante para su correcta utilización se ha comprobado que estuvieran todos correctamente según marca la norma y según se han seleccionado, ya que el programa permite la modificación de ellos.

En primer lugar el programa requiere que se seleccione el tipo de vivienda que se va a aclimatar ya que las condiciones de ocupación instalaciones, etc. Las cuales van cambiando según el servicio que se quiera dar a los locales. A esto le sigue la introducción de las características que va a tener la vivienda como cuentas plantas va a tener, para que así el programa pueda mostrarte cada planta y puedas describir la geometría que desees en cada planta. La introducción de la geometría de la vivienda, es posible realizarla mediante plantillas cada si se desea, lo cual hace que el trazados de los muros y cerramientos sea mucho más simple ya que puedes asociar a cada planta una plantilla de distribución de planta diferente.

La orientación que va a tener nuestra vivienda es primordial por lo que antes de empezar a definir la geometría introduciremos la orientación que va a tener esta.

El programa cuenta una base de datos muy extensa tanto en lo que se refiere a cerramientos, huecos, tabiquería interior, puertas interiores y exteriores, etc. Lo que permite mediante la realización de la geometría darle propiedades a las líneas que se van trazando directamente. Y según convenga.

La introducción de las condiciones exteriores e interiores seguida de la entrada de datos como puede ser la ocupación, ventilación, iluminación, cargas de equipos viene predispuesta cuando a cada local le asocias un tipo de entre todos los que dispone el programa, siendo la lista de elección de tipos de locales muy extensa también.

Ya que lo primero que se realiza en el programa es definir su geometría mediante el trazo de polilíneas y áreas a las cuales se les han dado propiedades para que hagan función de muro exterior, interior, cubierta etc. En el siguiente apartado se va a definir todo el sistema que

engloba nuestra vivienda, tanto la envolvente, como los sistemas de compartimentaciones interiores y los huecos teniendo en cuenta los puentes térmicos que se tienen.

4.1 Definición de la envolvente térmica

- **Suelos en contacto con el terreno**

SOLERA

Losa de cimentación - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor. Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	Superficie total
	115.57 m ²

REVESTIMIENTO DEL SUELO:

- **PAVIMENTO:** Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, capacidad de absorción de agua $E < 3\%$, grupo BIb, resistencia al deslizamiento $R_d \leq 15$, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Suelo flotante, compuesto de: **BASE AUTONIVELANTE:** capa fina de pasta niveladora de suelos, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; **AISLAMIENTO:** aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica $1,1 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,035 \text{ W/(mK)}$, cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **CAPA DE REGULARIZACIÓN:** base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE", de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

- Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, sin incluir encofrado, con: **AISLAMIENTO HORIZONTAL:** aislamiento térmico horizontal, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica $1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,034 \text{ W/(mK)}$, cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **AISLAMIENTO PERIMETRAL:** aislamiento térmico vertical, formado por panel rígido de poliestireno extruido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica $1,2 \text{ m}^2\text{K/W}$, conductividad térmica $0,034 \text{ W/(mK)}$, cubierto con un film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **HORMIGÓN DE LIMPIEZA:** capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, de 10 cm de espesor.

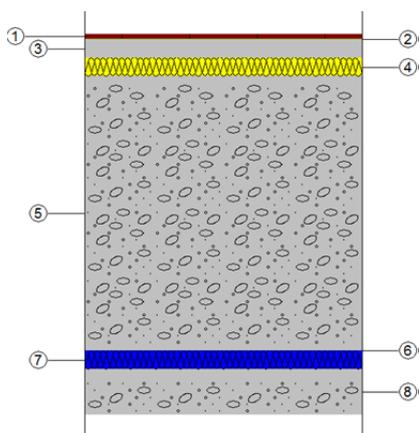


Ilustración 5 Solera

Listado de capas:

1 - Solado de baldosas cerámicas de gres 1 cm esmaltado	
2 - Mortero autonivelante de cemento	0.2 cm
3 - Base de mortero autonivelante de cemento, 4 cm Agilia Suelo C Base "LAFARGE"	
4 - Lana mineral	4 cm
5 - Hormigón armado	60 cm
6 - Film de polietileno	0.02 cm
7 - Poliestireno extruido	4 cm
8 - Hormigón de limpieza	10 cm
Espesor total:	83.22 cm

Limitación de demanda energética U_s : 0.24 W/(m²·K)

(Para una solera con longitud característica $B' = 5.4$ m)

Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.2 m y resistencia térmica: 1.18 m²·K/W)

Detalle de cálculo (U_s)

Superficie del forjado, A: 123.28 m²

Perímetro del forjado, P: 45.80 m

Resistencia térmica del forjado, R_f: 2.67 m²·K/W

Resistencia térmica del aislamiento perimetral, R_f: 1.18 m²·K/W

Espesor del aislamiento perimetral, dn: 4.00 cm

Tipo de terreno: Arena semidensa

Protección frente al ruido

Masa superficial: 1856.30 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 1500.18 kg/m²

Caracterización acústica, R_w(C; C_{tr}): 78.4(-1; -7) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, L_{n,w}: 52.8 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, DL_{D,w}: 33 dB

- **Fachada**

FACHADA A LOCAL

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	Superficie total	223.37
		m ²

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', compuesta de:

- **REVESTIMIENTO EXTERIOR:** aislamiento térmico con el sistema Clima 34 "ISOVER", compuesto por: panel rígido de lana de vidrio de alta densidad, no revestido, Clima 34 "ISOVER", de 60 mm de espesor, fijado al soporte mediante mortero polimérico de altas prestaciones, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA", y fijaciones mecánicas con taco de expansión y clavo de polipropileno; capa de regularización de mortero polimérico de altas prestaciones, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA"; capa de acabado de mortero monocapa de ligantes mixtos, Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA", acabado raspado.
- **HOJA PRINCIPAL:** hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos; formación de dinteles mediante obra de fábrica con armadura de acero corrugado.
- **ACABADO INTERIOR:** Aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, vertical.

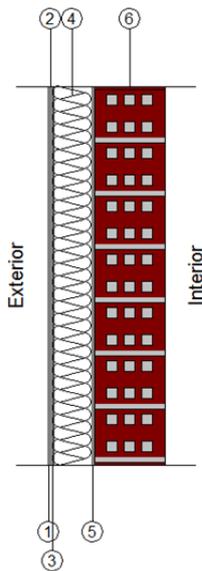


Ilustración 6 Fachada a local

Listado de capas:

- 1 - Mortero decorativo Weber.pral Clima 0.3 cm
"WEBER CEMARKSA"
- 2 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.25 cm
CEMARKSA"
- 3 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.25 cm
CEMARKSA"
- 4 - Panel rígido de lana de roca Clima 34 6 cm
"ISOVER"
- 5 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.5 cm
CEMARKSA"
- 6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm
- 7 - Pintura plástica sobre paramento interior de ---
yeso o escayola

Espesor total: 18.3 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.46 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 133.60 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 110.20 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 42.1(-1; -7)
dB

Protección frente a la humedad Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

FACHADA A BAÑOS, COCINA Y LAVADERO

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	Superficie total	108.00
	m ²	

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', compuesta de:

- **REVESTIMIENTO EXTERIOR:** aislamiento térmico con el sistema Clima 34 "ISOVER", compuesto por: panel rígido de lana de vidrio de alta densidad, no revestido, Clima 34 "ISOVER", de 60 mm de espesor, fijado al soporte mediante mortero polimérico de altas prestaciones, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA", y fijaciones mecánicas con taco de expansión y clavo de polipropileno; capa de regularización de mortero polimérico de altas prestaciones, Weber.therm Base, "WEBER CEMARKSA"; capa de acabado de mortero monocapa de ligantes mixtos, Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA", acabado raspado.
- **HOJA PRINCIPAL:** hoja de 11 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco triple, para revestir, recibida con mortero de cemento confeccionado en obra, con 250 kg/m³ de cemento, color gris, dosificación 1:6, suministrado en sacos; formación de dinteles mediante obra de fábrica con armadura de acero corrugado.
- **ACABADO INTERIOR:** Alicatado con azulejo acabado liso, 15x15 cm, capacidad de absorción de agua E>10%, grupo BIII, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, colocado mediante mortero de cemento M-5.

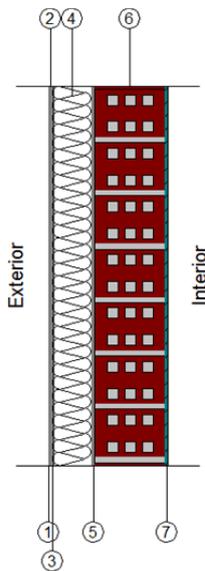


Ilustración 7 Fachada a baños, cocina y lavadero

Listado de capas:

- 1 - Mortero decorativo Weber.pral Clima 0.3 cm
"WEBER CEMARKSA"
- 2 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.25 cm
CEMARKSA"
- 3 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.25 cm
CEMARKSA"
- 4 - Panel rígido de lana de roca Clima 34 6 cm
"ISOVER"
- 5 - Mortero base Weber.therm Base "WEBER 0.5 cm
CEMARKSA"
- 6 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 11 cm
- 7 - Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas 0.5 cm
con mortero de cemento

Espesor total: 18.8 cm

Limitación de demanda energética $U_m: 0.46 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido

Masa superficial: $145.10 \text{ kg}/\text{m}^2$

Masa superficial del elemento base: $121.70 \text{ kg}/\text{m}^2$

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr}): 42.1(-1; -7)$
dB

Protección frente a la humedad

Grado de impermeabilidad alcanzado: 5

- Huecos en fachada

PUERTA PRINCIPAL

Puerta de entrada a la vivienda, acorazada

Block de puerta de entrada acorazada normalizada, de madera, de una hoja, de 85,6x203x7 cm, compuesto por alma formada por una plancha plegada de acero electrogalvanizado, soldada en ambas caras a planchas de acero de 0,8 mm de espesor y reforzada por perfiles omega verticales, de acero, acabado con tablero liso en ambas caras de madera de pino país, bastidor de tubo de acero y marco de acero galvanizado.

Dimensiones	Ancho x Alto: 85.6 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 3.00 W/(m ² ·K)	
	Absortividad, a _s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, a _{500Hz} = 0.06; a _{1000Hz} = 0.08; a _{2000Hz} = 0.10	

VENTANAS

Ventana corredera, de 1500x900 mm - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4

CARPINTERÍA: Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x900 mm, con cerradura de seguridad, acabado estándar en las dos caras, color blanco.

VIDRIO: Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U _g : 3.30 W/(m ² ·K)	
	Factor solar, g: 0.77	
	Aislamiento acústico, R _w (C;C _{tr}): 28 (-1;-3) dB	
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U _f : 2.20 W/(m ² ·K)	
	Tipo de apertura: Deslizante	
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4	
	Absortividad, a _s : 0.4 (color claro)	

Dimensiones: 150 x 90 cm (ancho x alto)			nº uds: 6
Transmisión térmica	U_w	2.72	$W/(m^2 \cdot K)$
Soleamiento	F	0.38	
	F_H	0.33	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	26 (-1;-1)	dB

Tabla 5 Características huecos 1

Dimensiones: 150 x 90 cm (ancho x alto)			nº uds: 3
Transmisión térmica	U_w	2.72	$W/(m^2 \cdot K)$
Soleamiento	F	0.38	
	F_H	0.38	
Caracterización acústica	$R_w (C;C_{tr})$	26 (-1;-1)	dB

Tabla 6 Características huecos 2

Notas:

U_w : Coeficiente de transmitancia térmica del hueco ($W/(m^2 \cdot K)$)

F : Factor solar del hueco

F_H : Factor solar modificado

$R_w (C;C_{tr})$: Valores de aislamiento acústico (dB)

Ventana oscilobatiente, de 1400x1300 mm - Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4

CARPINTERÍA: Ventana de PVC, una hoja oscilobatiente y otra hoja practicable con apertura hacia el interior, dimensiones 1400x1300 mm, con cerradura de seguridad, acabado foliado especial en las dos caras, color a elegir.

VIDRIO: Doble acristalamiento Aislaglas "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 4/6/4.

Características del vidrio	Transmitancia térmica, U_g : 3.30 W/(m ² ·K)
	Factor solar, g: 0.77
	Aislamiento acústico, R_w (C;C _{tr}): 28 (-1;-3) dB
Características de la carpintería	Transmitancia térmica, U_f : 2.20 W/(m ² ·K)
	Tipo de apertura: Oscilobatiente
	Permeabilidad al aire de la carpintería (EN 12207): Clase 4
	Absortividad, a_s : 0.8 (color oscuro)

Dimensiones: 140 x 130 cm (ancho x alto)			nº uds: 9
Transmisión térmica	U_w	2.85	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.48	
	F _H	0.44	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	31 (-1;-4)	dB

Tabla 7 Características huecos 3

Dimensiones: 140 x 130 cm (ancho x alto)			nº uds: 1
Transmisión térmica	U_w	2.85	W/(m ² ·K)
Soleamiento	F	0.48	
	F _H	0.48	
Caracterización acústica	R_w (C;C _{tr})	31 (-1;-4)	dB

Tabla 8 Características huecos 4

- **Cubierta-tejado**

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - tejado (Forjado reticular)	Superficie	total
	107.93 m ²	

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; formada por: forjado reticular con casetón perdido, horizontal, con 15% de zonas macizas, de canto 30 = 25+5 cm; nervios "in situ" de 10 cm, intereje 80 cm; bloque de hormigón, 70x23x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 50 cm de altura, compuesto de:
AISLAMIENTO: aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor;
TECHO SUSPENDIDO: falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes;
ACABADO SUPERFICIAL: aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Listado de capas:

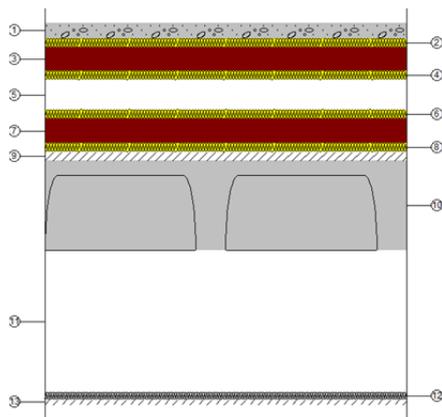


Ilustración 8 Techo

1 - Teja de arcilla cocida	5 cm
2 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
3 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 8 cm mm]	
4 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
5 - Cámara de aire	10 cm
6 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
7 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 8 cm mm]	
8 - MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3 cm
9 - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	3 cm
10 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)	
11 - Cámara de aire sin ventilar	47.5 cm
12 - Aglomerado de corcho expandido	2.5 cm
13 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola	
14 - Pintura plástica sobre paramento interior --- de yeso o escayola	
Espesor total:	127.6 cm

Limitación de demanda energética U_c refrigeración: 0.31 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.33 W/(m²·K)

Protección frente al ruido Masa superficial: 676.95 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 406.90 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 57.7(-1; -6) dB

Protección frente a la humedad Tipo de cubierta: Tablero multicapa sobre entramado estructural

Tipo de impermeabilización: Etileno propileno dieno monómero

Con cámara de aire ventilada

4.2 Sistema de compartimentación

- **Compartimentación interior vertical**

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR A LOCAL

Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	Superficie total 95.97 m²
--	---

Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras, compuesto de:

- **TRASDOSADO A LA IZQUIERDA:** trasdosado autoportante libre, con resistencia al fuego EI 20, sistema W628.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - [15 cortafuego (DF)], anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total.
- **AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES:** aislamiento térmico, formado por panel de lana de vidrio, de 45 mm de espesor.
- **HOJA PRINCIPAL:** hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel; **AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES:** aislamiento térmico, formado por panel de lana de vidrio, de 45 mm de espesor.
- **TRASDOSADO A LA DERECHA:** trasdosado autoportante libre, con resistencia al fuego EI 20, sistema W628.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - [15 cortafuego (DF)], anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total.

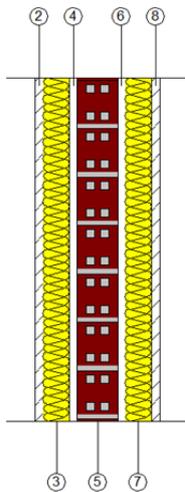


Ilustración 9 Compartimentación interior a local

Listado de capas:

- | | |
|---|--------|
| 1 - Pintura plástica sobre paramento interior de ---
yeso o escayola | |
| 2 - Placa de yeso laminado | 1.5 cm |
| 3 - Lana mineral | 4.5 cm |
| 4 - Separación | 1.3 cm |
| 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco | 7 cm |
| 6 - Separación | 1.3 cm |
| 7 - Lana mineral | 4.5 cm |
| 8 - Placa de yeso laminado | 1.5 cm |
| 9 - Pintura plástica sobre paramento interior de ---
yeso o escayola | |

Espesor total: 21.6 cm

Limitación de demanda energética U_m : 0.30 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 93.45 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 65.10 kg/m²

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$: 33.1(-1; -1)
dB

Mejora del índice global de reducción acústica del
revestimiento, DR: 27 dBA

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: EI 90

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR A BAÑO, COCINA O LAVADERO
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras
Superficie total 147,93 m²

Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras, compuesto de:

- **TRASDOSADO A LA IZQUIERDA:** trasdosado autoportante libre, con resistencia al fuego EI 20, sistema W628.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 cortafuego (DF)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total.
- **AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES:** aislamiento térmico, formado por panel de lana de vidrio, de 45 mm de espesor.
- **HOJA PRINCIPAL:** hoja de 7 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.
- **AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES:** aislamiento térmico, formado por panel de lana de vidrio, de 45 mm de espesor.
- **TRASDOSADO A LA DERECHA:** trasdosado autoportante libre, con resistencia al fuego EI 20, sistema W628.es "KNAUF", realizado con placa de yeso laminado - |15 cortafuego (DF)|, anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 63 mm de espesor total.

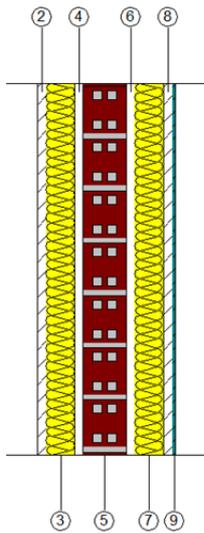


Ilustración 10 Compartimentación interior a baño, cocina o lavadero

Listado de capas:

- 1 - Pintura plástica sobre paramento interior --- de yeso o escayola
- 2 - Placa de yeso laminado 1.5 cm
- 3 - Lana mineral 4.5 cm
- 4 - Separación 1.3 cm
- 5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco 7 cm
- 6 - Separación 1.3 cm
- 7 - Lana mineral 4.5 cm
- 8 - Placa de yeso laminado 1.5 cm
- 9 - Alicatado con baldosas cerámicas, 0.5 cm colocadas con mortero de cemento

Espesor total: 22.1 cm

Limitación de demanda energética $U_m: 0.30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Protección frente al ruido Masa superficial: $104.95 \text{ kg}/\text{m}^2$

Masa superficial del elemento base: $65.10 \text{ kg}/\text{m}^2$

Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr}): 33.1(-1; -1) \text{ dB}$

Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, DR: 27 dBA

Seguridad en caso de incendio Resistencia al fuego: EI 90

HUECOS VERTICALES INTERIORES
Puerta de paso interior, de madera

Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con pino país, con plafones de forma recta; con herrajes de colgar y de cierre.

Dimensiones	Ancho x Alto: 82.5 x 203 cm	nº uds: 12
	Ancho x Alto: 73.2 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 75.7 x 203 cm	nº uds: 2
	Ancho x Alto: 80.3 x 203 cm	nº uds: 1
	Ancho x Alto: 65.5 x 203 cm	nº uds: 1
Caracterización térmica	Transmitancia térmica, U: 2.03 W/(m ² ·K)	
	Absortividad, α_s : 0.6 (color intermedio)	
Caracterización acústica	Absorción, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

- **Compartimentación interior horizontal**

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado reticular	Superficie total
	14.24 m ²

Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; formada por: forjado reticular con casetón perdido, horizontal, con 15% de zonas macizas, de canto 30 = 25+5 cm; nervios "in situ" de 10 cm, intereje 80 cm; bloque de hormigón, 70x23x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 50 cm de altura, compuesto de:

- **AISLAMIENTO:** aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor; **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes;
- **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

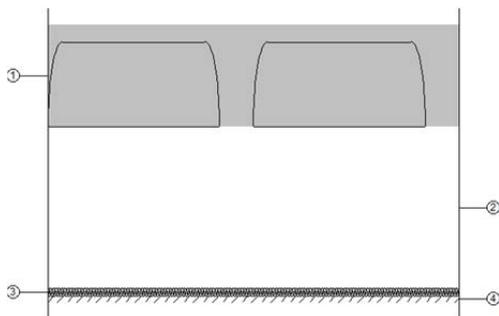


Ilustración 11 Compartimentación interior horizontal

Listado de capas:

- 1 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)
- 2 - Cámara de aire sin ventilar 47.5 cm
- 3 - Aglomerado de corcho expandido 2.5 cm
- 4 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola
- 5 - Pintura plástica sobre paramento --- interior de yeso o escayola

Espesor total: 81.6 cm

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.77 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.70 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 400.85 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 384.40 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.8(-1; -6) dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 73.5 dB

Falso techo continuo de placas de escayola, mediante estopadas colgantes - Forjado reticular - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor.	Superficie total
Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	203.42 m ²

REVESTIMIENTO DEL SUELO

- **PAVIMENTO:** Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, capacidad de absorción de agua E<3%, grupo BIb, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L.
- **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Suelo flotante, compuesto de base autonivelante, capa fina de pasta niveladora de suelos, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas.
- **AISLAMIENTO:** aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor.
- **CAPA DE REGULARIZACIÓN:** base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE", de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

- Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; formada por: forjado reticular con casetón perdido, horizontal, con 15% de zonas macizas, de canto 30 = 25+5 cm; nervios "in situ" de 10 cm, intereje 80 cm; bloque de hormigón, 70x23x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; pilares.

REVESTIMIENTO DEL TECHO

Techo suspendido continuo, con cámara de aire de 50 cm de altura, compuesto de:

- **AISLAMIENTO:** aislamiento acústico a ruido aéreo, formado por placa de aglomerado de corcho expandido, de 25 mm de espesor.
- **TECHO SUSPENDIDO:** falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, formado por placas de escayola con nervaduras, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, mediante estopadas colgantes.
- **ACABADO SUPERFICIAL:** aplicación manual de dos manos de pintura plástica color blanco, acabado mate, textura lisa, la primera mano diluida con un 20% de agua y la siguiente sin diluir; previa aplicación de una mano de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa, sobre paramento interior de yeso o escayola, horizontal.

Listado de capas:

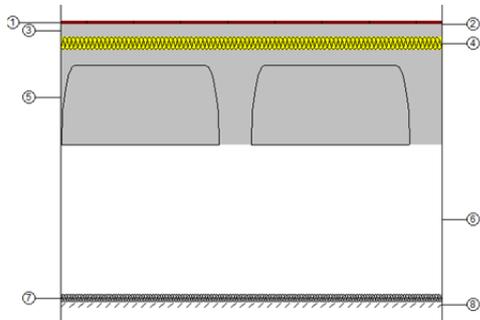


Ilustración 12 Compartimentación interior horizontal

- | | |
|--|----------------|
| 1 - Solado de baldosas cerámicas de gres 1 cm esmaltado | |
| 2 - Mortero autonivelante de cemento | 0.2 cm |
| 3 - Base de mortero autonivelante de 4 cm cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE" | |
| 4 - Lana mineral | 4 cm |
| 5 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón) | |
| 6 - Cámara de aire sin ventilar | 47.5 cm |
| 7 - Aglomerado de corcho expandido | 2.5 cm |
| 8 - Falso techo continuo de placas de 1.6 cm escayola | |
| 9 - Pintura plástica sobre paramento interior --- de yeso o escayola | |
| Espesor total: | 90.8 cm |

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.40 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.38 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 510.45 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 384.40 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.8(-1; -6) dB

Mejora del índice global de reducción acústica, debida al suelo flotante, DR: 6 dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 73.5 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $DL_{D,w}$: 33 dB

Forjado reticular - Suelo flotante con lana mineral, de 40 mm de espesor.	Superficie	total
Solado de baldosas cerámicas colocadas con adhesivo	6.37 m ²	

REVESTIMIENTO DEL SUELO

- **PAVIMENTO:** Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado, de 25x25 cm, capacidad de absorción de agua E<3%, grupo BIb, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L.
- **BASE DE PAVIMENTACIÓN:** Suelo flotante, compuesto de base autonivelante capa fina de pasta niveladora de suelos, de 2 mm de espesor, previa aplicación de imprimación de resinas sintéticas modificadas; **AISLAMIENTO:** aislamiento termoacústico, formado por panel rígido de lana mineral, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 m²K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor; **CAPA DE REGULARIZACIÓN:** base para pavimento de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE", de 40 mm de espesor.

ELEMENTO ESTRUCTURAL

- Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; formada por: forjado reticular con casetón perdido, horizontal, con 15% de zonas macizas, de canto 30 = 25+5 cm; nervios "in situ" de 10 cm, intereje 80 cm; bloque de hormigón, 70x23x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión; pilares.

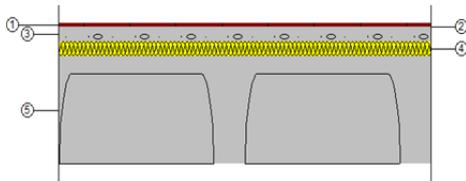


Ilustración 13 Compartimentación interior horizontal

Listado de capas:

- 1 - Solado de baldosas cerámicas de gres 1 cm esmaltado
- 2 - Mortero autonivelante de cemento 0.2 cm
- 3 - Base de mortero autonivelante de 4 cm cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE"
- 4 - Lana mineral 4 cm
- 5 - Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de 30 cm hormigón)

Espesor total: 39.2 cm

Limitación de demanda energética

U_c refrigeración: 0.65 W/(m²·K)

U_c calefacción: 0.60 W/(m²·K)

Protección frente al ruido

Masa superficial: 494.00 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 384.40 kg/m²

Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$: 56.8(-1; -6) dB

Mejora del índice global de reducción acústica, debida al suelo flotante, DR: 6 dB

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$: 73.5 dB

Reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, debida al suelo flotante, $DL_{D,w}$: 33 dB

4.3 Materiales

Cuadro resumen de los materiales empleado y sus características:

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Alicatado con baldosas cerámicas, colocadas con mortero de cemento	0.5	2300	1.3	0.0038	840	100000
Base de mortero autonivelante de cemento, Agilia Suelo C Base "LAFARGE"	4	1900	1.3	0.0308	1000	10
Corcho Expandido con resinas sintéticas 100 < d < 150	2	125	0.049	0.4082	1560	5
Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	3	750	0.3	0.1	1000	6
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	7	930	0.438	0.16	1000	10
Fábrica de ladrillo cerámico hueco	11	920	0.478	0.23	1000	10
Falso techo continuo de placas de escayola	1.6	825	0.25	0.064	1000	4
Film de polietileno	0.02	920	0.33	0.0006	2200	100000
Forjado reticular 25+5 cm (Casetón de hormigón)	30	1281.33	1.961	0.153	1000	10
Hormigón armado	60	2500	2.3	0.2609	1000	80
Hormigón de limpieza	10	2450	2	0.05	1000	80
Lana mineral	4	120	0.035	1.1429	1000	1
Lana mineral	4.5	40	0.036	1.25	1000	1
Mortero autonivelante de cemento	0.2	1900	1.3	0.0015	1000	10
Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.25	1800	1	0.0025	1000	10
Mortero base Weber.therm Base "WEBER CEMARKSA"	0.5	1800	1	0.005	1000	10
Mortero decorativo Weber.pral Clima "WEBER CEMARKSA"	0.3	1800	1	0.003	1000	10
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	3	40	0.041	0.7407	1000	1
Panel rígido de lana de roca Clima 34 "ISOVER"	6	150	0.034	1.7647	1030	1
Placa de yeso laminado	1.5	825	0.25	0.06	1000	4

Capas						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
Poliestireno extruido	4	38	0.034	1.1765	1000	100
Solado de baldosas cerámicas de gres esmaltado	1	2500	2.3	0.0043	1000	30
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	8	930	0.432	0.1852	1000	10
Teja de arcilla cocida	5	2000	1	0.05	800	30
Abreviaturas utilizadas						
e	<i>Espesor (cm)</i>		RT	<i>Resistencia térmica (m²·K/W)</i>		
ρ	<i>Densidad (kg/m³)</i>		Cp	<i>Calor específico (J/(kg·K))</i>		
λ	<i>Conductividad térmica (W/(m·K))</i>		μ	<i>Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (l)</i>		

Tabla 9 Materiales empleados y sus características

4.4 Limitación de la demanda energética

4.4.1 Ámbito de aplicación

Según la sección HE1 Limitación de la demanda energética del documento básico HE Ahorro de energía, por tratarse de un edificio de nueva construcción se le debe de aplicar dicha sección.

4.4.2 Caracterización y cuantificación de la exigencia

Caracterización de la exigencia

- La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto.
- En edificios de uso residencial privado, las características de los elementos de la envolvente térmica deben ser tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Se limitará igualmente la transferencia de calor entre unidades de distinto uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.
- Se deben limitar los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

Cuantificación de la exigencia

Para edificios de uso residencial privado de nueva construcción, las limitaciones de la demanda energética del edificio que se tiene son:

- La demanda energética de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde,

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en kW·h/m²·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la tabla;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m².

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Ilustración 14 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

Ya que nos encontramos en una Zona Climática D2, se tiene una $D_{cal,base}$ de 27 kW·h/m²·año y un $F_{cal,sup}$ de 2000.

- La demanda energética de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{ref, lim} = 15$ kW·h/m²·año para las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3, o el valor límite $D_{ref, lim} = 20$ kW·h/m²·año para la zona climática de verano 4.

Para edificios de uso residencial privado de nueva construcción, las limitaciones de compensación que se tiene son:

- La transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros, cubiertas y suelos, que formen parte de la envolvente térmica del edificio, no debe superar los valores establecidos en la figura. De esta comprobación se excluyen los puentes térmicos.

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno⁽¹⁾ [W/m²·K]</i>	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
<i>Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²·K]</i>	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
<i>Transmitancia térmica de huecos⁽²⁾ [W/m²·K]</i>	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
<i>Permeabilidad al aire de huecos⁽³⁾ [m³/h·m²]</i>	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Ilustración 15 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

- Las soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como invernaderos adosados, muros parietodinámicos, muros Trombe, etc., cuyas prestaciones o comportamiento térmico no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, pueden superar los límites establecidos en la figura anterior.
- La transmitancia térmica de medianerías y particiones interiores que delimiten las unidades de uso residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, no superará los valores de la siguiente figura.

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Particiones horizontales y verticales</i>	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Ilustración 16 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes y medianeras, U en W/m²·K

- Cuando las particiones interiores delimiten unidades de uso residencial entre sí no se superarán los valores de la tabla.

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
<i>Particiones horizontales</i>	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
<i>Particiones verticales</i>	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

Ilustración 17 Trasmittancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

Para la zona climática donde nos encontramos, D2, se tiene:

Trasmittancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno 0,6 W/m²·K

Trasmittancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire 0,4 W/m²·K

Trasmittancia térmica de huecos 2,70 W/m²·K

Permeabilidad al aire de huecos $\leq 27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$

Particiones horizontales y verticales cuando delimitan unidades de distinto uso:

$$\alpha = 1,35$$

$$U = 0,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Particiones horizontales cuando delimitan unidades del mismo uso:

$$\alpha = 1,90$$

$$U = 1,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Particiones verticales cuando delimitan unidades del mismo uso:

$$\alpha = 1,40$$

$$U = 1,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Cumpliendo estas exigencias para todos los muros indicados anteriormente.

- Limitación de condensaciones: Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

4.5 Método de cálculo

4.5.1 Cerramientos

El software de cálculo permite al usuario elegir los distintos tipos de cerramientos que limitan cada uno de los locales.

El cálculo de la carga sensible en W a través de cada uno de ellos se calculó mediante la expresión:

$$Q_{sens} = A \cdot \left(\sum_{j=0}^{\infty} T_{sa} \cdot (n-j) \cdot Y(j) + \sum_{j=0}^{\infty} T_i(n-j) \cdot Z(j) \right)$$

Ecuación 1

Para la estimación del cálculo de cargas se considera la temperatura interior constante ($T_i = \text{cte.}$)

La temperatura equivalente se estima mediante la siguiente expresión:

$$T_{equi} = \frac{\sum_{j=0}^{\infty} (T_{sa}(n-j) \cdot Y(j))}{K}$$

Ecuación 2

La T_{sa} a considerar dependerá del tipo de cerramiento estudiando, de su orientación y de sus propiedades rapiantes, así:

- Pared o techo al exterior:

$$T_{sa}(n) = T_{se}(n) + \alpha \cdot I_T \frac{(\eta, \gamma)}{hC_e}$$

Ecuación 3

- Pared, techo o suelo interior a local no acondicionado o local de otro edificio:

$$T_{sa} = \frac{T_{ext}(n) + T_i}{2}$$

Ecuación 4

- Pared, techo o suelo interior a local a otra temperatura:

$$T_{sa}(n) = T_{dato}$$

Ecuación 5

- Pared, techo o suelo interior a local a igual temperatura:

$$T_{sa}(n) = \frac{T_{ext} + T_i}{2}$$

Ecuación 6

El software cuenta con una base de datos de cerramientos que se puede utilizar para el cálculo de las cargas térmicas de los locales y además permite al usuario crear sus propios cerramientos introduciendo los datos manualmente, como en nuestro caso.

Una vez seleccionado o creado, éste queda asociado a la pared, techo o suelo que se haya seleccionado.

4.5.2 Huecos

La carga sensible debida a una superficie acristalada se puede descomponer en tres componentes principales:

- Carga por conducción/ convección:

$$Q_{sens.cond.} = A \cdot K \cdot (T_{se}(n) - T_{si})$$

Ecuación 7

- Carga por radiación y que de forma instantánea pasa al aire:

$$Q_{sens.cond.} = \eta v_i \cdot A \cdot \left[\frac{F_s}{100} \left(IT_{orient}(n) + Z_s(0) \frac{m_r}{100hc_i} IT_{orient} \right) + \frac{(1-F_s)}{100} \left(IT_s(n) + Z_s(0) \frac{m_r}{100hc_i} \cdot IT_s(n) \right) \right]$$

Ecuación 8

- Carga por radiación que es debida a la energía que ha sido almacenada anteriormente:

$$Q_{s'ram} = \eta v_i \cdot A \cdot \left[\frac{F_s}{100} \left(Z_{suelo}(j) \frac{m_r}{100hc_i} \right) + \frac{(1-F_s)}{100} \left(\sum_{j=1}^{\infty} Z_{suelo}(j) \frac{m_r}{100hc_i} \cdot IT_{sombra}(n-j) \right) \right]$$

Ecuación 9

Donde,

ηv_i es un factor de reducción debido a accesorios.

IT_{orient} es la radiación que atraviesa un vidrio simple (W/m^2).

F_s es la fracción soleada (%).

m_r Es el % de energía radiante que atraviesa el cristal y los accesorios.

$Z(j)$ es el coeficiente "j" del factor de respuesta Z del suelo.

K coeficiente global de transmisión de la superficie acristalada ($W/m^2 \cdot ^\circ C$).

A superficie acristalada (m^2)

4.6 Puentes térmicos

Encuentro de fachada con forjado intermedio		Longitud (m)	Y (W/(m·K))
	Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada	91.14	0.05
	Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada	12.74	0.31
	Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada	1.51	0.76

Tabla 10 Puentes térmicos encuentro de fachada con forjado intermedio

Encuentro de fachada con cubierta		Longitud (m)	Y (W/(m·K))
	Cubierta plana Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	31.22	0.50

Tabla 11 Puentes térmicos encuentro de fachada con cubierta

Encuentro entre fachadas		Longitud Y (m)	Y (W/(m·K))
	Esquina saliente Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	6.28	0.50
	Esquinas salientes (al exterior)	23.01	0.08
	Esquinas salientes (al exterior)	10.46	0.19
	Esquina entrante Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	8.37	0.50
	Esquinas entrantes (al interior)	16.74	-0.29
	Esquinas entrantes (al interior)	29.29	-0.08

Tabla 12 Puentes térmicos encuentro entre fachadas

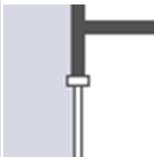
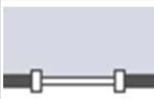
Encuentro de fachada con carpintería		Longitud (m)	Y (W/(m·K))
 <p>Alféizar</p>	<p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	19.86	0.50
 <p>Dintel/Capialzado</p>	<p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	19.86	0.50
 <p>Jambas</p>	<p>Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.</p>	33.20	0.50

Tabla 13 Puentes térmicos encuentro de fachada con carpintería

4.7 Factor de reducción

Es posible realizar el cálculo del factor de reducción b mediante las ecuaciones que se muestran a continuación:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

Ecuación 10

Dónde:

H_{iu} coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

H_{ue} coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

H_{iu} , H_{ue} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$\begin{aligned} H_{iu} &= L_{iu} + H_{V,iu} \\ H_{ue} &= L_{ue} + H_{V,ue} \end{aligned}$$

Ecuación 11

Siendo:

$$\begin{aligned} L_{iu} &= L_{Diu} + L_{siu} \\ L_{ue} &= L_{Due} + L_{sue} \end{aligned}$$

Ecuación 12

Dónde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k$$

Ecuación 13

Siendo:

A_i área del elemento 'i' del edificio (m^2)

U_i coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio

l_k longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

Ψ_k coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'

L_s coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario (W/K).

$$H_{V,iu} = \rho c \dot{V}_{iu}$$

$$H_{V,ue} = \rho c \dot{V}_{ue}$$

Ecuación 14

Dónde:

ρ densidad del aire (kg/m³)

c capacidad calorífica específica del aire (J/(kg·K))

ρc valor convencional para la capacidad calorífica del aire (1200 J/m³·K)

V_{ue} consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (m³/h)

V_{iu} consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (m³/h)

Siendo:

$$\dot{V}_{iu} = 0$$

$$\dot{V}_{ue} = V_u n_{ue}$$

Ecuación 15

Dónde:

V_u volumen de aire en el espacio no calefactado (m³)

n_{ue} tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (h⁻¹)

4.7.1 Resumen de recintos no calefactados

Recinto	Factor de reducción
Garaje	0.84
Entrada	0.93
Armario3	0.25
Armario4	0.23
Armario5	0.29
armario6	0.25
Hueco	0.64
Dispensa	0.69
Hueco escalera	0.29
Hueco escalera	0.35
Armario1	0.45
Armario2	0.26
Armario3	0.51

Tabla 14 Factor de reducción de los recintos no calefactados

4.7.2 Cálculo del factor de reducción 'b'

A continuación se van a adjuntar los resultados detallados del cálculo del factor de reducción, realizado por el programa Cype, para cada recinto no calefactado:

Recinto: garaje

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	85.93	0.40	34.78
		TOTAL	34.78

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **34.78**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	68.80	0.46	31.60
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	3.12	1.00	3.12
		TOTAL	34.72

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Losa de cimentación	101.76	0.24	24.67
		TOTAL	24.67

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + seguridad (laminar) "control glass acústico y solar", templ.lite parsol 6/12/6+6 low.s laminar	8.10	1.92	15.52
		TOTAL	15.52

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	6.28	0.08	0.51
Suelo en contacto con el terreno	38.25	0.50	19.13
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	36.60	0.05	1.97
		TOTAL	21.61

 Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

96.52

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$$H_{V,iu} \quad 0.00$$

+

$$L_{iu} \quad 34.78$$

=

$$\text{Pérdidas por transmisión y por renovación de aire } (H_{iu}) \text{ (W/K)} \quad 34.78$$

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$$H_{V,ue} (V_u = 265.40 \text{ m}^3; n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}) \quad 88.47$$

+

$$L_{ue} \quad 96.52$$

=

$$\text{Pérdidas por transmisión y por renovación de aire } (H_{ue}) \text{ (W/K)} \quad 184.99$$

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.84$$

Recinto: entrada
Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	4.31	0.40	1.75
		TOTAL	1.75

$$\text{Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado } (L_{iu}) \text{ (W/K)} \quad 1.75$$

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	11.52	0.46	5.29
TOTAL			5.29

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Losa de cimentación	9.58	0.24	2.32
TOTAL			2.32

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Puerta de entrada a la vivienda, acorazada	1.74	3.00	5.21
TOTAL			5.21

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Suelo en contacto con el terreno	6.34	0.50	3.17
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	6.11	0.05	0.33
TOTAL			3.67

 Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

16.50

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$	+	0.00
L_{iu}		1.75
	=	
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)		1.75

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 24.99 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$)	+	8.33
L_{ue}		16.50
	=	
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)		24.83

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.93$

Recinto: armario3

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
armario	3.62	1.50	5.42
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	0.90	0.30	0.27
TOTAL			5.69

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	0.51	0.40	0.20
TOTAL			0.20

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ · l (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	2.09	-0.29	-0.61
TOTAL			-0.61

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **5.28**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	1.10	0.46	0.51
TOTAL			0.51

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.19	0.40
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	1.05	0.05	0.06
		TOTAL	0.45

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 0.96

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 5.28

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 5.28

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 2.38 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$) 0.79

+

L_{ue} 0.96

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 1.75

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.25$$

Recinto: Armario4

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	1.35	0.30	0.40
armario	3.62	1.50	5.42
		TOTAL	5.82

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	0.27	0.40	0.11
		TOTAL	0.11

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	2.09	-0.29	-0.61
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	0.76	0.76	0.57
		TOTAL	-0.04

Coficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **5.89**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	1.10	0.46	0.51
		TOTAL	0.51

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.19	0.40
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	0.81	0.05	0.04
		TOTAL	0.44

 Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

0.95
Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})
 $H_{V,iu}$
0.00

+

 L_{iu}
5.89

=

 Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

5.89
Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})
 $H_{V,ue}$ ($V_u = 2.38 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00 \text{ h}^{-1}$)

0.79

+

 L_{ue}
0.95

=

 Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

1.74

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.23$$

Recinto: Armario5

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
armario	6.30	1.50	9.43
		TOTAL	9.43

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	2.90	0.40	1.17
		TOTAL	1.17

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **10.60**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	2.27	0.46	1.04
		TOTAL	1.04

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.19	0.40
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	2.07	0.05	0.11
		TOTAL	0.51

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.55

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 10.60

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 10.60

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 8.39 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$) 2.80

+

L_{ue} 1.55

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 4.35

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.29$$

Recinto: Armario6

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
armario	6.01	1.49	8.94
TOTAL			8.94

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	1.82	0.40	0.74
TOTAL			0.74

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **9.68**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	1.33	0.46	0.61
TOTAL			0.61

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente	2.09	0.50	1.05
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	1.17	0.05	0.06
		TOTAL	1.11

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

1.72

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$

0.00

+

L_{iu}

9.68

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

9.68

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 4.78 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00 \text{ h}^{-1}$)

1.59

+

L_{ue}

1.72

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

3.31

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.25$$

Recinto: Hueco

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	4.85	0.30	1.45
		TOTAL	1.45

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	0.82	0.40	0.33
		TOTAL	0.33

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **1.78**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	4.43	0.46	2.03
		TOTAL	2.03

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	3.63	0.05	0.20
		TOTAL	0.37

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

2.40

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$

0.00

+

L_{iu}

1.78

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

1.78

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 2.35 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$)

0.78

+

L_{ue}

2.40

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

3.18

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.64$$

Recinto: Despensa

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	6.26	0.30	1.86
Puerta de paso interior, de madera	1.67	2.03	3.39
		TOTAL	5.26

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	2.71	0.40	1.10
		TOTAL	1.10

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **6.36**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	14.37	0.46	6.59
		TOTAL	6.59

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	4.18	0.08	0.34
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	13.30	0.05	0.72
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	0.21	0.05	0.01
		TOTAL	1.07

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 7.66

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 6.36

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 6.36

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 18.97 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$) 6.32

+

L_{ue} 7.66

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 13.98

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.69$$

Recinto: hueco escalera

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	10.67	0.30	3.18
Puerta de paso interior, de madera	1.67	2.03	3.39
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	2.81	0.30	0.84
		TOTAL	7.41

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	4.18	-0.08	-0.33
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	2.43	0.31	0.75
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	3.94	0.31	1.21
		TOTAL	1.62

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **9.04**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) **0.00**

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})
 $H_{V,iu}$

+

 L_{iu}

=

 Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})
 $H_{V,ue}$ ($V_u = 11.28 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$)

+

 L_{ue}

=

 Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.29$$

Recinto: Huevo escalera

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	10.07	0.30	3.00
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	8.19	0.30	2.44
Puerta de paso interior, de madera	1.67	2.03	3.39
		TOTAL	8.84

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	8.37	-0.08	-0.67
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	2.43	0.31	0.75
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	3.94	0.31	1.21
		TOTAL	1.29

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **10.13**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
tejado (Forjado reticular)	4.46	0.33	1.46
		TOTAL	1.46

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 1.46

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 10.13

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 10.13

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 12.04 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$) 4.01

+

L_{ue} 1.46

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 5.47

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.35$

Recinto: Armario1

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	1.56	0.30	0.47
armario	8.07	1.49	12.01
		TOTAL	12.48

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	2.14	0.40	0.87
		TOTAL	0.87

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante	2.09	0.50	1.05
Frente de forjado (Frentes de forjado sin continuidad del aislamiento de fachada)	0.76	0.76	0.57
		TOTAL	1.62

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **14.97**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	9.88	0.46	4.53
		TOTAL	4.53

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
tejado (Forjado reticular)	2.93	0.33	0.96
		TOTAL	0.96

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ·l (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	4.49	0.05	0.24
Cubierta plana	4.72	0.50	2.36
Esquina saliente	2.09	0.50	1.05
		TOTAL	3.99

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 9.48

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 14.97

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 14.97

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$$H_{V,ue} (V_u = 7.63 \text{ m}^3; n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1})$$

2.54

+

$$L_{ue}$$

9.48

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

12.03

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.45$$

Recinto: Armario2

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	7.21	0.30	2.15
armario	6.95	1.49	10.34
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	1.77	0.30	0.53
		TOTAL	13.02

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado reticular	2.10	0.40	0.85
		TOTAL	0.85

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	2.09	-0.08	-0.17
Esquina entrante	2.09	0.50	1.05
TOTAL			0.88

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{ii}) (W/K) **14.75**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	1.55	0.46	0.71
TOTAL			0.71

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
tejado (Forjado reticular)	2.47	0.33	0.81
TOTAL			0.81

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina saliente	2.09	0.50	1.05
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	0.64	0.05	0.03
Cubierta plana	0.74	0.50	0.37
TOTAL			1.62

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 3.14

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0.00

+

L_{iu} 14.75

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 14.75

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 6.45 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$) 2.15

+

L_{ue} 3.14

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 5.29

Factor de reducción
$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.26$

Recinto: Armario3

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Tabique de una hoja con trasdosado en ambas caras	3.73	0.30	1.11
armario	8.95	1.50	13.40
		TOTAL	14.51

Puentes térmicos lineales entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	2.09	-0.08	-0.17
Esquina entrante (Esquinas entrantes (al interior))	4.18	-0.29	-1.22
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	4.18	0.19	0.79
		TOTAL	-0.60

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) **13.91**

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'	13.45	0.46	6.18
		TOTAL	6.18

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
tejado (Forjado reticular)	3.66	0.33	1.20
		TOTAL	1.20

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ·l (W/K)
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	4.18	0.08	0.34
Esquina saliente (Esquinas salientes (al exterior))	2.09	0.08	0.17
Frente de forjado (Frentes de forjado con continuidad del aislamiento de fachada)	6.42	0.05	0.35
Cubierta plana	6.43	0.50	3.22
		TOTAL	4.08

Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

11.45

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$

0.00

+

L_{iu}

13.91

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

13.91

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$$H_{V,ue} (V_u = 9.54 \text{ m}^3; n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1})$$

3.18

+

$$L_{ue}$$

11.45

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

14.63

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.51$$

5. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

5.1 Datos previos: Condiciones de diseño

En el siguiente punto se realizará el cálculo detallado de las cargas térmicas tanto de refrigeración como de calefacción para las distintas estancias de la vivienda unifamiliar.

Se mostrarán los resultados obtenidos mediante el programa de cálculo Cype.

En primer lugar y a modo introductorio y de resumen se muestran los datos previos, posteriormente se muestran los resultados detallados para cada estancia; y por último se expone un resumen de estos resultados para toda la vivienda.

5.1.1 Condiciones generales del proyecto

Descripción	Valor
Emplazamiento	Teruel
Latitud (grados)	40.35 grados
Altitud sobre el nivel del mar	915 m
Percentil para verano	5.0 %
Temperatura seca verano	29.00 °C
Temperatura húmeda verano	18.10 °C
Oscilación media diaria	17.3 °C
Oscilación media anual	39.7 °C
Percentil para invierno	97.5 %
Temperatura seca en invierno	-6.10 °C
Humedad relativa en invierno	90 %
Velocidad del viento	0 m/s
Temperatura del terreno	5.00 °C
Porcentaje de mayoración por la orientación N	20 %
Porcentaje de mayoración por la orientación S	0 %
Porcentaje de mayoración por la orientación E	10 %
Porcentaje de mayoración por la orientación O	10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción	5 %
Porcentaje de cargas debido a la propia instalación	3 %

Tabla 15 Condiciones generales del proyecto

5.1.2 Propiedades del aire

C _{pa} (kcal/kg°C)	0,24
Pa (kg/m ³)	1,205

5.1.3 Características de los cerramientos

Cerramientos /Huecos	(W/m ² ·K)	(kcal/h m ² °C)
Solera	0,24	0,2064
Muro fachada	0,46	0,3956
Muro fachada con azulejo	0,46	0,3956
Cubierta	0,32	0,2752
Puerta principal	3	2,58
Ventana corredera	1,92	1,6512
Ventana oscilante	1,85	1,591

Tabla 16 Características de los cerramientos

5.2 Exigencias técnicas

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.

- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

5.2.1 Exigencia de bienestar e higiene

En la siguiente tabla aparecen los límites que se deben cumplir cuando se tiene una zona ocupada, en nuestro caso una vivienda:

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

Tabla 17 Parámetros exigencia de bienestar e higiene

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto, según la característica que se le haya dado a cada estancia de la vivienda entre todas las posibles que tenía el programa:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

Tabla 18 Condiciones interiores de diseño

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS3 Calidad del aire interior del documento básico HS Salubridad que marca el Código Técnico de la Edificación.

5.2.2 Cálculo del caudal mínimo del aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

En la sección HS 3 Calidad del aire interior del documento básico HS salubridad que marca el código técnico de la edificación se proporciona una tabla para el cálculo de caudales de ventilación mínimos exigidos, para locales de las viviendas destinados a varios usos, el cual puede servir para un cálculo con un mayor detalle. La tabla se muestra a continuación:

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Ilustración 18 Caudales de ventilación mínimos exigidos por el documento HS salubridad

El número de ocupantes se considera igual,

- a) en cada dormitorio individual, a uno y, en cada dormitorio doble, a dos;
- b) en cada comedor y en cada sala de estar, a la suma de los contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda correspondiente.

A continuación, se muestran las tablas en las que se recogen primeramente la ventilación en m^3/h y $m^3/(h \cdot m^2)$, según la elección que se haya hecho para cada estancia y después se muestran los resultados del caudal de ventilación para cada planta y estancia de la vivienda:

Referencia	Caudales de ventilación		
	Por persona (m^3/h)	Por unidad de superficie ($m^3/(h \cdot m^2)$)	Por recinto (m^3/h)
Baño / Aseo		2,7	54
Cocina		7,2	
Dormitorio	18	2,7	
Pasillo / Distribuidor		2,7	
Salón / Comedor	10,8	2,7	

Tabla 19 Caudales de ventilación

Primera Planta

Local	Superficie útil (m^2)	Referencia	Ocupantes	Caudal por ocupantes (m^3/h)	Caudal por m^2 útil ($m^3/(h \cdot m^2)$)	Caudal en función de otros parámetros (m^3/h)	Caudal Estancia (m^3/h)
Sala1	19,4	Salón / Comedor	6	10.8	-	-	64,80
Sala2	7,5	Salón / Comedor	6	10.8	-	-	64,80
Baño1	4,3	Baño / Aseo	-	-	-	54	54
Comedor	35,8	Salón / Comedor	6	10.8	2.7	-	96,56
Cocina	24,3	Cocina	1	-	7.2	-	175,03
Total, Primera Planta							455,2

Tabla 20 Caudal mínimo de Ventilación Primera Planta

Segunda Planta

<i>Local</i>	<i>Superficie útil (m²)</i>	<i>Referencia</i>	<i>Ocupantes</i>	<i>Caudal por ocupantes (m³/h)</i>	<i>Caudal por m² útil (m³/(h·m²))</i>	<i>Caudal en función de otros parámetros (m³/h)</i>	<i>Caudal Estancia (m³/h)</i>
Habitación 1	19,3	Dormitorio	2	18	-	-	52,03
Habitación2	11,7	Dormitorio	2	18	-	-	36,00
Habitación3	8,1	Dormitorio	2	18	-	-	36,00
Habitación4	17	Dormitorio	2	18	-	-	45,92
Baño3	9,9	Baño / Aseo	-	-	-	54	54,00
Baño2	10,8	Baño / Aseo	-	-	-	54	54,00
Lavandería	5,6	Cocina	1	-	7,2	-	39,97
Vestidor	1,9	Dormitorio	2	18	-	-	36
Pasillo	10	Pasillo / Distribuidor	-	-	2,7	-	27,12
Total, Segunda Planta							381

Tabla 21 Caudal mínimo de Ventilación Segunda Planta
5.2.3 Recuperación del aire

Según la instrucción técnica I.T.1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado.

Como en ninguna de las plantas del edificio se supera el valor de 1800 m³/h no será necesaria la recuperación y recirculación del aire de ventilación en toda la vivienda.

5.3 Resultado cargas térmicas refrigeración

A continuación se van a adjuntar los cuadros detallados del cálculo de las cargas térmicas de refrigeración juntos con los cuadros resumen, realizado por el programa Cype, para cada estancia de la vivienda según la planta donde nos encontremos:

5.3.1 Primera planta

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
sala2 (Salón / Comedor)		Primera Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 21.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.1 °C					
Cargas de refrigeración (21 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	7.9	0.46	134	Intermedio	30.5			
Fachada	N	5.2	0.46	134	Intermedio	25.4	23.53	3.37	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	N	1.8	5.81	0.55	-4.9		-8.83		
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)		U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	4.7		1.50	3	22.9		-7.62		
Forjado	7.5		0.40	510	22.4		-4.81		
Forjado	7.4		0.38	510	23.9		-0.28		
Total estructural							5.35		
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)		C.sen/per (W)					
Sentado o en reposo	6	34.89		63.63		209.34	381.79		
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)		Coef. iluminación						
Incandescente	150.49		0.55				82.17		
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							209.34	482.77	
Cargas interiores totales							692.11		
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	14.64	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.71							Cargas internas totales	209.34	502.76
Potencia térmica interna total							712.10		
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
64.8									
Cargas de ventilación							4.11	-43.70	
Potencia térmica de ventilación total							-39.59		
Potencia térmica							213.45	459.06	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.5 m²							89.4 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 672.5 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
salón (Salón / Comedor) Primera Planta									
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 27.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 17.8 °C					
Cargas de refrigeración (17 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	N	9.7	0.46	134	Intermedio	23.1			
Fachada	NE	6.4	0.46	134	Intermedio	25.4		-3.92 4.07	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	N	1.8	5.81	0.55	33.0			60.09	
1	NE	1.8	5.81	0.55	52.7			95.89	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	13.4	0.30	93	22.6				-5.68	
Forjado	35.8	0.40	510	22.3				-24.85	
Forjado	25.3	0.38	510	24.5				4.73	
Hueco interior	1.7	2.03		25.7				5.86	
Total estructural							136.18		
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	6	34.89	32.94					104.67 197.64	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	715.27	0.62						442.04	
Instalaciones y otras cargas									
								178.82	
Cargas interiores							104.67	818.50	
Cargas interiores totales								923.17	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	28.64	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.90							Cargas internas totales	104.67	983.32
							Potencia térmica interna total	1087.99	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
96.6							-7.70	98.23	
Cargas de ventilación							-7.70	98.23	
Potencia térmica de ventilación total								90.52	
Potencia térmica							96.97	1081.55	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 35.8 m²							33.0 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1178.5 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
cocina (Cocina)		Primera Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 25.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.9 °C					
Cargas de refrigeración (13 hora solar) del día 22 de Septiembre							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	11.7	0.46	145	Intermedio	21.1		-15.51	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
2	S	3.6	5.81	0.55	241.3			878.49	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	12.2	0.30	116	21.0				-10.86	
Pared interior	7.8	1.49	14	24.5				6.29	
Forjado	24.0	0.40	510	21.7				-22.79	
Forjado	15.4	0.38	510	24.3				1.82	
Hueco interior	1.7	2.03		24.8				2.85	
Total estructural							840.28		
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o de pie	1	72.11	84.85						
							72.11	84.85	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	437.57	0.26						112.89	
							29.17	116.68	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							101.28	314.43	
Cargas interiores totales								415.71	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	34.64	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.92							Cargas internas totales	101.28	1189.35
Potencia térmica interna total								1290.63	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
175.0									
							-62.83	43.30	
Cargas de ventilación							-62.83	43.30	
Potencia térmica de ventilación total								-19.54	
Potencia térmica							38.44	1232.64	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 24.3 m²							52.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 1271.1 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Sala1 (Salón / Comedor)		Primera Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 21.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.1 °C					
Cargas de refrigeración (21 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	18.9	0.46	134	Intermedio	29.7			
Fachada	S	5.4	0.46	134	Intermedio	28.0	49.64		
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	28.4	9.96	1.15	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	S	1.8	5.81	0.55	9.7		17.70		
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	7.2	0.30	105	23.2			-1.60		
Pared interior	12.8	1.50	3	22.9			-20.89		
Forjado	18.7	0.40	510	22.4			-11.94		
Forjado	19.1	0.38	510	24.5			3.75		
Total estructural								47.76	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	6	34.89	63.63				209.34	381.79	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	388.43	0.55						212.08	
Instalaciones y otras cargas									
								48.55	
Cargas interiores							209.34	642.42	
Cargas interiores totales								851.76	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	20.71	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.77							Cargas internas totales	209.34	710.89
Potencia térmica interna total								920.23	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
64.8									
Cargas de ventilación							4.11	-43.70	
Potencia térmica de ventilación total								-39.59	
Potencia térmica							213.45	667.19	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.4 m²							45.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 880.6 W	

Conjunto: Primera Planta														
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica				
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)	
sala2	Primera Planta	5.33	482.77	692.11	502.74	712.08	64.80	-43.70	-39.59	89.37	459.04	575.01	672.49	
salón	Primera Planta	136.18	818.50	923.17	983.32	1087.99	96.56	98.23	90.52	32.95	1081.55	1164.71	1178.51	
cocina	Primera Planta	840.28	314.43	415.71	1189.35	1290.63	175.03	43.30	-19.54	52.29	1232.64	1174.65	1271.09	
Sala1	Primera Planta	47.76	642.42	851.76	710.89	920.23	64.80	-43.70	-39.59	45.34	667.19	837.10	880.64	
Total							401.2	Carga total simultánea				3751.5		

Tabla 22 Cargas térmicas refrigeración primera planta

5.3.2 Segunda planta

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
habitación1 (Dormitorio)		Segunda Planta								
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 25.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 16.9 °C					
Cargas de refrigeración (13 hora solar) del día 22 de Septiembre								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	O	19.0	0.46	145	Intermedio	17.4				
Fachada	S	5.1	0.46	145	Intermedio	21.1			-57.26 -6.75	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)					
1	S	1.8	5.81	0.55	241.3					439.25
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Tejado	19.3	0.31	677	Intermedio	19.6					-26.71
Cerramientos interiores										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Pared interior	9.9	0.30	105	21.0						-8.74
Forjado	19.1	0.40	510	24.3						2.32
Total estructural									342.10	
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)							
Sentado o en reposo	2	34.89	39.80							34.89 79.60
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	84.80	0.26								21.88
Instalaciones y otras cargas										
									28.91	
Cargas interiores								34.89	130.38	
Cargas interiores totales									165.27	
Cargas debidas a la propia instalación										
								3.0 %	14.17	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.93								Cargas internas totales	34.89	486.66
								Potencia térmica interna total	521.55	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
								52.0		
								-18.68	25.74	
Cargas de ventilación								-18.68	25.74	
Potencia térmica de ventilación total									7.06	
Potencia térmica								16.21	512.40	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.3 m²								27.4 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 528.6 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
habitación2 (Dormitorio)		Segunda Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 27.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 17.8 °C					
Cargas de refrigeración (17 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	N	6.3	0.46	145	Intermedio	22.9		-3.31	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	N	1.8	5.81	0.55	33.0			60.09	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Tejado	11.7	0.31	677	Intermedio	20.8			-11.84	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	9.3	0.30	105	22.5				-4.06	
Pared interior	10.4	1.49	14	26.0				30.35	
Forjado	5.3	0.40	510	24.5				1.03	
Total estructural								72.25	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	2	34.89	34.06				34.89	68.13	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	51.50	0.62						31.83	
Instalaciones y otras cargas									
								58.52	
Cargas interiores							34.89	158.47	
Cargas interiores totales								193.36	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	6.92	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.87							Cargas internas totales	34.89	237.64
							Potencia térmica interna total	272.53	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
36.0									
							-2.87	36.62	
Cargas de ventilación							-2.87	36.62	
Potencia térmica de ventilación total								33.75	
Potencia térmica							32.02	274.26	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 11.7 m²							26.2 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 306.3 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
habitación3 (Dormitorio)		Segunda Planta								
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 27.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 17.8 °C					
Cargas de refrigeración (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Fachada	N	4.6	0.46	145	Intermedio	22.9			-2.41	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)					
1	N	1.8	5.81	0.55	33.0				60.09	
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Tejado	8.1	0.31	677	Intermedio	20.8				-8.21	
Cerramientos interiores										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)						
Pared interior	9.0	1.49	14	26.0					26.12	
Forjado	7.9	0.40	510	24.5					1.53	
Total estructural								77.11		
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)							
Sentado o en reposo	2	34.89	34.06					34.89	68.13	
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	35.72	0.62							22.08	
Instalaciones y otras cargas										
									40.59	
Cargas interiores								34.89	130.80	
Cargas interiores totales									165.69	
Cargas debidas a la propia instalación										
								3.0 %	6.24	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.86								Cargas internas totales	34.89	214.14
								Potencia térmica interna total	249.03	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
								36.0		
								-2.87	36.62	
Cargas de ventilación								-2.87	36.62	
Potencia térmica de ventilación total									33.75	
Potencia térmica								32.02	250.76	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 8.1 m²								34.8 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 282.8 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
habitación4 (Dormitorio)		Segunda Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 25.7 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 16.9 °C					
Cargas de refrigeración (13 hora solar) del día 22 de Septiembre							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	9.4	0.46	145	Intermedio	21.1		-12.50	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	S	1.8	5.81	0.55	241.3			439.25	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Tejado	17.0	0.31	677	Intermedio	19.6			-23.58	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	3.1	0.30	105	21.0				-2.74	
Forjado	15.4	0.40	510	24.3				1.87	
Total estructural								402.30	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	2	34.89	39.80				34.89	79.60	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	74.83	0.26						19.31	
Instalaciones y otras cargas									
								25.51	
Cargas interiores							34.89	124.41	
Cargas interiores totales								159.30	
Cargas debidas a la propia instalación									
							3.0 %	15.80	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.94							Cargas internas totales	34.89	542.52
							Potencia térmica interna total	577.41	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
							45.9		
							-16.48	22.72	
Cargas de ventilación							-16.48	22.72	
Potencia térmica de ventilación total								6.23	
Potencia térmica							18.41	565.24	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 17.0 m²							34.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 583.6 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
lavanderia (Cocina)		Segunda Planta							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 18.6 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 15.2 °C					
Cargas de refrigeración (8 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	NE	2.0	0.46	145	Intermedio	18.7			
Puente térmico (Dintel)	NE	0.1	1.00	200	Intermedio	17.2		-4.82	
Puente térmico (Alféizar)	NE	0.1	1.00	200	Intermedio	17.2		-0.99	
								-0.99	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	NE	1.8	5.86	0.55	206.8			365.47	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Tejado	5.6	0.31	677	Intermedio	21.0			-5.25	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	1.7	0.30	105	21.8				-1.14	
Forjado	4.3	0.40	510	24.5				0.94	
Total estructural								353.23	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o de pie	1	72.11	75.18				72.11	75.18	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	99.93	0.27						26.48	
Instalaciones y otras cargas									
							6.66	26.65	
Cargas interiores							78.77	128.31	
Cargas interiores totales								207.08	
Cargas debidas a la propia instalación									
							3.0 %	14.45	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.86							Cargas internas totales	78.77	495.98
							Potencia térmica interna total	574.75	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
							40.0		
							7.16	-31.92	
Cargas de ventilación							7.16	-31.92	
Potencia térmica de ventilación total								-24.75	
Potencia térmica							85.93	464.07	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.6 m² 99.1 W/m²							POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 550.0 W		

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
pasillo (Pasillo / Distribuidor) Segunda Planta								
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 27.5 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 17.8 °C					
Cargas de refrigeración (17 hora solar) del día 1 de Julio						C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Tejado	10.0	0.31	677	Intermedi	20.8		-10.17	
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	13.3	0.30	93	22.6				
Forjado	7.6	0.40	510	24.5			-5.50	
Hueco interior	1.7	2.03		25.7			1.47	
							5.86	
Total estructural							-8.33	
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	44.20	0.62					27.31	
Cargas interiores							27.31	
Cargas interiores totales							27.31	
Cargas debidas a la propia instalación						3.0 %	0.57	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 1.00						Cargas internas totales	0.00	19.55
Potencia térmica interna total							19.55	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
						27.1		
Cargas de ventilación						-2.16	13.79	
Potencia térmica de ventilación total							11.63	
Potencia térmica						-2.16	33.35	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.0 m²			3.1 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			31.2 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Vestidor (Dormitorio) Segunda Planta								
Condiciones de proyecto								
Internas			Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 29.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 18.1 °C					
Cargas de refrigeración (15 hora solar) del día 1 de Julio						C. LATENTE (W)	C. SENSIBLE (W)	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m².K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Tejado	1.9	0.31	677	Intermedi	20.8		-1.95	
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m².K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	11.6	1.50	3	26.4			41.47	
Forjado	1.9	0.40	510	22.3			-1.36	
Total estructural							38.16	
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
Sentado o en reposo	2	34.89	36.76			34.89	73.52	
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	8.57	0.26					2.24	
Instalaciones y otras cargas								2.92
Cargas interiores						34.89	78.69	
Cargas interiores totales							113.58	
Cargas debidas a la propia instalación						3.0 %	3.51	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.78						Cargas internas totales	34.89	120.35
Potencia térmica interna total							155.24	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
36.0							-9.16	53.01
Cargas de ventilación						-9.16	53.01	
Potencia térmica de ventilación total							43.86	
Potencia térmica						25.73	173.36	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 1.9 m²		102.3 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		199.1 W		

Conjunto: Segunda Planta													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
habitación1	Segunda Planta	342.10	130.38	165.27	486.66	521.55	52.03	25.74	7.06	27.43	512.40	454.18	528.61
habitación2	Segunda Planta	72.28	158.47	193.36	237.68	272.57	36.00	36.62	33.75	26.17	274.30	260.68	306.31
habitación3	Segunda Planta	77.13	130.80	165.69	214.17	249.06	36.00	36.62	33.75	34.83	250.79	260.35	282.81
habitación4	Segunda Planta	402.30	124.41	159.30	542.52	577.41	45.92	22.72	6.23	34.32	565.24	484.33	583.64
lavanderia	Segunda Planta	353.23	128.31	207.08	495.98	574.75	39.97	-31.92	-24.75	99.07	464.07	326.42	550.00
pasillo	Segunda Planta	-8.33	27.31	27.31	19.55	19.55	27.12	13.79	11.63	3.10	33.35	17.82	31.19
Vestidor	Segunda Planta	38.16	78.69	113.58	120.35	155.24	36.00	53.01	43.86	102.28	173.36	198.32	199.10
Total							273.0	Carga total simultánea				2002.1	

Tabla 23 Cargas térmicas refrigeración segunda planta

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Primera Planta	34.0	3755.0
Segunda Planta	18.0	1945.5

Tabla 24 Cargas térmicas refrigeración

5.4 Resultado cargas térmicas calefacción

A continuación se van a adjuntar los cuadros resumen del cálculo de las cargas térmicas de calefacción realizado por el programa Cype, para cada estancia de la vivienda según la planta donde nos encontremos:

5.4.1 Primera Planta

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
sala2 (Salón / Comedor)		Primera Planta						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Fachada	O	7.9	0.46	134	Intermedio			
Fachada	N	5.2	0.46	134	Intermedio			
Puente térmico (Dintel)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	107.96		
Puente térmico (Jambas)	N	0.3	1.00	200	Intermedio	77.23		
Puente térmico (Alféizar)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	5.20		
							8.46	
							5.20	
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))					
1	N	1.8	5.81					
								344.13
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)					
Pared interior	4.7	1.50	3					94.81
Forjado	7.5	0.38	510					39.05
Forjado	7.4	0.40	510					40.82
Total estructural							722.85	
Cargas interiores totales								
Cargas debidas a la intermitencia de uso							5.0 %	36.14
Cargas internas totales							758.99	
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
							64.8	517.54
Potencia térmica de ventilación total							517.54	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 7.5 m²		169.6 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			1276.5 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
salón (Salón / Comedor)		Primera Planta				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	9.7	0.46	134	Intermedio	
Fachada	NE	6.4	0.46	134	Intermedio	
Puente térmico (Dintel)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	
Puente térmico (Jambas)	N	0.3	1.00	200	Intermedio	144.80
Puente térmico (Alféizar)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	92.25
Puente térmico (Dintel)	NE	0.2	1.00	200	Intermedio	5.20
Puente térmico (Jambas)	NE	0.3	1.00	200	Intermedio	8.46
Puente térmico (Alféizar)	NE	0.2	1.00	200	Intermedio	5.20
						4.99
						8.10
						4.99
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	N	1.8	5.81	344.13		
1	NE	1.8	5.81	329.79		
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	16.3	0.30	93	65.74		
Forjado	35.8	0.38	510	185.59		
Forjado	32.2	0.40	510	176.56		
Hueco interior	1.7	2.03		46.00		
Total estructural						1421.79
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 71.09
Cargas internas totales						1492.88
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
96.6						771.21
Potencia térmica de ventilación total						771.21
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 35.8 m²			63.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2264.1 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño1 (Baño / Aseo)		Primera Planta				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	N	3.2	0.46	134	Intermedio	
Puente térmico (Dintel)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	47.92
Puente térmico (Jambas)	N	0.1	1.00	200	Intermedio	5.27
Puente térmico (Alféizar)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	3.55
						5.27
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	N	1.3	6.28		275.50	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Forjado	4.3	0.38	510		22.08	
Forjado	3.7	0.40	510		20.52	
Total estructural						380.11
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso					5.0 %	19.01
Cargas internas totales						399.12
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						215.64
Potencia térmica de ventilación total						215.64
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 4.3 m²		144.5 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		614.8 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Conjunto de recintos					
cocina (Cocina)	Primera Planta					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	11.7	0.46	145	Intermedio	
Puente térmico (Dintel)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	145.61
Puente térmico (Jambas)	S	0.5	1.00	200	Intermedio	8.67
Puente térmico (Alféizar)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	14.09
						8.67
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
2	S	3.6	5.81			
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	12.2	0.30	116	49.17		
Pared interior	7.8	1.49	14	156.34		
Forjado	24.0	0.38	510	124.77		
Forjado	22.8	0.40	510	125.11		
Hueco interior	1.7	2.03		46.00		
Total estructural						1251.98
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 62.60
Cargas internas totales						1314.58
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
175.0						698.94
Potencia térmica de ventilación total						698.94
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 24.3 m²		82.8 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		2013.5 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Sala1 (Salón / Comedor)		Primera Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	O	18.9	0.46	134	Intermedio		
Fachada	S	5.4	0.46	134	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	259.04	
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	67.11	
Puente térmico (Alféizar)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	4.34	
						7.05	
						4.34	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	S	1.8	5.81				
							286.77
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	7.2	0.30	105				28.89
Pared interior	12.8	1.50	3				259.76
Forjado	18.7	0.38	510				96.86
Forjado	19.1	0.40	510				104.47
Total estructural						1118.62	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	
						55.93	
Cargas internas totales						1174.56	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
						64.8	
						517.54	
Potencia térmica de ventilación total						517.54	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.4 m²		87.1 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1692.1 W	

Conjunto: Primera Planta							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
sala2	Primera Planta	758.99	64.80	517.54	169.65	1276.54	1276.54
salón	Primera Planta	1492.88	96.56	771.21	63.31	2264.10	2264.10
baño1	Primera Planta	399.12	54.00	215.64	144.50	614.76	614.76
cocina	Primera Planta	1314.58	175.03	698.94	82.83	2013.52	2013.52
Sala1	Primera Planta	1174.56	64.80	517.54	87.13	1692.10	1692.10
Total			455.2	Carga total simultánea		7861.0	

Tabla 25 Cargas térmicas calefacción primera planta

5.4.2 Segunda Planta

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
habitación1 (Dormitorio)		Segunda Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %				Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	O	19.0	0.46	145	Intermedio		
Fachada	S	5.1	0.46	145	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	259.94	
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	63.36	
Puente térmico (Alféizar)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	4.34	
						7.05	
						4.34	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	S	1.8	5.81				
							286.77
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejado	19.3	0.33	677	Intermedio			
							170.77
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	9.9	0.30	105				
Forjado	19.1	0.38	510				
							40.00
							98.87
Total estructural							935.44
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	46.77
Cargas internas totales							982.21
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
52.0							415.58
Potencia térmica de ventilación total							415.58
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 19.3 m²		72.5 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1397.8 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
habitación2 (Dormitorio)		Segunda Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	N	6.3	0.46	145	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	94.25	
Puente térmico (Jambas)	N	0.3	1.00	200	Intermedio	5.20	
Puente térmico (Alféizar)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	8.46	
						5.20	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	N	1.8	5.81				
							344.13
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejado	11.7	0.33	677	Intermedio			
							103.70
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	9.3	0.30	105				
Pared interior	10.4	1.49	14				
Forjado	10.3	0.38	510				
							37.58
							210.08
							53.26
Total estructural						861.86	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	
						43.09	
Cargas internas totales						904.95	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
						36.0	
						287.52	
Potencia térmica de ventilación total						287.52	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 11.7 m²		101.9 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1192.5 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
habitación3 (Dormitorio)		Segunda Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	N	4.6	0.46	145	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	68.56	
Puente térmico (Jambas)	N	0.3	1.00	200	Intermedio	5.20	
Puente térmico (Alféizar)	N	0.2	1.00	200	Intermedio	8.46	
						5.20	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	N	1.8	5.81				
							344.13
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejado	8.1	0.33	677	Intermedio			
							71.94
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	9.0	1.49	14				
Forjado	7.9	0.38	510				
							180.80
							40.96
Total estructural						725.25	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	
						36.26	
Cargas internas totales						761.52	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
						36.0	
						287.52	
Potencia térmica de ventilación total						287.52	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 8.1 m²		129.2 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1049.0 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
habitación4 (Dormitorio)		Segunda Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	S	9.4	0.46	145	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	117.34	
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	1.00	200	Intermedio	4.34	
Puente térmico (Alféizar)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	7.05	
						4.34	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	S	1.8	5.81				
							286.77
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejado	17.0	0.33	677	Intermedio			
							150.71
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Pared interior	3.1	0.30	105				
Forjado	16.2	0.38	510				
							12.55
							83.85
Total estructural						666.94	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	
						33.35	
Cargas internas totales						700.29	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
45.9						366.75	
Potencia térmica de ventilación total						366.75	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 17.0 m²		62.7 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1067.0 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
baño3 (Baño / Aseo)		Segunda Planta					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %				
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)	
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Fachada	N	4.7	0.46	145	Intermedio		
Fachada	NE	9.2	0.46	145	Intermedio		
Puente térmico (Dintel)	NE	0.2	1.00	200	Intermedio	70.46	
Puente térmico (Jambas)	NE	0.2	1.00	200	Intermedio	131.54	
Puente térmico (Alféizar)	NE	0.2	1.00	200	Intermedio	5.30	
						5.61	
						5.30	
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))				
1	NE	1.3	6.28				
							264.02
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejado	9.9	0.33	677	Intermedio			
							88.07
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)				
Forjado	9.8	0.38	510				
							50.88
Total estructural						621.18	
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 %	
						31.06	
Cargas internas totales						652.24	
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
						54.0	
						215.64	
Potencia térmica de ventilación total						215.64	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 9.9 m²		87.3 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		867.9 W	

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto		Conjunto de recintos				
baño2 (Baño / Aseo)		Segunda Planta				
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	S	8.4	0.46	145	Intermedio	
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	104.00
Puente térmico (Jambas)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	4.61
Puente térmico (Alféizar)	S	0.2	1.00	200	Intermedio	4.88
						4.61
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	S	1.3	6.28			
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	10.8	0.33	677	Intermedio	95.94	
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	5.1	0.30	105	20.60		
Forjado	10.1	0.38	510	52.54		
Total estructural						516.76
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 25.84
Cargas internas totales						542.60
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
54.0						215.64
Potencia térmica de ventilación total						215.64
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.8 m²		70.0 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		758.2 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)						
Recinto	Conjunto de recintos					
lavanderia (Cocina)	Segunda Planta					
Condiciones de proyecto						
Internas			Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C			Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %			Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción						C. SENSIBLE (W)
Cerramientos exteriores						
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Fachada	NE	2.0	0.46	145	Intermedio	
Puente térmico (Dintel)	NE	0.1	1.00	200	Intermedio	28.05
Puente térmico (Jambas)	NE	0.1	1.00	200	Intermedio	4.55
Puente térmico (Alféizar)	NE	0.1	1.00	200	Intermedio	4.05
						4.55
Ventanas exteriores						
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))			
1	NE	1.8	5.86		322.64	
Cubiertas						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color		
Tejado	5.6	0.33	677	Intermedio		49.20
Cerramientos interiores						
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)			
Pared interior	1.7	0.30	105		6.87	
Forjado	5.2	0.38	510		26.75	
Total estructural						446.66
Cargas interiores totales						
Cargas debidas a la intermitencia de uso						5.0 % 22.33
Cargas internas totales						468.99
Ventilación						
Caudal de ventilación total (m³/h)						
40.0						159.63
Potencia térmica de ventilación total						159.63
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 5.6 m²		113.2 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL		628.6 W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)					
Recinto		Conjunto de recintos			
pasillo (Pasillo / Distribuidor) Segunda Planta					
Condiciones de proyecto					
Internas		Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = -6.1 °C			
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %			
Cargas térmicas de calefacción				C. SENSIBLE (W)	
Cubiertas					
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	
Tejado	10.0	0.33	677	Intermedio	89.03
Cerramientos interiores					
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)		
Pared interior	13.3	0.30	93		53.94
Forjado	9.6	0.38	510		49.98
Hueco interior	1.7	2.03			46.00
Total estructural					238.94
Cargas interiores totales					
Cargas debidas a la intermitencia de uso				5.0 %	11.95
Cargas internas totales					250.89
Ventilación					
Caudal de ventilación total (m³/h)					
27.1					108.30
Potencia térmica de ventilación total					108.30
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		35.8	POTENCIA TÉRMICA		359.2
10.0 m ²		W/m²	TOTAL :		W

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)				
Recinto	Conjunto de recintos			
Vestidor (Dormitorio) Segunda Planta				
Condiciones de proyecto				
Internas		Externas		
Temperatura interior = 21.0 °C		Temperatura exterior = -6.1 °C		
Humedad relativa interior = 50.0 %		Humedad relativa exterior = 90.0 %		
Cargas térmicas de calefacción				C. SENSIBLE (W)
Cubiertas				
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color
Tejado	1.9	0.33	677	Intermedio
				17.25
Cerramientos interiores				
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	
Pared interior	11.6	1.50	3	234.32
Forjado	1.9	0.38	510	10.11
Total estructural				261.68
Cargas interiores totales				
Cargas debidas a la intermitencia de uso				5.0 %
				13.08
Cargas internas totales				274.77
Ventilación				
Caudal de ventilación total (m³/h)				
36.0				287.52
Potencia térmica de ventilación total				287.52
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE		288.9	POTENCIA TÉRMICA	
1.9 m ²		W/m²	TOTAL :	
			562.3	
			W	

Conjunto: Segunda Planta							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m ³ /h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m ²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
habitación1	Segunda Planta	982.21	52.03	415.58	72.53	1397.79	1397.79
habitación2	Segunda Planta	904.95	36.00	287.52	101.89	1192.47	1192.47
habitación3	Segunda Planta	761.52	36.00	287.52	129.21	1049.04	1049.04
habitación4	Segunda Planta	700.29	45.92	366.75	62.74	1067.04	1067.04
baño3	Segunda Planta	652.24	54.00	215.64	87.33	867.88	867.88
baño2	Segunda Planta	542.60	54.00	215.64	70.03	758.24	758.24
lavandería	Segunda Planta	468.99	39.97	159.63	113.23	628.62	628.62
pasillo	Segunda Planta	250.89	27.12	108.30	35.76	359.20	359.20
Vestidor	Segunda Planta	274.77	36.00	287.52	288.86	562.29	562.29
Total			381.0	Carga total simultánea		7882.6	

Tabla 26 Cargas térmicas calefacción segunda planta

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie (W/m ²)	Potencia total (W)
Primera Planta	71.1	7861.0
Segunda Planta	73.1	7882.6

Tabla 27 Cargas térmicas calefacción

6 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE ACS SEGÚN CTE

Según el apartado HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del presente documento de HE Ahorro de energía, puede realizar el cálculo de la demanda de ACS.

Para valorar la demanda se tomarán los valores unitarios necesarios que aparecen en la siguiente tabla, teniendo la temperatura de demanda de referencia a 60 °C:

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	89	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Ilustración 19 Necesidades de ACS según CTE

En ella podemos encontrar la categoría de vivienda para lo que se tomara el dato de 28 l/día por persona.

Por tratarse de un uso residencial privado el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan en la siguiente tabla:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Ilustración 20 Valores mínimos de ocupación de cálculo

La vivienda cuenta con 4 dormitorios por lo que por lo que según la tabla el número mínimo de ocupación para la vivienda es de 5 personas.

Una vez aplicada la normativa se llega a la conclusión de que para toda la vivienda se tendrá una demanda de 140 l/día de ACS a 60 °C.

Una vez se tiene la demanda total de la vivienda se puede calcular la demanda energética que precisará nuestra instalación, a partir de la siguiente expresión:

$$D_{ACS} = D(T) \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{uso} - T_{AF})$$

Ecuación 16

Dónde:

D_{ACS} es la demanda de energía térmica para ACS (kW/día)

D(T) es consumo de ACS en cada mes (litros/día)

ρ = densidad del agua (1 Kg/litro)

C_p = calor específico del agua (0.00116 kWh/Kg°C)

T_{uso} = temperatura de uso (60 °C)

T_{AF} = temperatura del agua fría o lo que es lo mismo la temperatura de red (°C)

Mes	Demanda diaria (l/día)	Días/mes	Tª (°C)	Tª red(°C)	Demanda mensual (kWh)
Enero	140	31	60	6	271,86
Febrero	140	28	60	7	241,00
Marzo	140	31	60	8	261,79
Abril	140	30	60	10	243,60
Mayo	140	31	60	12	241,65
Junio	140	30	60	15	219,24
Julio	140	31	60	18	211,44
Agosto	140	31	60	17	216,48
Septiembre	140	30	60	15	219,24
Octubre	140	31	60	12	241,65
Noviembre	140	30	60	8	253,34
Diciembre	140	31	60	6	271,86

Tabla 28 Demanda mensual en kWh

Después de calcular la demanda energética para cada mes del año, vamos a realizar la demanda energética que tendríamos durante todo el año, para ello se va a seleccionar un valor medio de temperatura de red de 11,17°C y una demanda anual de 51.100 l/año.

Por lo tanto la demanda energética anual de toda la vivienda es de **2894,45 kWh**

6.3 Fracción solar mínima para ACS

Siguiendo las directrices del mismo apartado del documento básico HE Ahorro de energía, se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS.

En la siguiente tabla se puede seleccionar la contribución solar mínima según estos dos factores descritos:

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

Ilustración 21 Contribución sola mínima anual para ACS en %

Para una demanda de 140 l/día, y una zona climática III, necesitamos una contribución solar mínima del 40 %.

7 SELECCIÓN DE LOS CAPTADORES SOLARES

Para el correcto cálculo de la sección de los captadores se necesita los siguientes datos que se van a describir a continuación.

7.3 Zonas Climáticas

Dependiendo del factor que se desea calcular se tienen diferentes zonas climáticas. En nuestro caso la vivienda se ubica en una capital de provincia que es Teruel, la cual se encuentra en una zona climática **D2**, como ya se ha explicado al principio de este proyecto. Por otro lado nos encontramos en una zonificación climática en función de la radiación solar global media diaria anual tipo **III**.

7.4 Temperaturas

Se necesita saber la temperatura media del ambiente en cada mes así como la temperatura media del agua de la red cada mes.

A partir de la guía técnica de Condiciones climáticas exteriores de proyecto que proporciona el IDEA, obtenemos las siguientes temperaturas medias ambientes según el mes, las cuales se recogen en la siguiente tabla:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tª media amb. (°C)	5	6	8	10	13	18	22	21	19	13	8	5

Tabla 29 Temperatura ambiente media durante las horas de sol

En el apéndice B de la sección HE4 del Documento Básico HE Ahorro de energía, encontramos las temperaturas medias del agua de red según el mes para la provincia de Teruel, las cuales se recogen en la siguiente tabla:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tª agua de red(°C)	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6

Tabla 30 Temperatura mínima media del agua de red general

7.5 Radiación solar

Gracias a la base de datos del 'Langley Research Center Atmospheric Science Data Center' de la Nasa se puede obtener la irradiación que se tendrá en la provincia de Teruel, ya que es necesario para el cálculo conocer la energía que se puede captar, dependiendo de la ubicación en la que nos encontramos.

La energía mensual incidente en un metro² de superficie horizontal en la provincia de Teruel se recoge en la siguiente tabla:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Energía (MJ/m ²)	8,32	11,77	16,42	20,27	23,00	26,17	27,32	23,54	18,79	12,85	8,78	6,95

Tabla 31 Energía mensual incidente en un metro cuadrado de superficie horizontal

7.6 Inclinación óptima

En el anexo X del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura en Instalaciones de Energía Solar Térmica que proporciona el IDEA podemos encontrar los valores del factor de corrección k para superficies inclinadas dependiendo de la latitud de la ubicación que se pretende estudiar.

En dicho anexo encontramos la latitud de la provincia de Teruel la cual es de 40,4°. Ya que no se da ninguna tabla para exactamente este valor de latitud deberemos interpolar los valores del factor k de las tablas con latitud 40 ° y con latitud 41 ° para poder seguir haciendo un cálculo mucho más exacto.

El estudio de la inclinación óptima se va a realizar con las inclinaciones de 30°, 35°, 40°, 45°, 50° y 55° respectivamente, y los valores de factor k para una latitud de 40,4 ° se recogen en la siguiente tabla:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
K (30°)	1,344	1,264	1,174	1,074	1,010	0,984	1,014	1,090	1,204	1,344	1,434	1,414
K (35°)	1,374	1,284	1,174	1,064	0,984	0,954	0,984	1,074	1,214	1,374	1,478	1,458
K(40°)	1,394	1,294	1,168	1,044	0,954	0,924	0,954	1,054	1,214	1,394	1,508	1,488
K (45°)	1,408	1,294	1,154	1,018	0,918	0,884	0,918	1,034	1,204	1,398	1,532	1,508
K (50°)	1,414	1,288	1,134	0,984	0,874	0,834	0,874	0,998	1,184	1,398	1,548	1,528
K (55°)	1,408	1,274	1,108	0,944	0,824	0,784	0,828	0,958	1,158	1,392	1,552	1,528

Tabla 32 Coeficiente de corrección k para distintas inclinaciones

Por lo que, se puede realizar el cálculo de la energía incidente por cada m² de superficie la inclinación, realizando el producto entre la energía incidente por cada m² en superficie horizontal por el coeficiente de corrección k según la inclinación:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Radiación 30° (MJ/m²)	11,18	14,88	19,28	21,77	23,23	25,75	27,70	25,66	22,62	17,27	12,59	9,83
Radiación 35° (MJ/m²)	11,43	15,11	19,28	21,57	22,63	24,97	26,88	25,28	22,81	17,66	12,98	10,13
Radiación 40° (MJ/m²)	11,60	15,23	19,18	21,16	21,94	24,18	26,06	24,81	22,81	17,91	13,24	10,34
Radiación 45° (MJ/m²)	11,71	15,23	18,95	20,63	21,11	23,13	25,08	24,34	22,62	17,96	13,45	10,48
Radiación 50° (MJ/m²)	11,76	15,16	18,62	19,95	20,10	21,83	23,88	23,49	22,25	17,96	13,59	10,62
Radiación 55° (MJ/m²)	11,71	14,99	18,19	19,13	18,95	20,52	22,62	22,55	21,76	17,89	13,63	10,62

Tabla 33 Radiación según la inclinación

Basándonos en el CTE, en el apartado HE4, punto 2.2.3 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras, se considera como inclinación óptima dependiendo del periodo de utilización uno de los valores siguientes:

- a) Demanda constante anual: la latitud geográfica;
- b) Demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°;
- c) Demanda preferente en verano: la latitud geográfica - 10°;

Ya que el estudio se está realizando para todo el año deberíamos coger la inclinación más próxima a la latitud geográfica, por lo que cogeríamos el valor de inclinación de 40°. De todos modos coger este valor puede ser algo muy general y nada específico por lo que se va a realizar una gráfica a modo de estudio para comparar todas las inclinaciones entre sí y poder seleccionar la que permita tener mayor cantidad de energía:

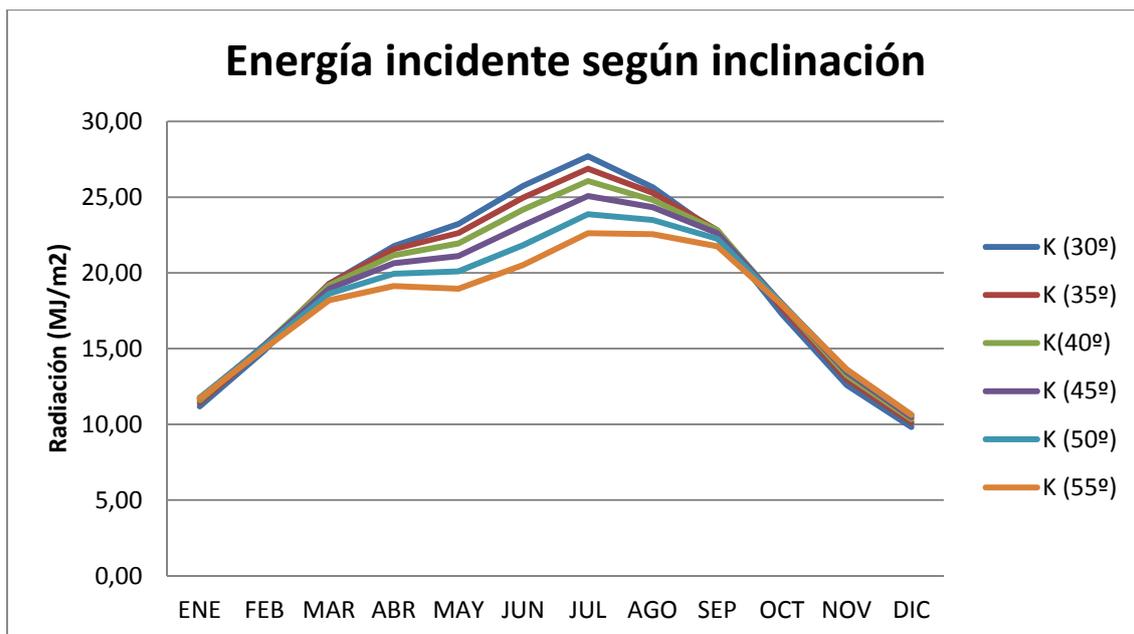


Gráfico 1 Energía incidente según inclinación

Por lo que se observa que la inclinación en la que se recibe más radiación es la de 30°, por lo que se elegirá este ángulo para llegar a tener mayor eficiencia en la instalación.

Por lo que una vez elegida la inclinación a continuación se va a mostrar la radiación que se tendría mensualmente y aproximarnos más:

Mes	Radiación diaria 30° (MJ/m²)	Radiación diaria 30° (kWh/m²)	Radiación mensual 30° (MJ/m²)	Energía Incidente mensual 30° (kWh/m²)
Enero	11,18	3,11	335,4	93,3
Febrero	14,88	4,13	446,4	123,9
Marzo	19,28	5,35	578,4	160,5
Abril	21,77	6,05	653,1	181,5
Mayo	23,23	6,45	696,9	193,5
Junio	25,75	7,15	772,5	214,5
Julio	27,70	7,70	831	231
Agosto	25,66	7,13	769,8	213,9
Septiembre	22,62	6,28	678,6	188,4
Octubre	17,27	4,80	518,1	144
Noviembre	12,59	3,50	377,7	105
Diciembre	9,83	2,73	294,9	81,9

Tabla 34 Radiación diaria, mensual y energía incidente mensual para 30°

Siendo el valor medio de radiación diaria de 19,31 para la unidad de MJ/ m² y de 5,36 para la unidad de kWh/m².

7.7 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

La captación solar nunca es total pues existen pérdidas y en este ámbito las hay de tres tipos.

El documento básico HE Ahorro de Energía las define de la siguiente manera:

Pérdidas por orientación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la orientación óptima

Pérdidas por inclinación: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la inclinación óptima.

Pérdidas por sombras: cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de la existencia de sombras sobre el mismo en algún momento del día.

En el apartado HE 5 se encuentra el punto 2.2.2 en el que se establece que las pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la siguiente tabla:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

Ilustración 22 Pérdidas límite

En el apéndice A de este mismo punto se explica que existe integración arquitectónica de captadores cuando la disposición de los captadores en la que estos se encuentran cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Por otro lado existe superposición de captadores cuando la disposición de los captadores en la que estos se colocan es paralela a la envolvente del edificio sin necesidad de cumplir la doble funcionalidad definida anteriormente, no considerándose admisible la colocación horizontal de los módulos con el fin de favorecer la autolimpieza de los captadores.

Para el cálculo de estas pérdidas se debe seguir el procedimiento descrito en el Anexo V del pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura en el que se explica como determinar los límites en la orientación e inclinación de los captadores de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles.

Siguiendo con la explicación que se da en dicho apartado en todos los casos se han de cumplir las tres condiciones citadas, en referencia de los valores de la tabla, respecto a los valores de energía obtenidos considerando la orientación e inclinación óptimas y sin sombras algunas. Para este cálculo y de forma más general se considera como orientación óptima el sur y como inclinación óptima la latitud del lugar menos 10° .

Ya que las pérdidas por este concepto se calcularán en función de la orientación e inclinación conozcamos en más profundidad estos dos conceptos:

- Ángulo de inclinación, β , definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal, como se observará en la siguiente figura. Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales.

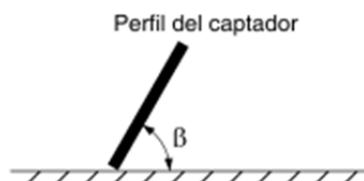


Ilustración 23 Ángulo β

- Ángulo de azimut, α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar, como se observa en el siguiente figura. Valores típicos son 0° para captadores orientados al Sur, -90° para captadores orientados al Este y $+90^\circ$ para captadores orientados al Oeste.

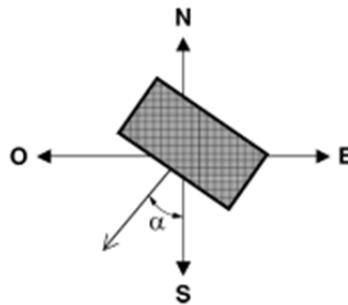


Ilustración 24 Ángulo α

Vemos que nuestro valor de latitud es de $40,4^\circ$, si le restamos 10° como se nos aconseja en la explicación nos quedaría una inclinación óptima de $30,4^\circ$. Observamos que este valor coincide con la inclinación óptima calculado en el apartado anterior.

Ahora bien para conocer nuestra orientación óptima nos hacemos servir de la herramienta PVGIS la cual nos calcula la orientación óptima para que nuestros captadores. El programa PVGIS sugiere que para una vivienda en la provincia de Teruel su orientación óptima sea de -1° . Siendo el sur perfecto 0° vemos que prácticamente tendría que estar orientada hacia allí.

En la siguiente imagen se puede observar el rendimiento que debería tener nuestro captador solar dependiendo de los ángulos de inclinación y azimut que se van a elegir:

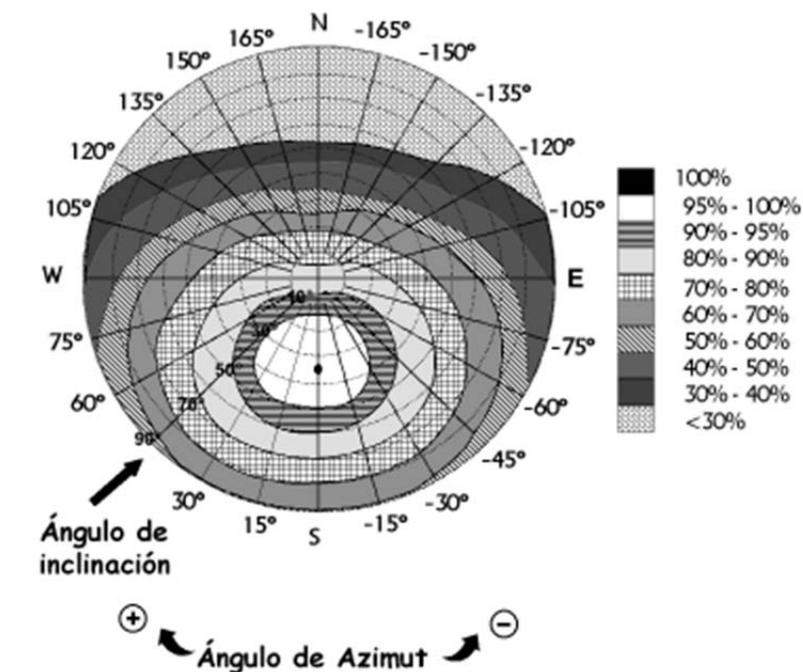


Ilustración 25 Orientación e inclinación de los módulos

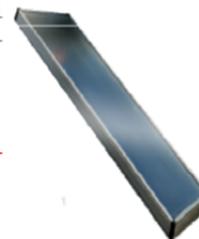
Por lo que según la figura anterior, con un ángulo de inclinación de 30° y un ángulo de azimut de -1°, en la intersección de los dos valores se observa que se tiene un rendimiento de entre 95% y el 100%, por lo que las pérdidas más desfavorables se encontrarán entre el 0% y el 5%, valores que cumplen con la normativa de la CTE para los tres casos, tanto para el caso general, el de superposición de captadores y el de integración arquitectónica de captadores y a la vez obteniendo los valores máximos de captación de energía en la instalación solar.

7.8 Captador solar plano

Para nuestra instalación se ha seleccionado el captador solar PA – E de la marca Chromagen el cual tiene las siguientes características:

Dimensiones y Pesos

Largo Total	2.190 mm	Peso en vacío	35 Kg
Ancho Total	1.090 mm	Capacidad del fluido	1,3 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,40 m ²	T° de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	2,17 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	2,14 m ²		



Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h-m2
Caida de presión (mm.c.a.)	1,85-q ² +7,32-qi (l/min)

Ilustración 26 Característica técnica del captador PA – E

Y presenta la siguiente curva de rendimiento:

Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 79,7\%$
 $k_1 = 3,689 \text{ W/m}^2\text{-K}$
 $k_2 = 0,012 \text{ W/m}^2\text{-K}^2$

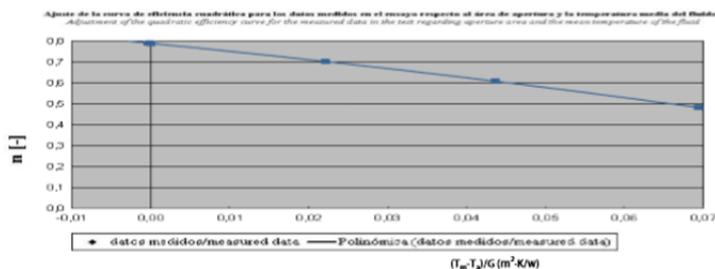


Ilustración 27 Curva de rendimiento del captador PA-E

8 CÁLCULO DE LA SUPERFÍCIE DE CAPTACIÓN SOLAR

8.3 Dimensionado

En este apartado se pretende dimensionar una superficie de captación adecuada para cumplir con las necesidades de ACS que se tienen.

En primer lugar en necesario la demanda en kWh:

Mes	Demanda de energía total mensual (kWh/mes)
Enero	271,86
Febrero	241,00
Marzo	261,79
Abril	243,60
Mayo	241,65
Junio	219,24
Julio	211,44
Agosto	216,48
Septiembre	219,24
Octubre	241,65
Noviembre	253,34
Diciembre	271,86
TOTAL	2893,15

Tabla 35 Demanda de energía total mensual

Para realizar un dimensionado inicial de la superficie de captación se debe realizar un cociente entre el total de la demanda de energía total mensual en kWh y el total del calor útil mensual en el punto de consumo en kWh/m². Este segundo valor se obtiene de tener en cuenta un 20% de pérdidas a causa de todos los elementos de la instalación y llegar hasta el punto de consumo en el valor de la energía de una superficie inclinada ya calculado. Por lo que se ha multiplicado por 0,8 el valor de la energía en una superficie inclinada y se ha obtenido el calor útil en el punto de consumo. Estos valores se recogen en la siguiente tabla:

Mes	Energía en una superficie inclinada 30° (kWh/m ² · mes)	Calor útil mensual en el punto de consumo (kWh/m ² · mes)
Enero	93,3	74,64
Febrero	123,9	99,12
Marzo	160,5	128,4
Abril	181,5	145,2
Mayo	193,5	154,8
Junio	214,5	171,6
Julio	231	184,8
Agosto	213,9	171,12
Septiembre	188,4	150,72
Octubre	144	115,2
Noviembre	105	84
Diciembre	81,9	65,52
TOTAL		1545,12

Tabla 36 Energía y calor útil mensual en una superficie inclinada a 30°

$$\text{Superficie de captación} = \frac{2893,15}{1545,12} \approx 1.87 \text{ m}^2$$

A continuación calcularemos el calor que pueden proporcionar los colectores y con ello obtendremos la fracción solar aportada.

Para obtener el calor aportado por los captadores se multiplica la superficie de captación por el calor útil mensual en el punto de consumo.

Para el cálculo de la fracción solar aportada simplemente hay que dividir entre sí el calor aportado por los captadores y la demanda de energía, expresando el resultado en porcentaje.

Todos estos valores se recogen en la siguiente tabla:

Mes	Demanda de energía total mensual (kWh/mes)	Calor útil mensual en el punto de consumo (kWh/m ² · mes)	Calor aportado por los captadores (kWh/mes)	Fracción solar aportada (%)
Enero	271,86	74,64	139,76	51,41
Febrero	241,00	99,12	185,60	77,01
Marzo	261,79	128,4	240,42	91,84
Abril	243,60	145,2	271,88	111,61
Mayo	241,65	154,8	289,85	119,95
Junio	219,24	171,6	321,31	146,56
Julio	211,44	184,8	346,03	163,65
Agosto	216,48	171,12	320,41	148,01
Septiembre	219,24	150,72	282,21	128,72
Octubre	241,65	115,2	215,71	89,26
Noviembre	253,34	84	157,29	62,08
Diciembre	271,86	65,52	122,68	45,13
TOTAL	2893,15	1545,12		

Tabla 37 Calor aportado por los captadores y fracción solar aportada

8.4 Protección contra sobrecalentamientos

En el punto 2.2.2 de la sección HE 4 del documento básico HE Ahorro de energía, el cual hace referencia a la protección contra sobrecalentamientos se cita que el dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

Como podemos observar sobrepasamos esta exigencia, por lo que tendremos que disminuir la superficie de captación.

En la siguiente tabla se puede observar el redimensionado de esta superficie hasta alcanzar la exigencia:

	Superficie 1.87		Superficie 1.5		Superficie 1,25	
Mes	Calor Cap. (kWh)	FS (%)	Calor Cap. (kWh)	FS (%)	Calor Cap. (kWh)	FS (%)
ENE	139,76	51,41	111,96	41,18	93,30	34,32
FEB	185,60	77,01	148,68	61,69	123,90	51,41
MAR	240,42	91,84	192,60	73,57	160,50	61,31
ABR	271,88	111,61	217,80	89,41	181,50	74,51
MAY	289,85	119,95	232,20	96,09	193,50	80,07
JUN	321,31	146,56	257,40	117,41	214,50	97,84
JUL	346,03	163,65	277,20	131,10	231,00	109,25
AGO	320,41	148,01	256,68	118,57	213,90	98,81
SEP	282,21	128,72	226,08	103,12	188,40	85,93
OCT	215,71	89,26	172,80	71,51	144,00	59,59
NOV	157,29	62,08	126,00	49,74	105,00	41,45
DIC	122,68	45,13	98,28	36,15	81,90	30,13

Tabla 38 Redimensionado de la superficie de captación para el cumplimiento de la normativa

Después de recalcular el dimensionado de la superficie de captación, para que nuestro campo solar cumpla con la exigencias del CTE, necesitamos tener una superficie de 1,25 m², la que nos proporcionará una cobertura anual media de 68'72%. Por lo que el número de colectores viene determinado por la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ Colectores} = \frac{\text{Superficie de captación (m}^2\text{)}}{\text{Área colector}}$$

Por lo que siendo la superficie de captación de 1,5 m² y la superficie de captación del colector 2.14 m², se tiene que le número de colectores a instalar será:

$$N^{\circ} \text{ Colectores} = \frac{1,25}{2.14} = 0.58 \approx 1 \text{ Colector}$$

En la siguiente gráfica se va a representar la demanda anual de la vivienda y el aporte energético que se va a tener por parte del capo solar si se instala un colector:

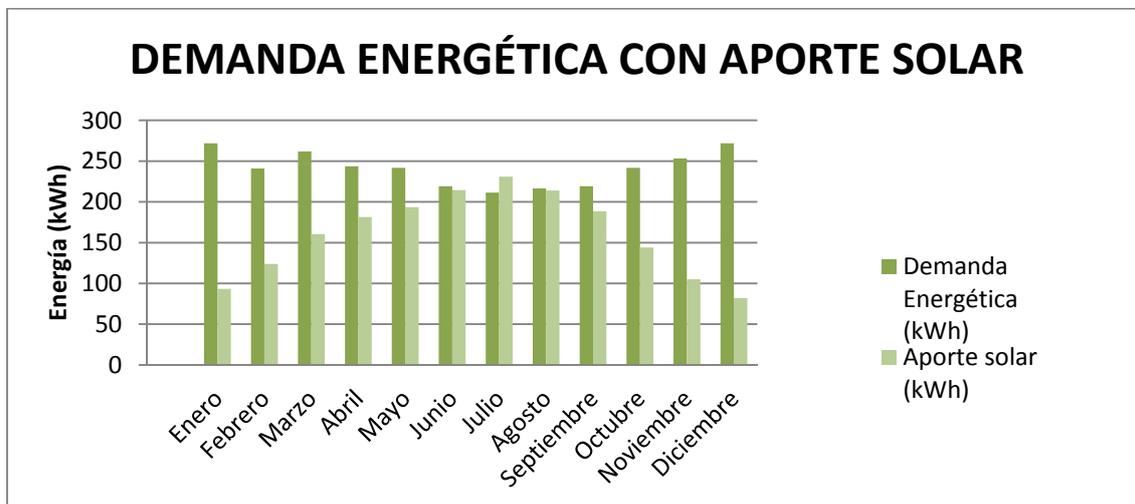


Gráfico 2 Comparativa entre la demanda energética anual y el aporte solar

8.5 Distancia entre colectores

Ya que solo se debe instalar un colector este punto no se precisa para el proyecto

9 CÁLCULO Y DIMENSIONADO DEL CIRCUITO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS.

9.1 Elección del sistema solar térmico para la producción de ACS

Las instalaciones solares para la producción de ACS se basan en un esquema bastante simple que se compone básicamente de un captador solar, el cual calentará un fluido que podrá ser agua, aire u otro fluido térmico. Este será el encargado de transportar la energía térmica hacia un punto donde se acumulará para usar cuando exista una demanda de agua caliente sanitaria.

En la mayoría de ocasiones la demanda de energía se produce en horas en las que la radiación no es suficiente para satisfacer esa demanda, por lo que para separar producción y demanda se utilizan acumuladores, que no son más que depósitos con gran inercia térmica.

Además para suplir la carencia de la radiación solar necesaria en determinados días o periodos del año, se debe instalar un sistema de apoyo como pueda ser una caldera convencional que permita el consumo de ACS a la temperatura deseada cuando no exista la radiación requerida. Los combustibles para esta caldera son los convencionales, como es la electricidad o los combustibles fósiles.

Existen números clasificaciones para una instalación solar, ya puede ser en función del sistema de circulación, del sistema de intercambio, la forma de acoplamiento, incluso en función de la energía auxiliar que se quiera elegir. En el caso que se describe en el presente proyecto y de acuerdo con los cálculos realizados anteriormente, se ha establecido como la opción más idónea: Sistema forzado de ACS con apoyo de caldera modulante e interacumulador de serpentín fijo.

El diseño elegido es un sistema de producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar con apoyo de caldera modulante. La instalación consta del campo de captadores solares, con sus estructuras correspondientes para poder darle la inclinación óptima calculada, el acumulador de agua caliente sanitaria con serpentín interno, bomba del circuito primario, sistema de llenado de la instalación con depósito, vaso de expansión con válvula de seguridad de escape conducida al depósito de llenado, disipador de calor y las sondas de temperatura correspondientes para un adecuado control de la instalación.

La energía captada por los captadores es transferida al depósito de acumulación por medio de un intercambiador interno para facilitar el intercambio energético entre el fluido del circuito solar y el agua de consumo.

El apoyo de la instalación solar se realiza mediante una caldera modulante colocada en serie con el interacumulador solar, de forma que esta sólo actúa si la temperatura proveniente del interacumulador es inferior a la consigna establecida, y es capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada a la caldera.

9.2 Características de los fluidos

- **Circuito primario**

Por el circuito primario es necesario hacer circular una mezcla de agua con un determinado porcentaje de anticongelante para evitar problemas debidos a las bajas temperaturas.

Según el instituto Nacional de Meteorología, la temperatura mínima absoluta registrada en Teruel es de -19°C , dato tomado el 26 de diciembre de 2001.

Para poder seleccionar el fluido caloportador adecuado, se debe de tener en cuenta la temperatura mínima absoluta de la provincia de Teruel. Según el instituto Nacional de Meteorología, la temperatura mínima absoluta registrada en Teruel es de -19°C , dato tomado el 26 de diciembre de 2001. Es necesario tener en cuenta este dato ya que no podemos tener solamente agua, sino que se le debe de añadir un porcentaje de glicol para evitar que a temperaturas inferiores a 0°C no se congele el fluido. Por lo que se considerará una temperatura de -22°C para tener un margen de seguridad.

El fluido elegido es de la casa Tyfocor y tiene las características que se muestran a continuación:

Tyfocor[®] L

Valores característicos del concentrado

Aspecto:	líquido transparente, incoloro	
Punto de ebullición	> 150°C	ASTM D 1120
Punto de solidificación	< -50°C	DIN ISO 3016
Densidad (20°C)	1.054 - 1.058 g/cm ³	DIN 51757
Viscosidad (20°C)	68 - 72 mm ² /s	DIN 51562
Índ. de refracción ($n_{\text{D}20}$)	1.435 - 1.437	DIN 51423
Valor pH (20°C) conc.	6.5 - 8.0	ASTM D 1287
Valor pH mezcla 1:2 con agua destilada	7.5 - 8.5	ASTM D 1287
Contenido de agua	max. 4 % w/w	DIN 51777
Punto de inflamación	> 100°C	DIN 51758
Reserva de alcalinidad	> 10-13 ml 0.1 n HCl	ASTM D 1121

Ilustración 28 Propiedades del fluido Tyfocor

Se ha elegido de la casa Tyfocor ya que el glicol que proporciona es un concentrado anticongelante y anticorrosivo de acción prolongada para instalaciones de calefacción y refrigeración/ circuitos de agua, instalaciones de elegía solar e instalaciones con bombas de calor. Aparte de un caloportador sin nitritos y una solución especial a base de glicol para las industrias alimentaria y de productos de consumos.

En la ficha técnica se nos adjunta una tabla, la cual se muestra a continuación que relaciona el volumen de Tyfocor que se debe de poner a la mezcla en función del punto de congelación, que para nosotros será la temperatura mínima absoluta de la provincia de Teruel con margen de seguridad que se ha mencionado anteriormente.

Vol.-% Tyfocor® L	Densidad à 20 °C [g/cm ³]	Índice de refrac- ción n20D	Punto. de con- gelación [°C]
25	1.023	1.3627	-10
30	1.029	1.3690	-14
35	1.033	1.3747	-17
40	1.037	1.3801	-21
45	1.042	1.3855	-26
50	1.045	1.3910	-32
55	1.048	1.3966	-40

Ilustración 29 Densidad, índice de refracción y punto de congelación de la mezcla con 45% en volumen de esta solución

Según la tabla anterior, el fluido adecuado para no tener problemas por congelación tendrá un 45% de Tyfocor L, lo que permitirá asegurar un funcionamiento correcto hasta los -26 °C.

Además el fabricante también proporciona una tabla en la que podemos determinar la densidad de la mezcla en función de las propiedades de esta y la temperatura de trabajo. Dicha tabla se muestra a continuación:

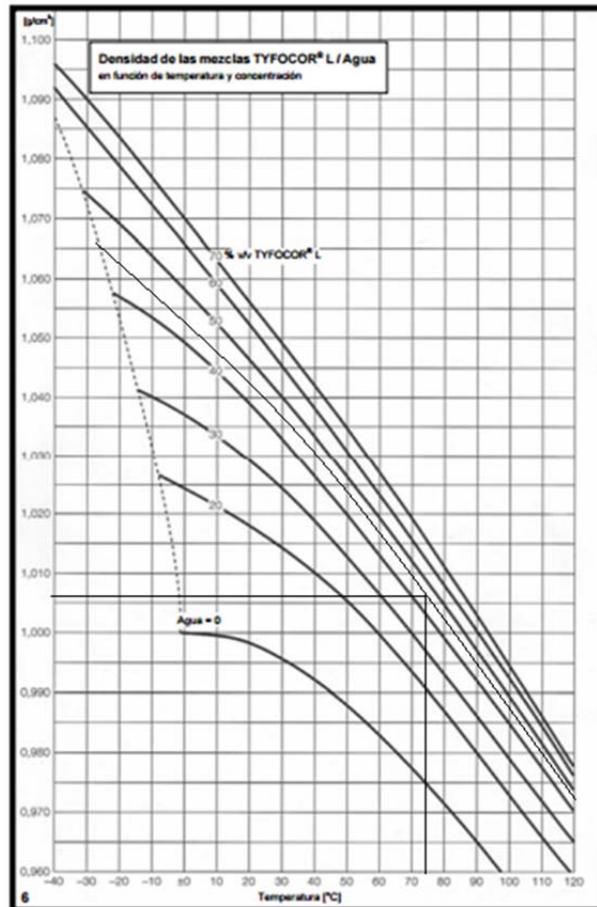


Ilustración 30 Densidad de la mezcla Tyfocor L y agua

Como el fluido circulará por el interior de los captadores solares, se entiende que va a trabajar a temperaturas bastantes elevadas, con lo que se ha supuesto para la selección de la densidad una temperatura media de trabajo de 75°C. Para esta temperatura y una concentración de 45% de Tyfocor L, se obtiene una densidad de 1,006 g/cm³

El valor del calor específico de la mezcla se calcula de forma similar al cálculo anterior a partir de una tabla, la cual se muestra a continuación:

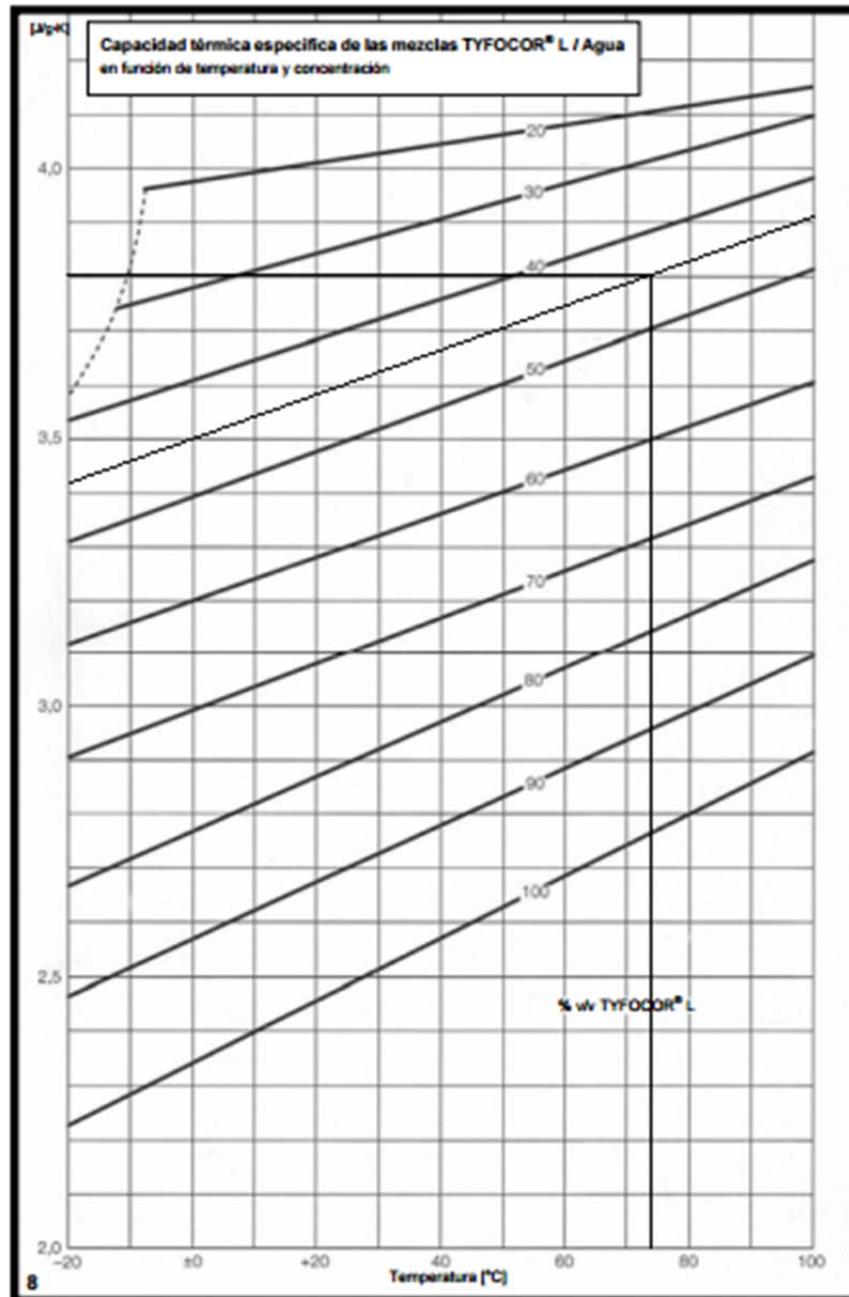


Ilustración 31 Capacidad térmica específica de la mezcla Tyfocor L y agua

Para una temperatura de trabajo de 75 °C y un porcentaje de Tyfocor L de 45 %, se obtiene un calor específico de la mezcla de 3,8 J/KgK.

De la misma manera que la dos anteriores podemos conocer el valor de la viscosidad de la mezcla, necesaria para calcular el valor del Reynolds:

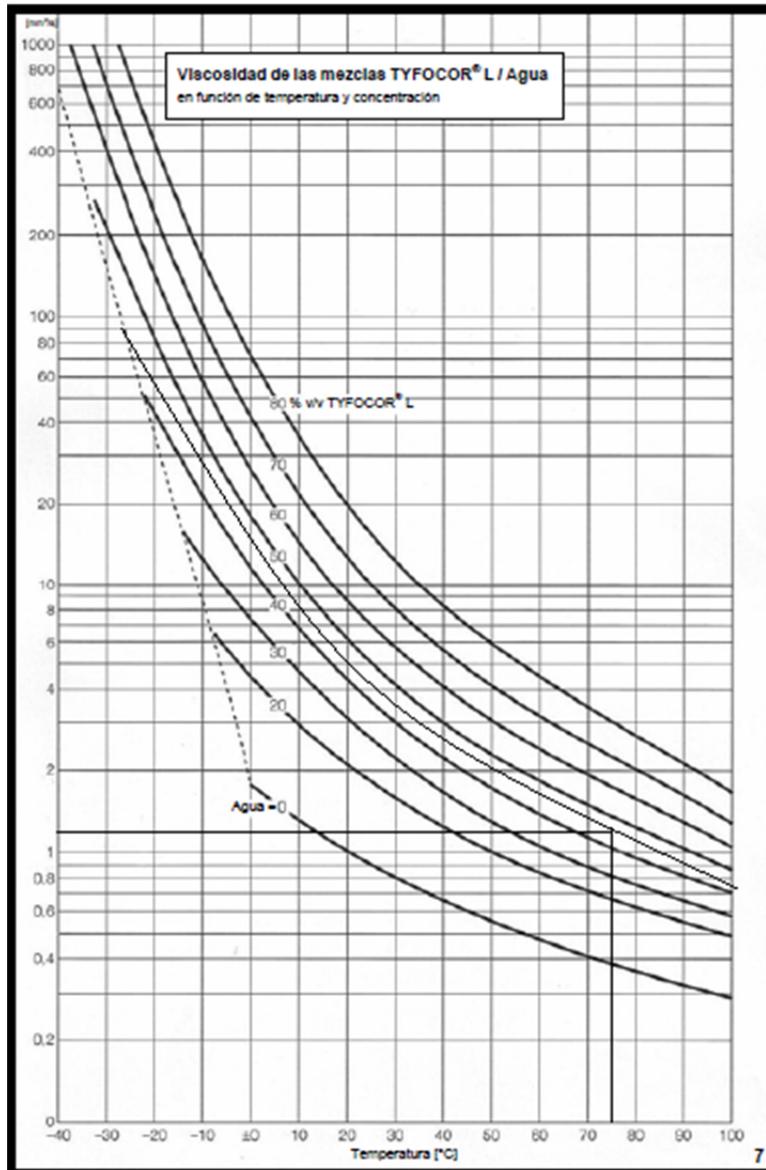


Ilustración 32 Viscosidad de la mezcla Tyfocor L y agua

Para una temperatura de trabajo de 75 °C y un porcentaje de Tyfocor L de 45 %, se obtiene una viscosidad cinemática de 1,25 mm²/s.

Con el dato de la densidad del fluido caloportador y de su viscosidad cinemática, se puede obtener la viscosidad dinámica de este mediante la expresión:

$$\mu = \nu \cdot \rho = 1,26 \frac{mPa}{s}$$

- **Circuito secundario, circuito de recirculación y circuito de apoyo**

Por el resto de circuitos de la instalación circulará, cuyas características se muestra a continuación:

Punto de ebullición (°C)	100
Densidad a 25°C (kg/dm ³)	0,9971
Viscosidad a 25°C (mm ² /s)	0,887
Presión de vapor a 25°C (bar)	0,1

Tabla 39 Propiedades del agua

9.3 Distribución y elección de componentes

La distribución del circuito está pensada de forma que, por el circuito primario circule la mezcla de agua y anticongelante en proporciones un 55% de agua y un 45% de anticongelante Tyfocor, la cual se calentará al pasar por las placas solares. La mezcla de fluido caloportador y agua ya caliente entra dentro del interacumulador, en el cual cederá el calor obtenido el agua de consumo para poder ser utilizada.

Podría ser que debido a factores externos como la climatología, el sistema de captación no pudiera asegurar que el agua del interacumulador se encontrara a 60°C, por lo que seguido de este debería entrar en funcionamiento una caldera de apoyo al sistema descrito.

Es muy importante saber que en los puntos de consumo el agua debe de estar sobre los 45-50°C, por lo que se deberá instalar una válvula mezcladora para disminuir la temperatura a esos valores.

Con todo esto, el objetivo de este proyecto es dimensionar correctamente la instalación que pueda asegurar una temperatura de 60°C en acumulador.

Por lo que a continuación se van a citar los elementos que componen este sistema, más los necesarios para completar la instalación y las características que deben de tener.

9.3.1 Captadores solares

Un captador solar térmico es un dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Todo lo referente con el cálculo de número de captadores necesarios, así como la inclinación óptima, las pérdidas por orientación y la distancia entre captadores se ha calculado en puntos anteriores del presente proyecto.

➤ Conexión de los captadores

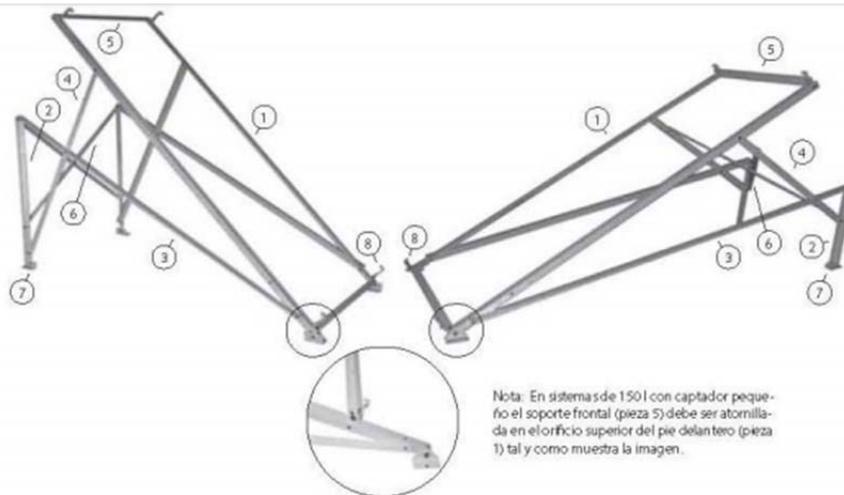
Ya que como se ha calculado anteriormente solo se debe instalar un colector, por lo que este punto no se precisa para el proyecto.

9.3.2 Estructura de soporte

Según el punto 3.3.2.3 Estructura soporte de la sección HE4 del documento básico HE Ahorro de energía:

- Se aplicará a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.
- El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.
- Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuados, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante.
- Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores.

Para sujetar nuestro captador se va a seleccionar un soporte que proporciona su mismo fabricante y es el siguiente:



ASIENTOS DEL EQUIPO 45°



ASIENTOS DEL EQUIPO 30°

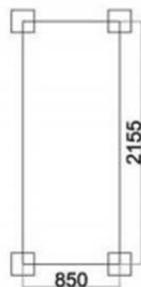


Ilustración 33 Estructura de soporte para el captador solar plano

Formada por perfiles de acero normalizado y zincados.

Componentes

Nº	Descripción	Cantidad	Inclinación 30°	Inclinación 45°
1	Pie delantero	2	2.190	2.200
2	Pie trasero	2	506	995
3	Unión lateral	2	2.190	2.030
4	Pie trasero diagonal	2	975	1.380
5	Soporte frontal	2	840	840
6	Unión diagonal	2	1.160	1.160
7	Ángulo de fijación	4	103 x 37 x 20	103 x 37 x 20
8	Tope de fijación	4	90 x 50 x 50	90 x 50 x 50

Ilustración 34 Características de la estructura de soporte del captador solar plano

9.3.3 Interacumulador

Se define Intercambiador de calor como el dispositivo en el que se produce la transferencia de energía del circuito primaria al secundario.

Así pues se define también Acumulador solar como el depósito en el que se acumula el agua calentada por energía solar.

En el apartado VII.3 del Anexo VII del pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura se dispone que cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmica entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín, o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Ya que la superficie de captación es relativamente pequeña se ha decidido que el intercambiador sea interno en el acumulador por lo que tendremos un interacumulador.

En el punto 3.3.4 del apartado HE4 del documento básico de ahorro de energía nos dice que para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0.15.

$$\frac{\textit{Superficie útil de intercambio}}{\textit{Superficie total de captación}} > 0.15$$

Teniendo una área total de captación de 2.14 m² la superficie útil de intercambio deberá ser mayor de 0,321 m²

Según el punto 2.2.5 Sistemas de acumulación solar y conexión de sistema de generación auxiliar de la sección HE 4 del Documento Básico HE Ahorro de energía, el sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Ya que teniendo en cuenta el captador que se ha seleccionado el fabricante recomienda el acumulador con capacidad de 200 l, acumulación acorde con la demanda que se tiene a lo largo del día de 140 l, se decide seleccionar este.

Para el caso de esta vivienda y con la elección del interacumulador de 200 l se cumple con el CTE:

$$A = 2,14 \text{ m}^2$$

$$V = 200 \text{ l. (Volumen comercial)}$$

$$50 < 200/2,14 < 180$$

$$50 < 93,46 < 180$$

Las características son las siguientes:

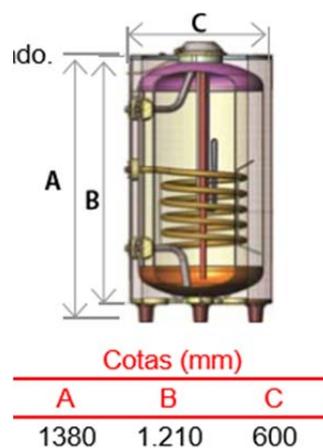


Ilustración 35 Interacumulador

Código	Capacidad (l)	Cotas (mm)							Peso (Kg)	Intercambiador	
		A	B	C	D	E	F	G		S (m ²)	V (l)
AVES01	150	1120	950	600	270	340	280	860	75	0,6	3,2
AVES05	200	1380	1210	600	270	440	285	860	93	0,6	3,2
AVES11	300	1540	1360	650	301	430	301	860	134	0,9	5



T máx uso	T límite	Primario		Secundario	
		P tmbre	P máx.	P tmbre	P máx.
60°C	120°C	10 bar	8 bar	14 bar	8 bar

Ilustración 36 Características y dimensiones del interacumulador

Podemos observar que para un acumulador de 200 litro de capacidad la superficie de intercambio es de 0,6 m², la cual es mayor a la calculada y cumpliríamos con la normativa.

9.3.4 Tuberías

Según el fabricante del colector elegido, el caudal recomendado que debe circular por el interior del panel es de 45 l/h·m², por lo que al tener un colector de 2.17 m², el caudal que debe circular por el será de:

$$\text{Caudal} = 45 \frac{\text{l}}{\text{h} \cdot \text{m}^2} \cdot 2,17\text{m}^2 = 96,3 \frac{\text{l}}{\text{h}} = 0,0963 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Ecuación 17

Al no tener más colectores, este será el caudal total que deberá circular por la red de tuberías del circuito primario.

En el punto VII.6 Tuberías del anexo VII del pliego de condiciones técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, se cita que el diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discorra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s.

El diámetro de una tubería se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$D(m) = \sqrt{\frac{Q(m^3) \cdot 4}{3600 \cdot v \left(\frac{m}{s}\right) \cdot \pi}}$$

Ecuación 18

Substituyendo el valor del caudal por 0,0963 m³/h y una velocidad de 2 m/s se obtiene un diámetro de 4,13 mm. Por lo que para cualquier diámetro superior al calculado, que escogieramos dentro de los normalizados cumpliríamos con la normativa de que la velocidad del fluido sea menor a 2 m/s. El programa de cálculo empleado realiza el cálculo del diámetro de la tubería de cobre que debe de tener la instalación el cual nos recomienda un diámetro exterior de entre 15 mm y un diámetro interior de 13 mm.

Según la norma UNE-EN 1057, en la cual se establece el diámetro exterior y espesor a partir del diámetro interior de tubos redondos de cobre sin soldadura para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción, podemos observar los siguientes diámetros normalizados:

Tabla A.1. Dimensiones normalizadas de los tubos de cobre según la Norma UNE-EN 1057

Espesor de pared nominal (mm)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Diámetro exterior nominal (mm)	Diámetro interior (mm)											
6		4,8		4,4		4						
8		6,8		6,4		6						
10		8,8	8,6	8,4		8						
12		10,8	10,6	10,4		10						
14				12,4		12						
15			13,6	13,4		13						
16						14						
18				16,4		16						
22					20,2	20	19,8	19,6	19			
28					26,2	26		25,6	25			
35						33		32,6	32			
40						38						
42						40		39,6	39			
54						52		51,6	51	50		

Ilustración 37 Dimensiones normalizadas de los tubos de cobre según la Norma UNE-EN 1057

Atendiendo las condiciones de la tabla y a las del programa de cálculo vemos que la recomendación entra dentro del cuadro de la normativa por lo que se va a seleccionar un diámetro exterior de 15 mm, con un diámetro interior de 13 mm y un espesor de 1 mm.

- **Cálculo de pérdidas continuas**

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

Ecuación 19

Dónde:

ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).

λ : Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: (R_e)

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$

Ecuación 20

Dónde:

R_e : Valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ : 1000 Kg/m³

v: Velocidad del fluido (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

μ : Viscosidad Dinámica

$Re < 2000$: Régimen laminar.

$2000 < Re < 4000$: Zona crítica o de transición.

$Re > 4000$: Régimen turbulento.

En caso de estar en flujo laminar, Poiseuille propuso que el factor de fricción es independiente de la rugosidad relativa, y su expresión es:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Ecuación 21

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de Re comprendido entre 3000 y 10^5 :

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

Ecuación 22

Tramos	L (m)	Q (m ³ /h)	Dint (mm)	v (m/s)	Re (-)	f (-)	Hc (mm.c.a).
Impulsión	12,11	0,0963	13	0,2	2095,95	0,03	58
Retorno	10,74	0,0963	13	0,2	2095,95	0,03	50
PÉRDIDAS DE CARGA CONTÍNUAS TOTALES (mm.c.a)							108

Tabla 40 Calculo pérdida continuas

En el punto VII.6 Tuberías del anexo VII del pliego de condiciones técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura también se dice que el dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.

Se observa, por tanto, que los resultados obtenidos cumplen con esta normativa.

- **Cálculo de pérdidas singulares**

Normalmente, las pérdidas de carga continuas son más importantes que las singulares, pudiendo éstas despreciarse cuando supongan menos del 5% de las totales, y en la práctica, cuando la longitud entre singularidades sea mayor de mil veces el diámetro interior de la tubería.

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico K.

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Ecuación 23

El coeficiente K es adimensional y depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería.

En la práctica y para cálculos rápidos que no precisen de gran exactitud, se suelen adoptar los siguientes valores aproximados de K:

Accesorios	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2	13
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6	160
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$)	24.0	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
"T" por la salida lateral	1.80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35	-

Ilustración 38 Valor de coeficiente K según el tipo de singularidad

Un método no completamente exacto pero válido a efectos de estimar las pérdidas de carga localizadas consiste en expresarlas en forma de longitud equivalente (L_e), es decir, valorar cuántos metros de tubería recta del mismo diámetro producen una pérdida de carga continua que equivale a la pérdida que se produce en el punto singular.

Por tanto, la longitud equivalente de una singularidad puede determinarse igualando las fórmulas para el cálculo de h_s y h_c :

$$\left. \begin{aligned} h_s &= K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \\ h_c &= f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \end{aligned} \right\} h_s = h_c$$

$$K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \rightarrow L = L_e = \frac{K \cdot D}{f}$$

Ecuación 24

La pérdida de carga total en una tubería de longitud L con i singularidades de longitud equivalente L_{ei} cada una de ellas, será la que produce una tubería del mismo diámetro pero con una longitud total $L_T = L + \sum L_{ei}$

Tramo	L (m)	Dint (mm)	v (m/s)	f (-)	Singularidades	K (-)	Le (m)	Hs (mm.c.a)
Impulsión	12,11	13	0,2	0,03	1 Válvula seguridad	2,5	1,08	5,1
					4 Válvulas de corte	0,8	0,35	1,65
					1 Válvula antirretorno	2	0,87	4,1
					5 codos de 90°	3,75	1,625	7,65
Retorno	10,74	13	0,2	0,03	1 Válvulas de corte	0,2	0,09	0,45
					5 codos de 90°	3,75	1,625	7,65
PÉRDIDAS DE CARGA SINGULARES TOTALES (mm.c.a)								26,6

Tabla 41 Cálculo pérdidas singulares

• **Pérdidas de carga totales**

En el cálculo de las pérdidas totales que deberá de ser capaz de superar la bomba se tienen en cuenta:

Pérdidas de carga continuas = 108 mm.c.a

Pérdidas singulares en el circuito =26,6 mm.c.a

$P_{\text{TOTALES}} = 108 + 26,6 = 134,6 \text{ mm.c.a}$

• **Selección de tuberías**

En el punto 3.4.5 del apartado 3 Cálculo y dimensionado de la sección HE 4 Contribución sola mínima de agua caliente sanitaria del CTE, se indica que en las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protecciones exteriores con pintura anticorrosiva.

Por tanto, se ha decidido utilizar tuberías de cobre, concretamente las del fabricante Wieland, en la gama de tubo de sobre sanitario SANCO. A continuación se muestra la tabla que proporciona el fabricante sobre el producto:

Tubo SANCO en barras

- Consistencia: **duro R290** y **semiduro R250**
- en longitudes de 5 m



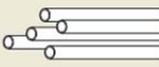
	Núm. de artículo	Forma de suministro Barras	Presión de servicio permitida* bar	Peso kg/m	Contenido de agua l/m	Longitud del tubo por litro m/l
6 x 1	431800100	•	229	0,140	0,013	79,58
8 x 1	431800200	•	163	0,196	0,028	35,37
10 x 1	433410100	•	127	0,252	0,050	19,89
12 x 1	433612100	•	104	0,308	0,079	12,73
14 x 1	433414100	•	88	0,363	0,113	8,84
15 x 1	433415100	•	82	0,391	0,133	7,53
15 x 1,5	431800700	•	127	0,566	0,113	8,84
18 x 1	433618100	•	67	0,475	0,201	4,97
18 x 1,5	431800900	•	104	0,692	0,177	5,66
22 x 1	433422100	•	54	0,587	0,314	3,18
22 x 1,5	431801100	•	84	0,860	0,284	3,53
28 x 1	433428100	•	42	0,755	0,531	1,88
28 x 1,5	431802100	•	65	1,111	0,491	2,04
35 x 1	433435100	•	34	0,951	0,855	1,17
35 x 1,5	431801500	•	51	1,410	0,804	1,24
42 x 1	433442100	•	28	1,146	1,257	0,80
42 x 1,5	431801700	•	42	1,700	1,195	0,84
54 x 1,2	433454120	•	26	1,772	2,091	0,48
54 x 1,5	433454150	•	33	2,202	2,043	0,49
54 x 2	431802000	•	44	2,910	1,963	0,51
64 x 2	431802100	•	37	3,467	2,827	0,35
76,1 x 2	431804100	•	31	4,144	4,083	0,24

Ilustración 39 Diámetros nominales de las barras de cobre de la casa Wieland

- **Aislamiento**

Según la instrucción técnica IT 1.2.4.2.1.1 del RITE, todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan:

- Fluidos refrigerados con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran;
- Fluidos con temperatura mayor que 40°C cuando estén instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

En el punto VII.9 del anexo VII del pliego de condiciones técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, se establece mediante una tabla los espesores mínimos de aislamiento, expresados en mm, de tuberías y accesorios situados al interior. Si estas se encuentran en el exterior, los valores de esta tabla se incrementarán en 10 mm como mínimo.

Dicha tabla es la siguiente:

Fluido interior caliente			
Diámetro exterior (mm) (*)	Temperatura del fluido (°C) (**)		
	40 a 60	61 a 100	101 a 180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

(*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar.

(**) Se escoge la temperatura máxima de red.

Ilustración 40 Condiciones de aislamiento según normativa

Siendo nuestro diámetro exterior menor de 35 mm y las temperaturas de trabajo no llegan a alcanzar los 100°C, el aislamiento que se tendría sería de 25 mm para tuberías de interior y como mínimo de 35 mm para tuberías de exterior.

Por tanto, para la parte del circuito primario que se encuentra en el exterior se ha decidido elegir tubos aislantes de 40 mm de espesor para tener margen de seguridad. Mientras que para la parte que se encuentra en el interior se ha decidido elegir tubos aislantes de 30 mm de espesor y así también tener margen de seguridad.

Los tubos aislantes seleccionados son un aislamiento de coquilla de lana de roca con aluminio de la marca K-FLEX, más concretamente la gama K-ROCK que podemos encontrar en el catálogo de Salvador Escoda y tiene las siguientes características:

03 COQUILLA LANA DE ROCA CON ALUMINIO



- Coquilla concéntrica de Lana Mineral protegida con un recubrimiento exterior de aluminio reforzado.
- Conductividad térmica: 0,033 W/mK a 10°C.
- Temperatura límite de uso: 500°C. (la cara de aluminio se puede exponer a temperaturas máximas de 80°C).
- Comportamiento al fuego: EUROCLASE A2L-s1, d0 (diámetro interior ≤300 mm) EUROCLASE A2-s1, d0 (diámetro interior >300 mm)
- Reacción al fuego: M0 – no inflamable.
- Longitud: 1,20 mts.
- Coquilla abierta longitudinalmente para facilitar el montaje.



Código	Artículo	DN (mm)	€
COQUILLA LANA DE ROCA REVESTIDA DE ALUMINIO «K-ROCK HPS 035 ALUR»			
AI 03 201	Metro coquilla revestida 1/2"x20 (43,2)	22	3,10
AI 03 202	Metro coquilla revestida 3/4"x20 (36)	28	3,38
AI 03 203	Metro coquilla revestida 1"x20 (30)	35	3,70
AI 03 204	Metro coquilla revestida 1-1/4"x20 (21,60)	42	4,11
AI 03 205	Metro coquilla revestida 1-1/2"x20 (19,20)	48	4,37
AI 03 206	Metro coquilla revestida 2"x20 (14,40)	60	4,96
AI 03 207	Metro coquilla revestida 2-1/2"x20 (10,80)	76	6,09
AI 03 208	Metro coquilla revestida 3"x20 (10,80)	89	7,75
AI 03 209	Metro coquilla revestida 4"x20 (6)	114	10,13
AI 03 221	Metro coquilla revestida 1/2"x30 (24)	22	5,13
AI 03 222	Metro coquilla revestida 3/4"x30 (24)	28	5,51
AI 03 223	Metro coquilla revestida 1"x30 (19,20)	35	5,88
AI 03 224	Metro coquilla revestida 1-1/4"x30 (14,40)	42	6,41
AI 03 225	Metro coquilla revestida 1-1/2"x30 (12)	48	6,77
AI 03 226	Metro coquilla revestida 2"x30 (9,60)	60	7,98
AI 03 227	Metro coquilla revestida 2-1/2"x30 (8,40)	76	9,24
AI 03 228	Metro coquilla revestida 3"x30 (7,20)	89	11,33
AI 03 229	Metro coquilla revestida 4"x30 (4,80)	114	14,50
AI 03 230	Metro coquilla revestida 5"x30 (1,20)	140	16,43
AI 03 231	Metro coquilla revestida 6"x30 (1,20)	168	18,91
AI 03 232	Metro coquilla revestida 8"x30 (1,20)	219	24,63
AI 03 251	Metro coquilla revestida 1/2"x40 (15,60)	22	7,00
AI 03 252	Metro coquilla revestida 3/4"x40 (14,40)	28	7,28
AI 03 253	Metro coquilla revestida 1"x40 (10,80)	35	7,69
AI 03 254	Metro coquilla revestida 1-1/4"x40 (10,80)	42	9,01
AI 03 255	Metro coquilla revestida 1-1/2"x40 (10,80)	48	9,77
AI 03 256	Metro coquilla revestida 2"x40 (7,20)	60	10,65
AI 03 257	Metro coquilla revestida 2-1/2"x40 (4,80)	76	12,76
AI 03 258	Metro coquilla revestida 3"x40 (4,80)	89	13,74
AI 03 259	Metro coquilla revestida 4"x40 (4,80)	114	15,98
AI 03 260	Metro coquilla revestida 5"x40 (1,20)	140	18,69
AI 03 261	Metro coquilla revestida 6"x40 (1,20)	168	22,12
AI 03 262	Metro coquilla revestida 8"x40 (1,20)	219	28,25
AI 03 281	Metro coquilla revestida 1/2"x50 (10,80)	22	9,57
AI 03 282	Metro coquilla revestida 3/4"x50 (10,80)	28	10,06
AI 03 283	Metro coquilla revestida 1"x50 (9,60)	35	10,55
AI 03 284	Metro coquilla revestida 1-1/4"x50 (7,20)	42	11,22
AI 03 285	Metro coquilla revestida 1-1/2"x50 (7,20)	48	11,70
AI 03 286	Metro coquilla revestida 2"x50 (6)	60	13,25
AI 03 287	Metro coquilla revestida 2-1/2"x50 (4,80)	76	14,52

Ilustración 41 Aislamiento para tuberías, catálogo Salvador Escoda

9.3.5 Grupo Hidráulico

En el pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura se establece que si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

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

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

La potencia eléctrica parásita para la bomba no debería exceder los valores dados en la siguiente tabla:

<i>Sistema</i>	<i>Potencia eléctrica de la bomba</i>
Sistemas pequeños	50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores
Sistemas grandes	1 % de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores

Ilustración 42 Potencia eléctrica de la bomba marcada por la normativa

Por todo esto la bomba que se ha seleccionada viene recomendada por el fabricante escogido para el interacumulador y el captador, y es de su misma marca y tiene las siguientes características:

Bomba Circuladora

Bomba solar de alta eficiencia y gran versatilidad

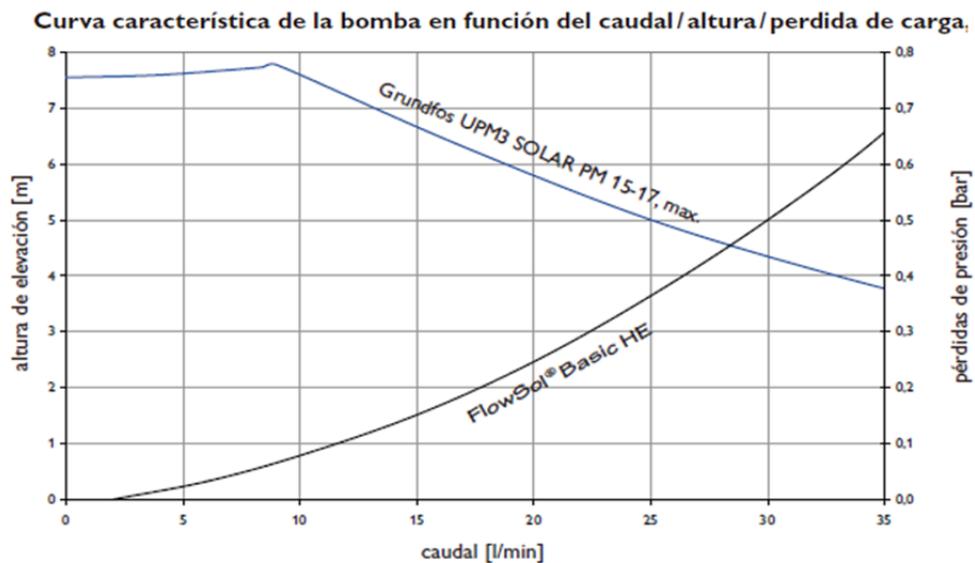


Ilustración 43 Gráfico con la curva característica de la bomba circuladora de la instalación

9.3.6 Vaso de expansión

En las instalaciones de energía solar térmica, para permitir la dilatación del fluido caloportador del circuito primario se debe colocar un vaso de expansión de capacidad suficiente. Dicho vaso puede ser un depósito abierto colocado en el punto más elevado del circuito, no obstante, se utiliza más frecuentemente un depósito cerrado, formado por dos partes separadas por una membrana elástica. En una de estas partes se introduce gas a presión y en la otra quedará un espacio libre que será el que ocupará el fluido. La capacidad del vaso de expansión está en función de la capacidad total del circuito, la temperatura del agua y de la presión a la que se trabaja. Las instalaciones de energía solar térmica tienden a realizarse en circuito cerrado, utilizando, por tanto, depósitos de expansión cerrados, que presentan ciertas ventajas respecto a los abiertos. Pueden ubicarse en cualquier lugar de la instalación, no absorben oxígeno del aire, por tanto, no aumentan la corrosión y eliminan las pérdidas de líquido caloportador de calor por evaporación.

Para calcular el volumen necesario se ha utilizado la siguiente fórmula:

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

Ecuación 25

Siendo:

V_T : Volumen útil necesario (l)

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

C_e : Coeficiente de expansión del fluido

C_p : Coeficiente de presión

$$V = V_{\text{captador}} + V_{\text{tuberías}} + V_{\text{Intercambiador}}$$

$$V_{\text{captador}} = 1.3 \text{ l (dato fabricante)}$$

$$V_{\text{tuberías}} = L \cdot S$$

$$L = L_{\text{imp}} + L_{\text{ret}} = 12,11 + 10,74 = 22,85$$

$$V_{\text{tuberías}} = 22,85 \cdot \pi \cdot (0,013)^2 = 0,01213 \text{ m}^3 = 12,13 \text{ l}$$

$$V_{\text{Intercambiador}} = 3,2 \text{ l (dato fabricante)}$$

$$V = 1,3 + 12,13 + 3,2 = 16,63 \text{ l}$$

$$C_p = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}} = \frac{6}{6 - 1} = 1.2$$

$$c_e = f_c \cdot (-95 + 1,2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

donde:

f_c : Factor de correlación debido al porcentaje del fluido caloportador

t : Temperatura máxima en el circuito.

El factor ' f_c ' se calcula mediante la siguiente expresión:

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

donde:

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 33.87$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.6$$

G: Porcentaje de fluido caloportador (45%).

$$f_c = 1,14$$

$$c_e = 0,08$$

$$V_T = 16,63 \cdot 0,08 \cdot 1,2 = 1,66 \text{ l}$$

El vaso de expansión elegido viene determinado de entre los que ofrece el fabricante salvador escoda en su catálogo, seleccionado el de la marca thermowave, que son vasos de expansión especiales para ACS.

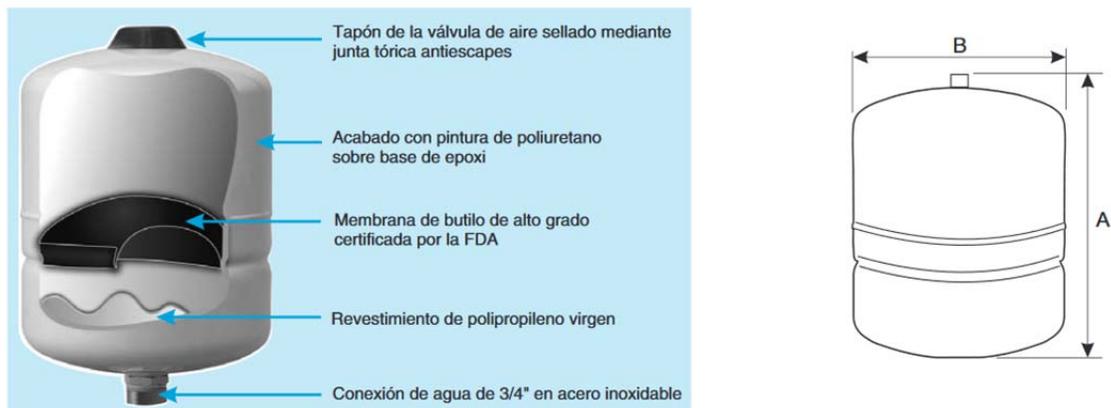


Ilustración 44 Vaso de expansión para la instalación

Codigo	Articulo	Volumen litros	Rosca	A cm	B cm	€
	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima 90°C • Presión máxima 10 bar 					
AC 04 700	TWB 2LX	2	inox 3/4" BSP	18,3	12,7	29,64
AC 04 701	TWB 4LX	4	inox 3/4" BSP	25,8	16,2	51,27
AC 04 702	TWB 8LX	8	inox 3/4" BSP	31,7	20,3	51,27
AC 04 703	TWB 12LX	12	inox 3/4" BSP	36,6	24,4	58,45
AC 04 704	TWB 18LX	18	inox 3/4" BSP	36,8	27,9	67,23
AC 04 705	TWB 24LX	24	inox 3/4" BSP	44,4	29,2	76,92
AC 04 706	TWB 35LX	35	inox 3/4" BSP	48,1	31,8	114,48
AC 04 707	TWB 60LV	60	inox 1" BSP	62,6	38,8	203,50

* Conexión del sistema: BSP SS de 3/4" (INOX) / Precarga del depósito: 1,9 bar. ** Temperatura máx.: 90°C / Presión máx.: 10 bar.

Ilustración 45 Características vasos de expansión, Catalogo Salvador Escoda

Por lo que el vaso de expansión que seleccionaríamos sería el que su volumen en litros fuera inmediatamente superior al volumen total calculado, seleccionado es el TWB 2LX con un volumen de 2L. No obstante, ya que el volumen de 2 litros es bastante cercano al volumen total calculado, se pretende dejar un poco más de margen de error, por lo que como opción final seleccionaríamos el modelo TWB 4LX con un volumen de 4 litros.

9.3.7 Disipador de calor

El aerotermo se emplea en instalaciones solares térmica como elemento de seguridad, para disipar el calor sobrante (o exceso de calor) cuando no se utiliza el total producido por la instalación solar. Necesario contar con este dispositivo ya que, en el mes de Julio se tiene un 109,25 % de aporte solar. Para saber la potencia que debe de tener el aerotermo se ha realizado el siguiente cálculo:

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

Ecuación 26

Con lo que, tomando el caudal de 96,3 l/h que tenemos en el circuito primario, el calor específico de la mezcla que pasa por los conductos y el salto térmico de 15°C obtenemos una potencia de 5,5 kW.

Por lo tanto el aerotermo elegido es del fabricante Salvador Escoda (Escosol), con una potencia de 8 kW.



• Disipadores de calor dinámicos

Nueva gama de disipadores de calor para instalaciones de energía solar térmica escosol. Especialmente diseñados para instalar a la intemperie. Ventiladores helicoidales con rejilla protectora. Sistema de soportación incorporado para fijar a la pared en los modelos más pequeños (hasta el BD 64) y con zócalo para suelo el resto de la gama.

Los equipos de mayores dimensiones (BD 72 a BD 400) se fabricaran con perfilera acabado exterior chapa pintada RAL 9006.

Baterías de disipación fabricadas en tubo de cobre, aleta de aluminio geometría 38. Reja de protección en la salida de aire.

Código	Artículo	m ² colector	Potencia disp. kW	€
SO 13 021	BD 08	10	8	644,00
SO 13 022	BD 16	20	16	806,00
SO 13 023	BD 24	30	24	1.109,00
SO 13 024	BD 32	40	32	1.139,00

Ilustración 46 Disipador de calor dinámico, Salvador Escoda

9.3.8 Sistema de regulación y control de la instalación

El grupo hidráulico seleccionado es una estación solar en la cual viene integrada la bomba de alta eficiencia y además un sistema de control diferencial de fácil manejo.



Ilustración 47 Grupo hidráulico con Sistema de regulación y control diferencial, Chromagen

El sistema de control o centralita de Chromagen es el 4E/2S PLUS y tiene las siguientes características:



**Centralita
Chromagen 4E/2S PLUS**

- Pantalla de monitorización del sistema
- Hasta 4 sondas de temperatura PT1000
- 2 relés semiconductores para la regulación de velocidad
- 1 entrada para un sensor Grundfos Direct Sensor VFD
- 10 sistemas básicos a elegir
- Balance térmico
- VBus*
- Control de funcionamiento
- Función termostato (temporizada)
- Control del sistema mediante el Service Center Software
- Fácil manejo
- Caja fácil de montar y de diseño exclusivo
- Muy bajo consumo
- Control de bombas de alta eficiencia



Ilustración 48 Centralita para el sistema de control y regulación 4E/2S PLUS, Chromagen

9.3.9 Estudio comparativo para la selección de la caldera de apoyo

En el punto 3.3.6 Sistema de energía convencional auxiliar de la sección HE4 del CTE, se define lo que se dispone a continuación:

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñara para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

El sistema de aporte de energía convencional auxiliar con acumulación o en línea, siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis.

En el caso de que el sistema de energía convencional auxiliar no disponga de acumulación, es decir sea una fuente instantánea, el equipo será modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

Para calcular la potencia necesaria que deberá tener nuestra caldera se debe tener en cuenta el caudal total que necesita la vivienda, es decir, los 140l/día. En este caso, se ha decidido dimensionar la caldera de condensación de forma que pueda calentar el volumen necesario en 30 minutos y con un salto térmico de 30°C se realiza el cálculo de la siguiente manera:

$$Q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Ecuación 27

$$Q = 280 \frac{l}{h} \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot 4,18 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \cdot 30^\circ C = 9,7kW$$

- **Caldera de gas natural**

Con los datos anteriores se ha elegido una caldera mural a gas Natural de la casa Saunier Duval, con recuperación de calor por condensación, para acs+calefacción. El modelo seleccionado es ISOFAST Condens, gama ISO con Start&Hot Microfast 2.0 de 35 kW. Por lo que aseguramos así que sea suficiente para cubrir las necesidades de acs de la vivienda.

A continuación se muestran las dimensiones de esta caldera con sus características técnicas más significativas:

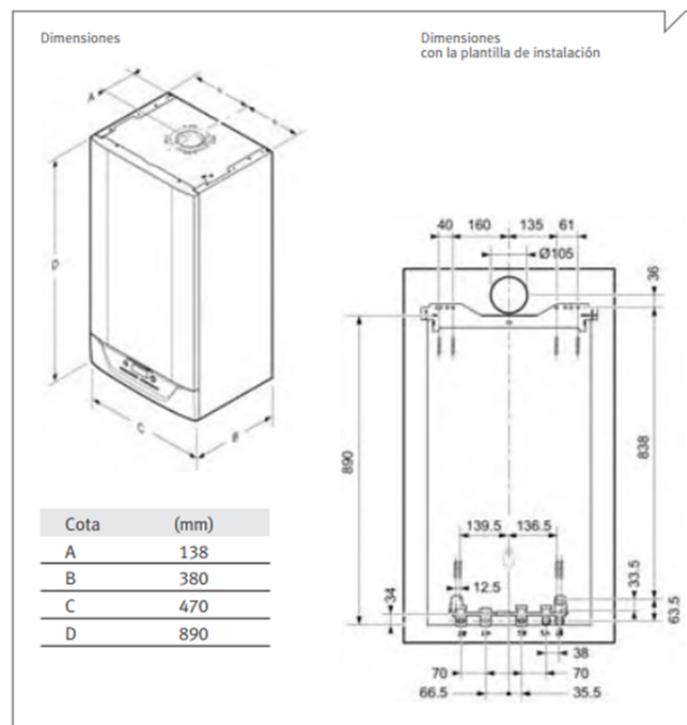


Ilustración 49 Dimensiones caldera gas natural, Saunier Duval

- **Caldera de biomasa**

Como alternativa al sistema de apoyo se estudiará la puesta en marcha de una caldera de biomasa.

Mediante la fotosíntesis el reino vegetal absorbe y almacena una parte de la energía solar que llega a la tierra; las células vegetales utilizan la radiación solar para formar sustancias orgánicas a partir de sustancias simples y del CO₂ presente en el aire. El reino animal incorpora, transforma y modifica dicha energía. En este proceso de transformación de la materia orgánica se generan subproductos que no tienen valor para la cadena nutritiva o no sirven para la

fabricación de productos de mercado, pero que pueden utilizarse como combustible en diferentes aprovechamientos energéticos.

La mayor ventaja de la utilización de la biomasa es el balance neutro de las emisiones de CO₂. Existen diferentes tipos de biomasa que pueden ser utilizados para suministrar la demanda de energía de una instalación. Entre los cuales se puede destacar:

- Pélets
- Astillas
- Huesos de aceituna
- Cascaras de frutos secos
- Leña
- Briquetas

Una de las consideraciones más importantes para decidirse por la instalación de los sistemas de calefacción con biomasa de un tipo u otro es el aseguramiento del suministro de combustible. Es fundamental la disponibilidad de biomasa para la instalación de una caldera de este tipo.

Según se ha calculado anteriormente, se necesita una potencia de 9,7kW para el sistema de apoyo de la instalación solar, por tanto éste será el dato de partida para la elección de la caldera de biomasa más adecuada.

Tras consultar las indicaciones que ofrecen distintos fabricantes, es recomendable no sobredimensionar la caldera, ya que en este caso, ésta se enciende y apaga muchas veces, acortando así su vida útil. Por tanto, para esta demanda de potencia se ha decidido elegir una caldera de pellet automática, que nos ofrece Salvado Escoda, de la gama 20kW BIO TOP PLUS.



Ilustración 50 Caldera de biomasa, Salvador Escoda

Potencia nominal TOBY	20 KW
Rango de potencia	5 KW - 20 KW
Peso	275 kg
Caudal/Retorno (pulg.)	1"
Conexión de llenado /vaciado (pulg.)	1/2"
Diámetro de salida de humos de combustión ((Φ))	80 mm
Temperatura de gas de salida	140 °C
Capacidad de almacenamiento	120 kg
Consumo de pelets a potencia mínima	min 1 kg/h
Consumo de pelets a potencia máxima	max 4 kg/h
Tiro necesario	10 Pa
Volumen de agua	70 lit
Red electrica	220 V 50 Hz
Consumo eléctrico potencia al arrancar	400 W
Consumo eléctrico potencia en el regimen normal	100 W
Eficacia	89 %
Clase da la caldera segun EN 303-5	4

Ilustración 51 Características caldera de biomasa, Salvador Escoda

La cantidad de biocombustible que se necesitará se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$Cantidad\ Biomasa = \frac{Consumo\left(\frac{kWh}{año}\right)}{Poder\ calorífico\left(\frac{kWh}{kg}\right)}$$

Ecuación 28

Tal y como se ha indicado anteriormente, el consumo energético anual, en el caso más desfavorable (si sólo trabajara la caldera) es de 2893,15 kWh/año, y el poder calorífico del pellet según el IDEA es de 5,01 kWh/kg. Con estos datos, se obtiene una demanda de biomasa de 577,47 kg/año.

Se tiene que tener en cuenta que se necesita un silo para poder almacenar el combustible, por lo que tener el espacio necesario para éste en la instalación es muy importante.

Según la guía técnica de Instalaciones de Biomasa térmica en edificios del IDAE, con proporciona el siguiente cuadro resumen en la que se puede observar claramente los distintos métodos de almacenamiento del combustible que existen:

Tipo de almacenamiento	Tipo de almacenamiento	Sistema de carga del silo	Sistema de alimentación de la caldera	Observaciones
Almacenamiento prefabricado	Contenedor o tolva exterior	Sistema neumático	Tornillo sinfin o sistema neumático	Normalmente se utiliza en viviendas unifamiliares Capacidad de entre 2 y 5 toneladas.
	Silo flexible	Sistema neumático o semiautomático	Tornillo sinfin o sistema neumático	Para viviendas unifamiliares o pequeños edificios (calderas de < 40 kW). Puede ser de lona o de polipropileno
	Depósito subterráneo Tolva o almacenamiento integrado	Sistema neumático Semiautomático	Sistema neumático Semiautomático	Tanto en viviendas unifamiliares como en grandes instalaciones. Almacenamiento integrado en la caldera. Pequeño tamaño (100-1.000 l)
Almacenamiento de obra (sala de nueva construcción o adaptación de una existente)	Con suelo inclinado de 2 lados	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfin o sistema neumático	No necesita agitador
	Con suelo inclinado de 1 lado	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfin o sistema neumático	Agitador sólo hasta 25°. A mayor ángulo de inclinación, mayor espacio muerto bajo los lados inclinados
	Con suelo horizontal	Sistema neumático o descarga directa a través de trampilla	Tornillo sinfin o sistema neumático	Con agitador siempre
		Descarga directa	Semiautomático	Para combustibles de tamaño o forma heterogénea como leña o briquetas, que son difíciles de automatizar

Ilustración 52 Cuadro resumen con los distintos métodos de almacenamiento del combustible que existen, según la guía técnica de Instalaciones de Biomasa térmica en edificios del IDAE

Para el presente proyecto se ha elegido un sistema de almacenamiento de silo flexible, ya que no se tiene bastante sitio para realizar la obra de una sala de nueva construcción. Su colocación y este sistema es óptimo en lugares en los que haya espacio suficiente para su instalación. El silo estará soportado por una estructura metálica permeable al aire pero no al polvo y conectada a tierra para evitar cargas electroestáticas. Se rellena de biomasa por la parte superior y la descarga para la alimentación a la caldera es por la parte inferior mediante un tornillo sinfín o un sistema neumático. Este tipo de almacén tiene la ventaja de poder utilizar habitáculos disponibles y adaptarlos de forma sencilla al almacén.



Ilustración 53 Silo flexible

La densidad del pellet es de 650 kg/m^3 , por tanto el volumen de acumulación anual resulta de:

$$V = 577,47 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{650 \text{ kg}} = 0,88 \text{ m}^3$$

En este caso se dimensionará el silo para poder albergar la cantidad necesaria de combustible en un año, y así poder obtener un ahorro en costes de transport y evitar mezclas de combustibles a distintos niveles de humedad.

Seleccionamos un silo flexible de la marca ÖkoFEN, de la gama Flexilo COMPACT. La siguiente gama de silos flexibles nos ofrece un total de 40 tamaños diferentes, desde los 450 kg hasta las 12 toneladas. Seleccionamos el modelo KGT1814. A continuación podemos observar las características que posee el silo seleccionado según el catálogo proporcionado por el fabricante:

Silo textil tipo	Largo	Ancho	Alto	Capacidad de llenado en altura mínima de local	Altura de local para un llenado completo
Flexilo COMPACT	mm	mm	mm	mm – to	mm – to
KGT1814	1840	1440	1850 -1970	1850 – 1,3 to	2400 – 3,3 to
KGT1818	1840	1840	1850 -1970	1850 – 1,7 to	2400 – 4,0 to
KGT2614	2580	1440	1850 -1970	1850 – 2 to	2400 – 4,7 to
KGT2618	2580	1840	1850 -1970	1850 – 2,4 to	2400 – 6,2 to
KGT2620	2580	2040	1850 -1970	1850 – 3,3 to	2400 – 7,0 to
KGT2626	2580	2580	1850 -1970	1850 – 4 to	2400 – 8,5 to

Ilustración 54 Características silo flexible, ÖkoFEN

Con todo lo calculado, y las dimensiones proporcionadas se asegura un año entero de suministro de biocombustible en la caldera.

Comparativa entre caldera de gas natural y caldera de biomasa

En el siguiente apartado se pretende compara entre la caldera de gas natural de wolf y la caldera de Biomasa de Salvador Escoda. Un factor muy importante, y que se tendrá en cuenta es el precio de cada una de ellas:

Caldera ISOFAST Condens para gas natural	Caldera BIO TOP PLUS para biomasa
2900 €	3726,80 €

Tabla 42 Comparativa precios cardera gas natural y biomasa

Es cierto que la caldera de biomasa tiene un precio ligeramente superior.

Si nos fijamos en el coste de la instalación, para instalar la caldera de gas natural se deben de realizar las canalizaciones necesarias para llevar el gas hasta las intalaciones.

En cuanto a la de biomasa, hay que tener en cuenta el coste del silo que debemos de poseer en nuestra vivienda para abastecer la demanda durante un año.

Por lo que se ha decidido comparar el precio del combustible al año que será necesario consumir para la demanda que se tiene en la vivienda. Esta comparativa se ha hecho calculando el coste de combustible a lo largo de 15 años, para ver la evolución de los mismos, ya que estos son, mas o menos, los año de vida útil que tiene una caldera. Los resultados se muestran a continuación:

	Gas natural	Biomasa
Demanda anual (kWh/año)	2893.15	2893.15
Rendimiento Caldera (%)	97.9	89
Coste(€/kWh)	0.06	0.04
Aumento anual del coste (%)	6	3

Tabla 43 características gas natural y biomasa

Año	Gas natural (€/año)	Biomasa (€/año)
1	169.94	103.00
2	180.14	106.09
3	190.95	109.27
4	202.41	112.55
5	214.55	115.92
6	227.42	119.40
7	241.07	122.98
8	255.53	126.67
9	270.86	130.47
10	287.12	134.39
11	304.34	138.42
12	322.60	142.57
13	341.96	146.85
14	362.48	151.25
15	384.23	155.79

Tabla 44 Comparativa del gasto de combustible en una caldera de gas natural y en una caldera de biomasa

En la tabla que se acaba de mostrar, se ha empezado calculando el coste de combustible en el primer año. Para ello se ha multiplicado la demanda anual de la vivienda por el rendimiento de cada caldera y a este valor se le ha multiplicado el coste que tiene el kWh de cada combustible.

En la grafica que se muestra acontuación se puede obserbar más claramente la evolucion de ambos costes:

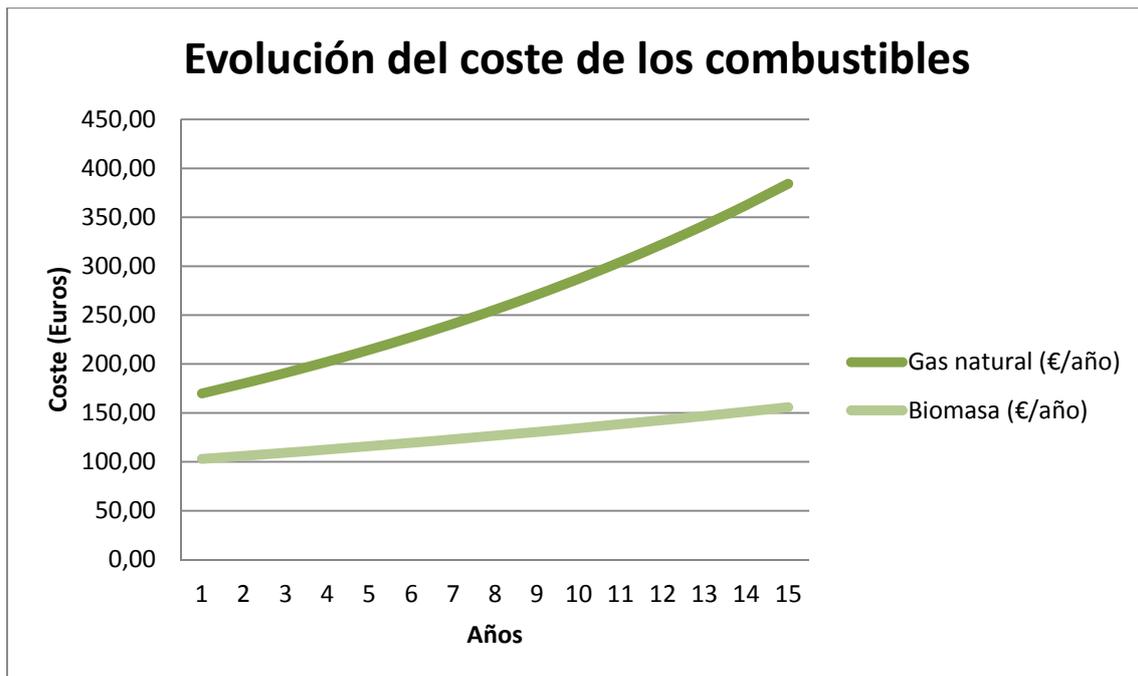


Gráfico 3 Comparativa del gasto de combustible en una caldera de gas natural y en una caldera de biomasa

Como se observa en el gráfico, el gas natural tiende a aumentar su precio a lo largo de los años, por lo que la curva de coste se incrementa mucho más rápido que para el caso de la biomasa.

Todo esto haría que nos decantásemos por instalar la caldera de biomasa en la vivienda, ya que, obtendríamos un ahorro en cuanto al coste de combustible y haciendo un poco más hincapié, en lo que a la caldera de biomasa se refiere, las emisiones de CO₂ en esta serían mínimas, por lo que al instalarla estaríamos siendo mucho más respetuosos con el medio ambiente.

Es necesario que se destaque al poseer la instalación de solar térmica, mínimo indispensable para cumplir con la normativa según el RITE, no sería necesaria la implantación de un nuevo sistema de energía renovable como en el caso estudiado de la biomasa. Por esa razón vamos a elegir la combinación de la energía renovable con la solar térmica junto a las energías más convencionales como este caso sería la caldera de gas natural.

10. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

El siguiente apartado se ha realizado teniendo en cuenta el CTE DB HS4 'Suministro de agua'. Por lo que todas las comprobaciones y necesidades se han hecho con referencia a este documento.

10.1 Bases de cálculo

10.1.1 Redes de distribución

10.1.1.1 Condiciones mínimas de suministros

La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales y presiones que figuran en la siguiente tabla:

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (m ³ /h)	Q _{min} A.C.S. (m ³ /h)	P _{min} (m.c.a.)
Lavabo	0.36	0.234	10
Bidé	0.36	0.234	10
Inodoro con cisterna	0.36	-	10
Fregadero doméstico	0.72	0.360	10
Lavavajillas doméstico	0.54	0.360	10
Bañera de 1,40 m o más	1.08	0.720	10
Lavadero	0.72	0.360	10
Lavadora doméstica	0.72	0.540	10
Ducha	0.72	0.360	10
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría		P _{min} Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla 45 Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo

La presión en cualquier punto de consumo no debe ser superior a 50 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C.

10.1.1.2 Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción

$$\lambda = 0,25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

Ecuación 29

Siendo:

ε : Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga

$$J = f(\text{Re}, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 30

Siendo:

Re: Número de Reynolds

ε_r : Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

Montantes e instalación interior

$$Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14 \text{ (l/s)}$$

Ecuación 31

Siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - Tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.
 - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

10.1.1.3 *Comprobación de la presión*

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

10.1.2 Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla:

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabo	---	16
Bidé	---	16
Inodoro con cisterna	---	16
Fregadero doméstico	---	16
Lavavajillas doméstico	---	16
Bañera de 1,40 m o más	---	20
Lavadero	---	16
Lavadora doméstica	---	20
Ducha	---	16

Tabla 46 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla 47 Diámetros mínimos de alimentación

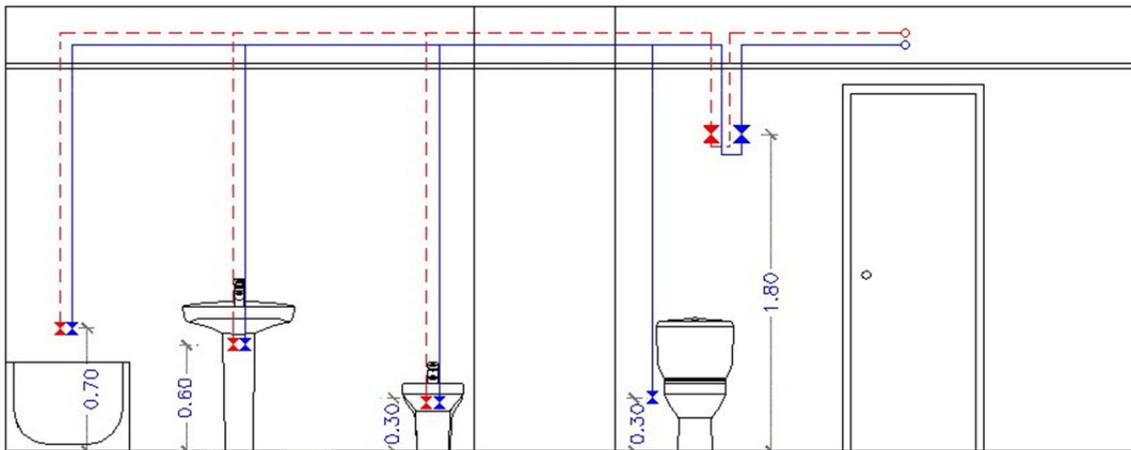


Ilustración 55 Cotas correspondientes a los elementos correspondientes a los baños de la vivienda

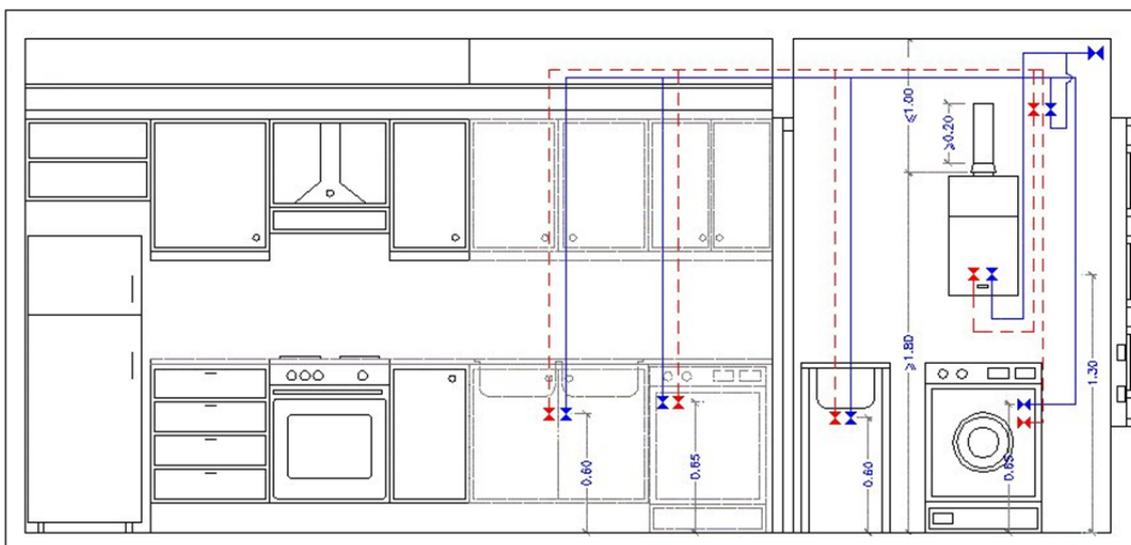


Ilustración 56 Cotas correspondientes a los elementos correspondientes a la cocina de la vivienda

10.1.3 Redes de A.C.S: Impulsión y retorno

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

- Se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.

– Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 ^{1/4}	1100
1 ^{1/2}	1800
2	3300

Tabla 48 Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

- **Dilatadores**

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

10.2 Dimensionado

10.2.1 Acometidas

La acometida es la tubería que enlaza la instalación general interior del inmueble con la tubería de la red de distribución. Atravesará el muro de cerramiento del edificio por un orificio practicado por el propietario o abonado, de modo que el tubo quede suelto y le permita la libre dilatación, si bien deberá ser rejuntado de forma que a la vez el orificio quede impermeabilizado.

La acometida de la instalación será de acero galvanizado según marca la norma UNE 19048.

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el dimensionado del tramo de la acometida:

Cálculo hidráulico de la acometida												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
1-2	0.97	1.16	8.46	0.37	3.10	0.30	27.30	25.00	1.47	0.12	35.50	35.08
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

Tabla 49 Cálculo hidráulico de la acometida

10.2.2 Alimentación

El tubo de alimentación es la tubería que enlaza la llave de paso del inmueble con la batería de contadores o el contador general. A ser posible, quedará visible en todo su recorrido, y de existir inconvenientes constructivos para ello, quedará enterrado, alojado en una canalización de obra de fábrica rellena de arena, que dispondrá de un registro en sus extremos que permita la inspección y control de posibles fugas.

La los tubos para la alimentación de la instalación serán de acero galvanizado según marca la norma UNE 19048.

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el dimensionado del tramo de la alimentación:

Cálculo hidráulico de la alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	0.89	1.06	8.46	0.37	3.10	-0.30	27.30	25.00	1.47	0.11	31.08	30.77
Abreviaturas utilizadas												
L_r	<i>Longitud medida sobre planos</i>						D_{int}	<i>Diámetro interior</i>				
L_t	<i>Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)</i>						D_{com}	<i>Diámetro comercial</i>				
Q_b	<i>Caudal bruto</i>						v	<i>Velocidad</i>				
K	<i>Coefficiente de simultaneidad</i>						J	<i>Pérdida de carga del tramo</i>				
Q	<i>Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)</i>						P_{ent}	<i>Presión de entrada</i>				
h	<i>Desnivel</i>						P_{sal}	<i>Presión de salida</i>				

Tabla 50 Cálculo hidráulico de la alimentación

10.2.3 Instalaciones particulares

La los tubos para las instalaciones particulares del interior de la vivienda serán de polietileno reticulado (PE-X), según marca la normativa ISO 15875-2

En la tabla que se muestra a continuación se muestra el dimensionado de los tramos interiores que llegan a las instalaciones particulares:

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	1.53	1.83	8.46	0.37	3.10	0.00	20.40	25.00	2.64	0.76	30.77	30.02
4-5	Instalación interior (F)	1.38	1.66	4.57	0.49	2.23	1.30	16.20	20.00	3.01	1.17	30.02	27.55
5-6	Instalación interior (C)	4.82	5.78	4.57	0.49	2.23	1.70	16.20	20.00	3.01	4.07	26.55	20.78
6-7	Instalación interior (C)	3.00	3.60	3.38	0.56	1.88	3.00	16.20	20.00	2.54	1.85	20.78	15.94
7-8	Instalación interior (C)	7.99	9.58	2.32	0.65	1.51	0.00	16.20	20.00	2.04	3.27	15.94	12.66
8-9	Instalación interior (C)	0.12	0.14	1.42	0.78	1.11	0.00	16.20	20.00	1.50	0.03	12.66	12.14
9-10	Cuarto húmedo (C)	0.88	1.05	1.42	0.78	1.11	0.00	16.20	20.00	1.50	0.20	12.14	11.93
10-11	Cuarto húmedo (C)	0.83	0.99	1.19	0.83	0.99	0.00	16.20	20.00	1.33	0.15	11.93	11.78
11-12	Cuarto húmedo (C)	1.35	1.62	0.95	0.89	0.85	0.00	16.20	20.00	1.14	0.19	11.78	11.59
12-13	Puntal (C)	3.60	4.31	0.72	1.00	0.72	0.70	16.20	20.00	0.97	0.38	11.59	10.50
Abreviaturas utilizadas													
T _{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D _{int}	Diámetro interior						
L _r	Longitud medida sobre planos					D _{com}	Diámetro comercial						
L _t	Longitud total de cálculo (L _r + L _{eq})					v	Velocidad						
Q _b	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P _{ent}	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q _b x K)					P _{sal}	Presión de salida						
h	Desnivel												

Tabla 51 Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares

10.3 Cálculo de la bomba de circulación

El suministro directo de agua por la presión de la red queda garantizado, en general, por el suministrador, para todos los abastecimientos cuya altura a la entrada del tubo ascendente o montante respecto al nivel de la calzada en el lugar donde se efectúa la acometida, sea igual o inferior a lo establecido en particular para cada red de abastecimiento.

El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de la altura manométrica.

El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación o caudal punta y vendrá fijado por el uso y necesidades de la instalación.

La altura manométrica (H_m) es la altura, presión diferencial o resistencia que tiene que vencer la bomba y viene expresada por la siguiente ecuación:

$$H_m = H_g + P_c + 10 \cdot \frac{P_i - P_a}{\gamma}$$

Ecuación 32

Dónde:

H_g = Altura geométrica, que se refiere al desnivel existente entre el nivel mínimo de aspiración y el punto más alto de impulsión expresado en metros.

P_c = Pérdidas de carga, que se refiere a la resistencia que ofrece al paso del líquido las tuberías, válvulas, curvas, etc. También expresada en metros.

$10 \cdot \frac{P_i - P_a}{\gamma}$ = Presión diferencial existente sobre las superficies del líquido en impulsión y aspiración. Expresada en metros.

Con todo esto se tiene que el caudal de circulación para la bomba es de 0,33 m³/h y la altura manométrica es de 3,5 m.c.a.

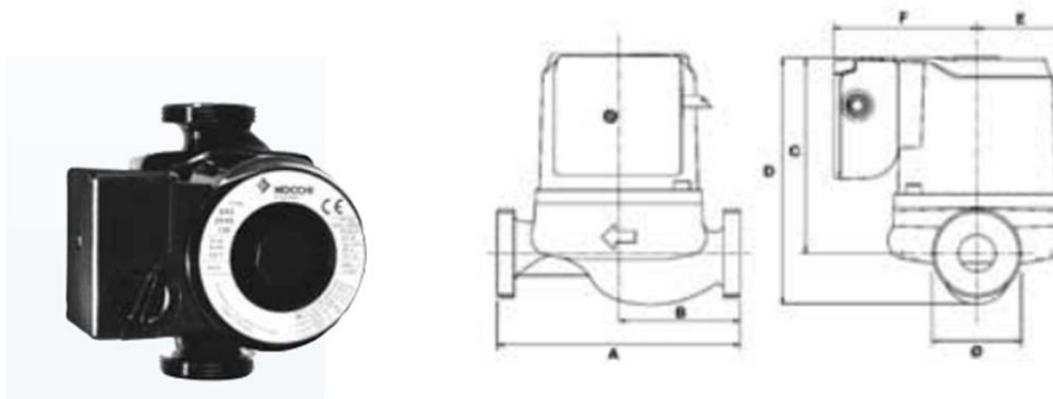
Se ha seleccionado una Electrobomba centrífuga de la marca Kripsol, de entre las siguientes que se muestran a continuación, en la tabla proporcionada por el fabricante:

Bomba	Tensión) (V)	Ø Bocas	Separación mm	µF	VEL.	Pot. Abs. W	Amp.	r.p.m.	Caudal							
									l/min.	10	20	30	40	50	60	70
										m ³ /h	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6
SR3 15/40 1" - 130	1 x 230 V	1"	130	2,0	3	71	0,30	1950	Altura manométrica (m.c.a.)	3,7	3,0	2,2	1,4	0,5		
SR3 25/40 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		2	55	0,24	1550		3,1	2,2	1,2	0,2			
SR3 25/40 1" 1/2 - 180	1 x 230 V	1" 1/2	180		1	40	0,18	1550		1,9	1,0					
SR3 32/40 2" - 180	1 x 230 V	2"	180	2,5	3	104	0,45	1850		5,4	4,5	3,5	2,6	1,6	0,8	
SR3 25/50 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		2	78	0,35	1400		4,0	3,0	1,8	1,0			
SR3 25/50 1" 1/2 - 180	1 x 230 V	1" 1/2	180		1	56	0,26	950		2,4	1,2	0,2				
SR3 32/50 2" - 180	1 x 230 V	2"	180	2,8	3	110	0,48	1800		5,5	4,9	3,8	3,2	2,4	1,5	0,5
SR3 15/60 1" - 130	1 x 230 V	1"	130		2	83	0,37	1400		4,5	3,5	2,2	1,3	0,4		
SR3 25/60 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		1	60	0,27	1050		2,8	1,6	0,5				
SR3 25/60 1" 1/2 - 180	1 x 230 V	1" 1/2	180	3,5	3	150	0,67	2230		6,57	6,15	5,63	5,06	4,44	3,73	2,82
SR3 32/60 2" - 180	1 x 230 V	2"	180		2	132	0,62	1800		6,16	5,52	4,69	3,77	2,80		
SR3 25/70 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	180		1	101	0,50	1290		4,61	3,36	2,09	1,16			

Ilustración 57 Característica elección electrobomba centrífuga, Kripsol

Con el valor del caudal y de la altura manométrica, se ha seleccionado la bomba SR3 15/40 1" 130, la cual es una electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW.

A continuación se muestran las dimensiones que tendrá así como algunas de las características más importantes:



Bomba	Ø Bocas	Dimensiones (mm)						Peso (Kg)
		A	B	C	D	E	F	
SR3 15/40 1" - 130	1"	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,8

Ilustración 58 Dimensiones electrobomba centrífuga, Kripsol

CAMPO DE TRABAJO

- Líquidos limpios no agresivos, ni explosivos, sin partículas sólidas ni fibras en suspensión.
- Fluidos bombeados (S3 25-70):
 - mezcla de agua y glicol, 1:1 máx.
 - al añadir glicol se deben corregir las prestaciones de la bomba a causa de la mayor viscosidad (dependiendo del % de mezcla).
- Temperatura del líquido:
 - de +10 °C a +110 °C.
 - de -10 °C a +110 °C (para la S3 25-70).
- Presión máxima de servicio: 10 bar.
- Presión necesaria en la boca de aspiración para evitar cavitación: 14 m (cuando la temperatura del agua sea de +110 °C).
- Las bombas deberán instalarse con el **eje motor en posición horizontal** (ver esquema inferior).
- Bocas (asp./imp.): roscadas.

MOTOR

- Asíncrono, monofásico (230 V - 50 Hz) con rotor húmedo.
- 3 velocidades.
- Condensador incorporado.
- IP 44, aislamiento clase H.
- Sentido de rotación: antihorario (visto desde el lado del motor).

Ilustración 59 características electrobomba centrifuga, Kripsol

11. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Para el presente proyecto, la instalación de climatización que se ha dimensionado se basa en los sistemas de climatización aire-agua.

Las instalaciones de climatización aire-agua son instalaciones que usan fluido o agua como componente base para el aporte de energía caliente o fría ante unas baterías que intercambian con el aire el calor, climatizándolo. Las maquinarias terminales pueden ser inductores, fan-coils, radiadores, climatizadores centrales para unas instalaciones con más potencia, convectores, etc.

Los componentes de un sistema de climatización aire-agua son fundamentalmente:

- **Central térmica:** Una o varias bombas de calor aire-agua que enfrían o calientan agua según el modo de funcionamiento en el que se encuentren.
- **Distribución de agua:** Se podrían englobar las tuberías, bombas y demás elementos necesarios.
- **Elementos terminales:** Son los equipos que extraen el calor/frío del agua, previamente calentada/enfriada por la central térmica, y lo pasan al aire, generalmente fan-coils y/o climatizadores, aunque también podemos encontrar suelo radiante, radiadores de baja temperatura, etc.
- **Elementos de regulación:** El rango de posibilidades que ofrecen los elementos que se pueden usar para regular este tipo de instalaciones son diversos, pero los más comunes son:
 - Válvula de 3 (ó 2) vías motorizada: Es la que regula la entrada de agua fría/caliente en los elementos terminales (fan-coils,...)
 - Termostatos ambiente: Son los que dicen a las unidades terminales cuando y como entrar en funcionamiento.

Ya que la vivienda que se está analizando para desarrollar su climatización en el presente proyecto, estaría prevista de un falso techo, el cual nos permitiría trazar una red de conductos por el cual conducir el aire caliente o frío según se desee. Será entonces mediante una bomba

de calor como unidad exterior para cada planta a climatizar, junto con la unidad interior en este caso fan-coils y todo ello junto a un buen dimensionado de la red de conductos lo que nos permitirá obtener las condiciones óptimas de bienestar dentro de la vivienda, en cualquier mes del año.

Todo será posible realizarlo desde un punto de vista energéticamente correcto debido a las ventajas que tiene la utilización de una bomba de calor. La climatización mediante bomba de calor es una de las formas más eficientes que existen de climatizar una vivienda. Por lo tanto, es también una de las formas más económicas. Una bomba de calor produce hasta cinco veces más de la energía de la que consume. Este sistema no genera calor mediante la energía que consume, como lo hace una caldera o cualquier proceso de calefacción mediante combustión. La bomba de calor puede ser reversible, es decir, que funcione en las dos direcciones, o puede ser unidireccional, de forma que sólo produzca calor o frío. Las ventajas que tiene la utilización de la bomba de calor para climatizar vivienda son abundantes. Algunas de ellas son la elevada eficiencia energética, ya que gastan hasta 4 veces menos que una caldera convencional y la gran versatilidad que poseen ya que nos ella por si sola sin necesidad de introducir más elementos en nuestra instalación con proporciona tanto aire acondicionado en verano y calefacción en invierno.

11.1 Cálculos y datos previos al dimensionado de la instalación de climatización.

Una vez obtenidos todos los datos del estudio de cargas térmica de refrigeración y de calefacción de la vivienda, hemos tenido que recoger en una tabla la potencia de refrigeración que necesita cada estancia a climatizar de la vivienda. Se han recogido estas y no las de calefacción ya que estas son las más desfavorables y son las que nos van a permitir seleccionar la unidad exterior (bomba de calor) correspondiente a casa planta.

Cabe destacar que no todas las dependencias de la vivienda van a ser climatizadas, únicamente las indicadas en las tablas que se muestran a continuación. En el resto de habitáculos que quedan sin climatizar se ha desestimado la inclusión de sistemas de acondicionamiento, debido a la baja carga térmica que se presenta en ellas y al uso a que están destinadas.

Planta	Recinto	Potencia Requerida (W)	Carga Latente (W)	Carga Sensible (W)
Primera planta	Cocina	1290.63	101.28	1189.35
	Salón	1088	104.68	983.32
	Sala1	712.08	209.34	502.74
	Sala2	920.23	209.34	710.89
Total Potencia Primera Planta		4010.94		

Tabla 52 Cuadro resumen cargas refrigeración

Planta	Recinto	Potencia Requerida (W)	Carga Latente (W)	Carga Sensible (W)
Segunda planta	Habitación 1	521.55	34.89	486.66
	Habitación 2	272.57	34.89	237.68
	Habitación 3	249.06	34.89	214.17
	Habitación4	577.41	34.89	542.52
	Lavandería	574.75	78.77	495.98
	Vestidor	155.24	34.89	120.35
Total Potencia Segunda Planta		2350.58		

Tabla 53 Cuadro resumen cargas calefacción

Una vez recogida la potencia de refrigeración necesitamos saber el caudal que se necesita en cada dependencia para que pueda ser climatizada.

Podemos obtener este caudal mediante la siguiente expresión y conociendo la carga sensible de cada una de las estancias, las propiedades del aire y el incremento de temperatura entre la impulsión y la óptima en cada local según se desee:

$$Q_{S_{Local}} = V_I \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Ecuación 33

Dónde:

$Q_{S_{Local}}$: Carga térmica sensible de cada local (kJ/h)

V_I : Caudal de impulsión de cada local (m³/h).

ρ : Densidad del aire (1,22 kg/ m³).

C_p : Capacidad calorífica del aire (1,007 kJ/kg·°C).

ΔT : Incremento entre la temperatura de impulsión y la del local (°C)

Planta	Recinto	Caudal de impulsión (m ³ /h)
Primera planta	Cocina	429.94
	Salón	377.24
	Sala1	237.71
	Sala2	160.11
Total Potencia Primera Planta		1205
Segunda planta	Habitación 1	274.48
	Habitación 2	146.93
	Habitación 3	134.34
	Habitación4	302.78
	Lavandería	248.59
	Vestidor	92.87
Total Potencia Segunda Planta		1199.99

Tabla 54 Caudal de impulsión para cada estancia a climatizar en la vivienda

11.2 Selección de los equipos necesarios

Una vez obtenidos los datos de la potencia necesaria y el caudal total necesario ya podemos elegir los equipos necesarios, tanto la bomba de calor como los fancoils. Así, una vez seleccionados, podremos pasar a realizar todo el dimensionamiento de la red de conductos y tuberías con las características que posean los equipos y finalmente comprobar que todo cumple dentro de los rangos establecidos y para la normativa vigente.

Los dos equipos seleccionados son de la casa Saunier Duval:

- **Bomba de calor**

La bomba de calor seleccionado es la Genia Air 8/1, con una potencia calorífica de 7,6 kW. Se ha seleccionado una bomba de calor para cada plata y las dos tendrán las mismas características.

A continuación podemos ver los datos técnicos de la bomba de calor (todos los datos que se muestran a continuación son proporcionados por el fabricante):

Datos técnicos GENIA AIR (e-bus)



	Ud	5/1	8/1
Alimentación		230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Límite de funcionamiento mín. (en calef.)	°C	-15	-20
Límite de funcionamiento máx. (en calef.)	°C	28	28
Límite de funcionamiento mín. (en refriger.)	°C	10	10
Límite de funcionamiento máx. (en refriger.)	°C	46	46

Ilustración 60 Datos técnicos GENIA AIR, Saunier Duval

Ida 35 °C, retorno 30 °C, temperatura seca 7 °C			
Potencia nominal de calefacción	kW	4,70	7,60
Pot. alcanzable en régimen permanente	kW	7,20	9,50
Consumo eléctrico nominal	kW	1,10	1,69
COP nominal		4,70	4,50
COP alcanzable a carga parcial		5,10	4,80
Intensidad eléctrica nominal	A	4,80	8,28
Ida 18 °C, retorno 23 °C, temperatura seca 35 °C			
Potencia nominal de refrigeración	kW	4,40	7,60
Pot. alcanzable en régimen permanente	kW	6,20	8,10
Consumo eléctrico nominal	kW	1,40	2,11
EER nominal		3,40	3,60
EER alcanzable a carga parcial		5,00	4,30
Intensidad eléctrica nominal	A	6,10	10,61

Ilustración 61 Datos técnicos GENIA AIR, Saunier Duval

- **Fancoil de techo para conductos**

El equipo de fancoil seleccionado es el SD 4-060 ND, con una potencia frigorífica de 6 kW.

A continuación se puede observar las características del sistema seleccionado:

Conductos				Modelo			
Aplicación		Vivienda unifamiliar, oficinas y comercios					
Capacidades		2 kW / 4 kW / 6 kW / 9 kW					
Características	Velocidad	Unidad	SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	
Referencia			0010023052	0010023053	0010023054	0010023055	
Alimentación		V / Ph / Hz	220-240 / 1 / 50				
Ventilación	Max/Med/Min	m³/h	340 / 255 / 170	680 / 510 / 340	1.200 / 765 / 510	1.700 / 1.275 / 850	
		CFM	200 / 150 / 100	400 / 300 / 200	600 / 450 / 300	1.000 / 750 / 500	
Presión estática exterior			12 Pa (por defecto), se puede cambiar a 30 ó 50				
Refrigeración ¹	Capacidad	Max/Med/Min	2,2 / 1,9 / 1,68	4 / 3,4 / 2,95	5,8 / 4,88 / 4,45	9 / 7,8 / 6,57	
	Caudal		378	688	998	1.548	
	Pérdida de presión		9,4	9,7	30,1	21,8	
Calefacción ²	Capacidad	Max/Med/Min	3,5 / 3,08 / 2,59	6,8 / 5,85 / 5,1	9,8 / 8,6 / 7,4	15,5 / 14,24 / 12	
	Pérdida de presión		16	28	45	90	
Potencia		W	10,7	33	28	28	
Presión acústica	12 Pa	Max/Med/Min	36 / 32 / 26	37 / 34 / 27	39 / 36 / 29	42 / 39 / 32	
	30 Pa		40 / 36 / 29	42 / 38 / 31	44 / 40 / 33	46 / 42 / 34	
	50 Pa		42 / 39 / 31	45 / 41 / 33	47 / 43 / 35	50 / 45 / 37	
Motor del ventilador			1 Motor DC			2 Motores DC	
Nº de ventiladores			1	2	2	4	
Dimensiones	Ancho x alto x profundo	mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522	
Peso neto		kg	16,7	21	23,7	34,7	
Batería	Filas	Max	3				
	Presión de trabajo		1,6				
	Diámetro		ø9,52				
Tubería entrada/salida de agua			Inch RC3/4				
Tubería de desagüe			mm ODø24				



Ilustración 62 Datos técnicos fancoil para conductos, Saunier Duval

- **Rejilla de impulsión**

La rejilla seleccionada para la impulsión es de la marca AIRZONE, el modelo RTHV.

A continuación se puede observar las características de la rejilla seleccionada:



RTHV

REJILLAS

P/N [MODELO][ANCHO][ALTO][COLOR][FIJACIÓN][REGULACIÓN]
 ANCHO/ALTO: cm con 3 dígitos COLOR: Blanco-B Aluminio-A
 FIJACIÓN: Clip-K Tornillo-T Pestillo-P REGULACIÓN: Con regulación-RT Regulación 2x1-R2 Sin regulación-X

REJILLAS DE IMPULSIÓN

RTHV - REJILLA DOBLE DEFLEXIÓN HORIZONTAL-VERTICAL DE IMPULSIÓN CON REGULACIÓN POR TORNILLO

mm	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
100	17 €	19 €	21 €	23,90 €	25,90 €	27,80 €	30,10 €	37,10 €	43,60 €	47,90 €
150	19,70 €	22,10 €	24,60 €	27,90 €	30,50 €	33 €	35,20 €	44,29	52,30 €	57,70 €
200	22,90 €	25,90 €	28,90 €	32,90 €	35,90 €	38,90 €	42,40 €	52,90 €	62,70 €	69,20 €

Ilustración 63 Datos técnicos rejilla de impulsión, AIRZONE

- **Rejilla de retorno**

En primer lugar y según se define en la ITE 02.9.2 Plenums, de la Instrucción Técnica Complementaria ITE 02 Diseño, se define plenum como un espacio situado entre un forjado y un techo suspendido o un suelo elevado. Este puede ser utilizado como plenum de retomo o de Impulsión de aire siempre que está delimitado por materiales que cumplan con las prescripciones establecidas para conductos y se garantice su accesibilidad para efectuar limpiezas periódicas.

En retorno de la instalación es un retorno por plenum, lo que quiere decir que para la instalación que se está dimensionando no tenemos la obligación, ni la necesidad de realizar un retorno del caudal impulsado conducido hasta la maquina interior. Por disponer de falso techo con las características y dimensiones oportunas, el retorno puede hacerse directamente por el falso techo, si la necesidad de utilizar conductos lo que encarecería la instalación.

La rejilla seleccionada para el retorno es de la marca TROX TECHNIK, de la gama Serie AR-AEa.

A continuación se puede observar las características de la rejilla seleccionada:

Serie AR-AEa



- Rejillas para retorno
- Preferente para montaje en pared y conducto
- Materiales: aluminio y chapa de acero

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Las rejillas son adecuadas para su montaje en pared o en conducto. El montaje se puede realizar directamente en el conducto o bien, si se desea, mediante un marco de montaje, por ejemplo en una pared de obra.

Ejecuciones:

Serie AR: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas horizontales colocadas de forma inclinada, con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

Serie AE: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas de retículo fija, sujeción con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

Para la optimización de la distribución del aire se monta por la parte posterior una regulación con lamas acopladas en oposición y que se pueden ajustar desde la parte frontal.

Ilustración 64 Datos técnicos rejilla de retorno, TROX TECHNIK

11.3 Dimensionado de la instalación de climatización

11.3.1 Sistema de conducción de aire: Conductos

Conductos									
Tramo		Q	w x h	V	ϕ	L	ΔP_1	ΔP	D
Inicio	Final	(m ³ /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
N5-Primera Planta	N7-Primera Planta	807.2	250x200	4.8	244.1	1.81	-	29.29	-
N5-Primera Planta	N3-Primera Planta	392.8	200x150	3.9	188.9	1.71	-	28.43	-
N7-Primera Planta	N4-Primera Planta	377.2	200x150	3.7	188.9	1.97	-	31.29	-
N7-Primera Planta	N6-Primera Planta	429.9	200x200	3.2	218.6	4.24	-	34.43	-
A1-Primera Planta	A1-Primera Planta	160.1	150x150	2.1	164.0	0.52	7.06	38.62	8.80
N3-Primera Planta	A1-Primera Planta	160.1	150x150	2.1	164.0	1.13	-	30.93	-
N3-Primera Planta	A2-Primera Planta	232.7	200x150	2.3	188.9	1.26	-	31.11	-
A2-Primera Planta	A2-Primera Planta	232.7	200x150	2.3	188.9	0.52	11.07	42.97	4.45
A5-Primera Planta	A5-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	0.52	9.79	45.57	1.85
N4-Primera Planta	A5-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	1.68	-	34.92	-
N4-Primera Planta	A4-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	1.18	-	34.66	-
A4-Primera Planta	A4-Primera Planta	188.6	150x150	2.5	164.0	0.52	9.79	45.32	2.10
A9-Primera Planta	N5-Primera Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	2.23	-	22.89	-
A11-Primera Planta	A11-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	0.52	9.45	45.09	2.33
N6-Primera Planta	A11-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	1.80	-	34.97	-
N6-Primera Planta	A3-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	2.52	-	37.30	-
A3-Primera Planta	A3-Primera Planta	215.0	200x150	2.1	188.9	0.52	9.45	47.42	-
N1-Segunda Planta	N3-Segunda Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	1.48	-	30.37	-
N1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	1200.0	250x250	5.7	273.3	2.75	-	25.25	-
A11-Segunda Planta	A11-Segunda Planta	134.3	150x150	1.8	164.0	0.52	7.73	40.97	17.68
N3-Segunda Planta	N5-Segunda Planta	951.4	250x250	4.5	273.3	0.93	-	30.17	-
N3-Segunda Planta	A10-Segunda Planta	248.6	200x150	2.5	188.9	1.83	-	35.22	-
A10-Segunda Planta	A10-Segunda Planta	248.6	200x150	2.5	188.9	12.64	48.75	9.91	12.64
N5-Segunda Planta	A11-Segunda Planta	134.3	150x150	1.8	164.0	-	32.79	-	-
N5-Segunda Planta	N9-Segunda Planta	421.4	200x150	4.2	188.9	-	31.25	-	-
N5-Segunda Planta	N4-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	-	35.49	-	-
A13-Segunda Planta	A13-Segunda Planta	274.5	200x200	2.0	218.6	6.85	38.54	20.11	6.85
N7-Segunda Planta	A13-Segunda Planta	274.5	200x200	2.0	218.6	-	31.15	-	-
N7-Segunda Planta	A12-Segunda Planta	146.9	150x150	1.9	164.0	-	36.60	-	-
A12-Segunda Planta	A12-Segunda Planta	146.9	150x150	1.9	164.0	9.25	46.38	12.27	9.25

N9-Segunda Planta	N7-Segunda Planta	421.4	200x150	4.2	188.9	-	33.61	-	-
A9-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	92.9	150x100	1.9	133.2	3.70	47.77	10.88	3.70
N11-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	18.75	58.65	-	18.75
N11-Segunda Planta	A9-Segunda Planta	92.9	150x100	1.9	133.2	-	43.50	-	-
N4-Segunda Planta	N11-Segunda Planta	395.7	200x150	3.9	188.9	-	39.64	-	-
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Longitud</i>				
w x h	<i>Dimensiones (Ancho x Alto)</i>			ΔP_1	<i>Pérdida de presión</i>				
V	<i>Velocidad</i>			ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>				
ϕ	<i>Diámetro equivalente.</i>			D	<i>Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable</i>				

Tabla 55 Dimensionado de los conductos para la conducción de aire

11.3.2 Sistemas de conducción de aire: Difusores y rejillas

Difusores y rejillas								
Tipo	w x h (mm)	Q (m ³ /h)	A (cm ²)	X (m)	P (dBA)	DP ₁ (Pa)	DP (Pa)	D (Pa)
A1-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	160.1	131.00	4.1	< 20 dB	7.06	38.62	8.80
A2-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	232.7	152.00	5.6	< 20 dB	11.07	42.97	4.45
A5-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	188.6	131.00	4.9	< 20 dB	9.79	45.57	1.85
A4-Primera Planta: Rejilla de impulsión	250x100	188.6	131.00	4.9	< 20 dB	9.79	45.32	2.10
A6-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	160.1	110.00	-	26.5	5.50	5.50	0.00
A7-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	232.7	110.00	-	37.8	11.63	11.63	0.00
A8-Primera Planta: Rejilla de retorno por plenum	325x125	377.2	160.00	-	41.1	14.44	14.44	0.00
A11-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	215.0	152.00	5.1	< 20 dB	9.45	45.09	2.33
A3-Primera Planta: Rejilla de impulsión	200x150	215.0	152.00	5.1	< 20 dB	9.45	47.42	0.00
A11-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	134.3	105.00	3.9	< 20 dB	7.73	40.97	17.68

A10-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x150	248.6	152.00	5.9	< 20 dB	12.64	48.75	9.91
A13-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x200	274.5	228.00	5.4	< 20 dB	6.85	38.54	20.11
A12-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	146.9	105.00	4.2	< 20 dB	9.25	46.38	12.27
A9-Segunda Planta: Rejilla de impulsión	200x100	92.9	105.00	2.7	< 20 dB	3.70	47.77	10.88
A3-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	134.3	110.00	-	21.1	3.88	3.88	0.00
A4-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	146.9	110.00	-	23.9	4.64	4.64	0.00
A5-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	225x125	274.5	110.00	-	42.9	16.18	16.18	0.00
A7-Segunda Planta: Rejilla de retorno por plenum	325x125	302.8	160.00	-	34.4	9.30	9.30	0.00
N11 -> A9, (8.02, 4.07), 0.27 m: Rejilla de impulsión	200x150	302.8	152.00	7.2	24.0	18.75	58.65	0.00
Abreviaturas utilizadas								
w x h	<i>Dimensiones (Ancho x Alto)</i>		P	<i>Potencia sonora</i>				
Q	<i>Caudal</i>		DP ₁	<i>Pérdida de presión</i>				
A	<i>Área efectiva</i>		DP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>				
X	<i>Alcance</i>		D	<i>Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable</i>				

Tabla 56 Dimensionado de los difusores y rejillas para la conducción de aire

11.3.3 Sistema de conducción de agua: Tuberías

Tuberías (refrigeración)								
Tramo			ϕ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP_1 (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	6.24	0.560	0.90
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00	0.269	0.34
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00	0.269	1.17
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.36	0.032	0.07
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	3.00	0.269	1.44
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.60	0.058	0.14
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	2.62	0.252	30.49
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.20	0.030	0.03
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.20	0.020	0.02
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.42	0.038	0.04
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.19	0.4	0.67	0.064	0.08
N8-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.12	0.4	0.73	0.111	0.13
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.51	0.046	1.66
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	0.42	0.017	1.57
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	3.08	0.129	31.80
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.18	0.3	0.20	0.018	0.02
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.20	0.008	0.03
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.20	0.008	1.52
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.06	0.2	0.69	0.029	1.51
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.12	0.2	0.78	0.033	1.55
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	25 mm	0.06	0.2	6.24	0.250	0.41
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00	0.120	0.16
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00	0.120	0.53
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.36	0.014	0.04
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	3.00	0.120	0.65
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.60	0.055	0.12
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	2.54	0.234	0.36
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.10	0.009	0.13
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.00		0.20	0.000	0.00
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.00		0.42	0.000	0.00
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.15	0.3	0.10	0.006	0.01
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.10	0.3	0.18	0.016	0.02
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.45	0.018	0.02
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.19	0.4	0.67	0.061	0.06

N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.51	0.021	0.67
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.42	0.017	0.06
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	3.00	0.120	0.18
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.10	0.004	0.06
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.10	0.004	0.00
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.20	0.008	0.01
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.06	0.2	0.69	0.028	0.70
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Retorno	32 mm	0.12	0.2	0.78	0.031	0.04

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas			
F	<i>Diámetro nominal</i>	L	<i>Longitud</i>
Q	<i>Caudal</i>	DP ₁	<i>Pérdida de presión</i>
V	<i>Velocidad</i>	DP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>

Tabla 57 Dimensionado de las tuberías para la conducción de agua

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			ϕ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	6.24	2.048	8.96
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	3.00	0.984	1.24
N3-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	11.07	3.093	3.58
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	3.00	0.942	8.77
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	1.55	0.433	0.43
A2-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión (*)	20 mm	0.10	0.5	0.18	0.050	0.48
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	0.36	0.118	0.26
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	3.00	0.942	5.17
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.60	0.168	0.41
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	2.62	0.732	31.24
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Impulsión	25 mm	0.24	0.7	0.20	0.075	0.08
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.20	0.057	0.06
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.44	0.8	0.42	0.138	0.14
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Impulsión	32 mm	0.40	0.7	0.67	0.186	0.24
N8-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.24	0.7	0.73	0.277	0.33
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.43	0.8	0.51	0.161	5.82
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	0.42	0.081	5.78
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	3.08	0.598	36.48
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Impulsión	32 mm	0.38	0.7	0.20	0.051	0.05
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión	25 mm	0.14	0.4	0.20	0.029	0.08

A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.20	0.048	5.54
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.69	0.165	5.50
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Impulsión (*)	32 mm	0.33	0.6	0.78	0.152	5.70
N1-Planta baja	N3-Planta baja	Retorno	25 mm	0.20	0.6	6.24	1.683	8.23
N1-Planta baja	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.20	0.6	3.00	0.809	0.99
N2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	0.17	0.051	0.51
N3-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	11.07	3.270	3.78
N3-Planta baja	N9-Primera Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	3.00	0.734	7.96
A2-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno (*)	20 mm	0.10	0.5	1.55	0.458	0.46
N8-Primera Planta	N2-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.20	0.6	0.36	0.097	0.18
N9-Primera Planta	N6-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	3.00	0.734	4.14
A21-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.60	0.171	0.36
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	2.54	0.725	1.11
A9-Primera Planta	A9-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.10	0.029	0.39
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.06		0.20	0.000	0.00
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	16 mm	0.06		0.42	0.000	0.00
A10-Primera Planta	A10-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.31	0.6	0.10	0.018	0.02
A10-Primera Planta	N1-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.17	0.5	0.18	0.038	0.06
A10-Primera Planta	N8-Primera Planta	Retorno	25 mm	0.14	0.4	0.45	0.067	0.09
N1-Primera Planta	A21-Primera Planta	Retorno	32 mm	0.40	0.7	0.67	0.190	0.19
N8-Segunda Planta	N6-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	0.51	0.125	4.27
A30-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.42	0.083	0.28
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	3.00	0.596	0.89
A1-Segunda Planta	A1-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.10	0.020	0.30
A2-Segunda Planta	A2-Segunda Planta	Retorno	25 mm	0.14	0.4	0.10	0.015	0.01
A2-Segunda Planta	N2-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.20	0.039	0.04
A2-Segunda Planta	N8-Segunda Planta	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	0.69	0.168	4.44
N2-Segunda Planta	A30-Segunda Planta	Retorno (*)	32 mm	0.33	0.6	0.78	0.156	0.20

(*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas			
ϕ	<i>Diámetro nominal</i>	L	<i>Longitud</i>
Q	<i>Caudal</i>	ΔP_1	<i>Pérdida de presión</i>
V	<i>Velocidad</i>	ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>

Tabla 58 Dimensionado de las tuberías para la conducción de agua

11.3.4 Unidades no autónomas para climatización: Fancoils

Fancoils					
Modelo	P_{ref} (W)	P_{cal} (W)	Q_{ref} (l/s)	ΔP_{ref} (kPa)	PP_{ref} (kPa)
4-040 ND (A9-Primera Planta)	5800.0	9800.0	0.28	30.100	0.000
4-040 ND (A1-Segunda Planta)	5800.0	9800.0	0.28	30.100	0.000
Abreviatuas utilizadas					
P_{ref}	<i>Potencia frigorífica total calculada</i>		ΔP_{ref}	<i>Pérdida de presión (Refrigeración)</i>	
P_{cal}	<i>Potencia calorífica total calculada</i>		PP_{ref}	<i>Pérdida d presión acumulada (Refrigeración)</i>	
Q_{ref}	<i>Caudal de agua (Refrigeración)</i>				

Tabla 59 Dimensionado para las unidades no autónomas de climatización, Fancoils

Fancoils							
Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Q_{ref} (m ³ /h)	Q_{cal} (m ³ /h)	P (Pa)	N (dBA)	Dimensiones (mm)
4-060 ND (A9-Primera Planta)	7.0	42.3	1200.0	1200.0	50.0	62.0	522x1161x241
4-060 ND (A1-Segunda Planta)	7.0	42.3	1200.0	1200.0	50.0	62.0	522x1161x241
$\Delta T_{ref} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$							
Abreviaturas utilizadas							
DT_{ref}	<i>Incremento de la temperatura del agua (Refrigeración)</i>			Q_{cal}	<i>Caudal de aire (Calfacción)</i>		
DT_{cal}	<i>Incremento de la temperatura del agua (Calefcció)</i>			P	<i>Presión disponible de aire</i>		
Q_{ref}	<i>Caudal de aire (Refrigeración)</i>			N	<i>Nivel sonoro</i>		

Tabla 60 Dimensionado para las unidades no autónomas de climatización, Fancoils

12. Comprobación del cumplimiento del reglamento de instalaciones térmicas de los edificios, RITE.

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

12.1 Exigencia de bienestar e higiene

La comprobación del siguiente apartado no se precisa, ya que en los apartados 2. Condiciones exteriores de cálculo y 3. Condiciones interiores de cálculo, del presente documento Cálculos Justificativos, se han seleccionado todas las condiciones y variables previas necesarias para el cálculo de las instalaciones conforme están descritas en el RITE. Por lo que todo cálculo descrito ha sido realizado conforme a lo descrito en los puntos, cumpliendo así con el RITE.

12.2 Exigencia de eficiencia energética

12.2.1 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado 1.2.4.1

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas

de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

- **Cargas parciales y mínimas**

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Primera Planta	0.00	0.06	0.53	0.93	1.39	1.58	1.95	2.00	1.84	1.28	0.43	0.00
Segunda Planta	0.60	0.94	1.53	2.31	3.06	3.23	3.73	3.75	3.37	2.59	1.42	0.79

Tabla 61 Cargas parciales de refrigeración por mes para cada planta de la vivienda

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
Primera Planta	7.88	7.88	7.88
Segunda Planta	7.86	7.86	7.86

Tabla 62 Cargas parciales de calefacción por mes para cada planta de la vivienda

- **Potencia térmica instalada**

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	$P_{instalada}$ (kW)	$\%q_{tub}$	$\%q_{equipos}$	Q_{ref} (kW)	Total (kW)
Primera Planta	7.60	1.28	2.00	2.00	2.25
Segunda Planta	7.60	1.28	2.00	3.75	4.00
Abreviaturas utilizadas					
$P_{instalada}$	Potencia instalada (kW)		$\%q_{equipos}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)	
$\%q_{tub}$	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)		Q_{ref}	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)	

Tabla 63 Potencia térmica instalada

Conjunto de recintos	$P_{instalada}$ (kW)	$\%q_{tub}$	$\%q_{equipos}$	Q_{cal} (kW)	Total (kW)
Primera Planta	24.00	1.04	2.00	7.88	8.61
Segunda Planta	24.00	1.04	2.00	7.86	8.59
Abreviaturas utilizadas					
$P_{instalada}$	Potencia instalada (kW)		$\%q_{equipos}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)	
$\%q_{tub}$	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)		Q_{cal}	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)	

Tabla 64 Potencia térmica instalada

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de refrigeración (kW)	Potencia de refrigeración (kW)	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	7.60	2.88	7.60	7.87
Tipo 1	7.60	2.88	7.60	7.87
Tipo 2			32.80	15.74
Total	15.2	5.8	48.0	31.5

Tabla 65 Potencia instalada de los equipos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Pack Genia 8/2 "SAUNIER DUVAL", formado por bomba de calor reversible, aire-agua, Genia Air 8/1, potencia calorífica nominal de 7,6 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C, temperatura de salida del agua: 35°C, salto térmico: 5°C), potencia frigorífica nominal de 7,6 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C, temperatura de salida del agua: 18°C, salto térmico: 5°C), EER (calificación energética nominal) 3,6, COP (coeficiente energético nominal) 4,5, potencia sonora de 60 dBA, de 942x1103x415 mm, peso 0 kg, alimentación monofásica a 230 V, con compresor rotativo con tecnología Inverter, bomba de circulación de 3 velocidades, vaso de expansión de 2 l, presostato diferencial de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire, comunicación a dos hilos a través del protocolo Ebus, centralita de control Examaster, vía cable, para integración de varios dispositivos comunicados a través del protocolo Ebus con esquemas hidráulicos predefinidos, chequeo automático y parametrización paso a paso y sonda de captación de temperatura exterior vía radio
Tipo 2	Caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto, incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R, "SAUNIER DUVAL"

Tabla 66 Referencia para cada equipo instalado

12.2.2 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2

12.2.2.1 Aislamiento térmico en las redes de tuberías

- **Tuberías en contacto con el ambiente exterior**

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de verano: 29.0 °C

Temperatura seca exterior de invierno: -6.1 °C

A continuación se describen las tuberías en el ambiente exterior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	\varnothing	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	25 mm	0.034	50	1.13	1.42	2.90	7.4	6.66	17.0
Tipo 1	32 mm	0.034	50	0.82	0.30	3.82	4.3	9.24	10.4
Tipo 2	25 mm	0.037	25	0.00	3.10	4.50	14.0	12.02	37.3
Tipo 2	32 mm	0.037	27	0.51	0.00	6.32	3.2	14.70	7.5
Total							29	-	72
Abreviaturas utilizadas									
\varnothing	<i>Diámetro nominal</i>				$\phi_{\text{m.ref.}}$	<i>Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud</i>			
$\lambda_{\text{aisl.}}$	<i>Conductividad del aislamiento</i>				$q_{\text{ref.}}$	<i>Pérdidas de calor para refrigeración</i>			
$e_{\text{aisl.}}$	<i>Espesor del aislamiento</i>				$\phi_{\text{m.cal.}}$	<i>Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud</i>			
$L_{\text{imp.}}$	<i>Longitud de impulsión</i>				$q_{\text{cal.}}$	<i>Pérdidas de calor para calefacción</i>			
$L_{\text{ret.}}$	<i>Longitud de retorno</i>								

Tabla 67 Aislamiento térmico para tuberías en contacto con el ambiente exterior

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.
Tipo 2	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, empotrado en la pared, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Tabla 68 Referencia tuberías en contacto con el ambiente exterior

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 25 % al cálculo de la pérdida de calor.

- **Tuberías en contacto con el ambiente interior**

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	\varnothing	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 3	25 mm	0.037	25	0.00	13.01	3.03	39.4	5.95	77.4
Tipo 3	32 mm	0.037	27	23.77	8.20	3.95	126.2	6.57	209.9
Tipo 3	20 mm	0.037	25	12.80	12.80	0.00	0.0	5.45	139.5
Total							165	-	427
Abreviaturas utilizadas									
\varnothing	<i>Diámetro nominal</i>			$\phi_{\text{m.ref.}}$	<i>Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud</i>				
$\lambda_{\text{aisl.}}$	<i>Conductividad del aislamiento</i>			$q_{\text{ref.}}$	<i>Pérdidas de calor para refrigeración</i>				
$e_{\text{aisl.}}$	<i>Espesor del aislamiento</i>			$\phi_{\text{m.cal.}}$	<i>Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud</i>				
$L_{\text{imp.}}$	<i>Longitud de impulsión</i>			$q_{\text{cal.}}$	<i>Pérdidas de calor para calefacción</i>				
$L_{\text{ret.}}$	<i>Longitud de retorno</i>								

Tabla 69 Aislamiento térmico para tuberías en contacto con el ambiente interior

Tubería	Referencia
Tipo 3	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, empotrado en la pared, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Tabla 70 Referencia tuberías en contacto con el ambiente interior

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

- **Pérdidas de calor en tuberías**

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Refrigeración:

Potencia de los equipos (kW)	Q_{ref} (W)	Pérdida de calor (%)
15.20	194.1	1.3

Tabla 71 Pérdidas de calor equipos refrigeración

Calefacción:

Potencia de los equipos (kW)	Q_{cal} (W)	Pérdida de calor (%)
48.00	499.0	1.0

Tabla 72 Pérdidas de calor equipos calefacción

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es **inferior al 4.0 %**.

12.2.2.2 Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (baño1 - Planta 1)	Climatización	SFP1	SFP4
Tipo 1 (baño3 - Planta 2)	Climatización	SFP1	SFP4

Tabla 73 Potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, con distribución por conducto rectangular, modelo 4-060 ND "SAUNIER DUVAL", potencia frigorífica a velocidad máxima 5,8 kW (temperatura de bulbo húmedo del aire interior 19°C; temperatura de entrada del agua 7°C, salto térmico 5°C), potencia calorífica a velocidad máxima 9,8 kW (temperatura de bulbo seco del aire interior 20°C; temperatura de entrada del agua 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua en refrigeración 0,998 m ³ /h, caudal de aire a velocidad máxima 1200 m ³ /h y presión sonora a velocidad mínima 47 dBA, dimensiones 1161x241x522 mm, peso 23,7 kg, con válvula de 3 vías

Tabla 74 Referencia de los equipos de propulsión de fluidos.

12.2.2.3 Eficiencia energética de los motores eléctricos

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

12.2.2.4 Redes de tuberías

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

12.2.3 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

- **Control de las condiciones termohigrométricas**

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1: Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2: Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3: Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4: Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5: Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
Segunda Planta	THM-C3
Primera Planta	THM-C3

Tabla 75 Sistema de control empleado para cada conjunto de recintos

12.2.4 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5

- **Zonificación**

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

12.2.5 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado 1.2.4.6

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico, ya descrito posteriores punto del presente apartado del proyecto.

12.2.6 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado 1.2.4.7

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

12.3 Exigencia de seguridad

12.3.1 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío del apartado 3.4.1.

- **Salas de máquinas**

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

- **Chimeneas**

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

- **Almacenamiento de biocombustibles sólidos**

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

12.3.2 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 3.4.2.

- **Alimentación**

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
P ≤ 70	15	20
70 < P ≤ 150	20	25
150 < P ≤ 400	25	32
400 < P	32	40

Tabla 76 Diámetro de la conexión e alimentación

- **Vaciado y purga**

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal (kW)	Calor	Frio
	DN (mm)	DN (mm)
P ≤ 70	20	25
70 < P ≤ 150	25	32
150 < P ≤ 400	32	40
400 < P	40	50

Tabla 77 Diámetro mínimo para el vaciado de la red de tuberías

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

- **Expansión y circuito cerrado**

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

- **Dilatación, golpe de ariete, filtración**

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

- **Conductos de aire**

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

12.3.3 Comprobación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización del apartado 3.4.4.

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

13. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO

Con los resultados de este documento “Cálculos Justificativos” del presente proyecto, se consideran suficientemente descritos los procedimientos de cálculos de cargas, cálculo del campo solar, selección de los equipos de frío/ calor y ACS, y las tuberías, conductos y otros componentes de las instalaciones.

***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

ANEXOS

Contenido

ANEXO I: FICHAS CARACTERÍSTICAS.....	280
ANEXO II: ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL CAPTADOR SOLAR PLANO.....	297
ANEXO III: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA LA SELECCIÓN DE LA CALDERA.....	307

ANEXO I

FICHAS CARACTERÍSTICAS

Ficha técnica captador solar plano: PA-E



PA - E

Dimensiones y Pesos

Largo Total	2.190 mm	Peso en vacío	35 Kg
Ancho Total	1.090 mm	Capacidad del fluido	1,3 l
Fondo	90 mm	Fluido caloportador	agua ó agua glicolada
Área Total	2,40 m ²	T* de estancamiento	220 °C
Área de Apertura	2,17 m ²	Flexión máxima del captador	1.000 Pa
Área del Absorbedor	2,14 m ²		

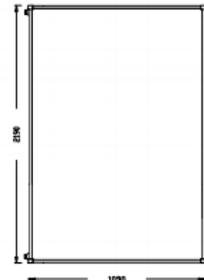


Presiones de prueba y caudal recomendado

Presión de timbre	14 bar
Presión máxima de trabajo	10 bar
Caudal recomendado	45 l/h-m2
Caida de presión (mm.c.a.)	1,85-qi ² +7,32-qi (l/min)

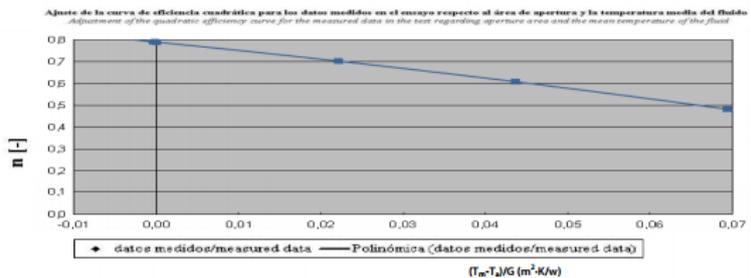
Calidades de fabricación

- 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



Curva de rendimiento térmico y certificaciones

$\eta_0 = 79,7\%$
 $k1 = 3,689 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
 $k2 = 0,012 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^2$



CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U. Calle Foro, 6 - Polígono Industrial La Isla, 41703 Dos Hermanas (Sevilla) | España
 Delegaciones comerciales: Centro: 661.430.029 | Levante: 648.007.662 | Norte: 687.874.506 | Sur: 670.506.297
 C.I.F.: B-61668075 | Teléfono: 954.184.541 | Fax: 955. 600.457 | E-Mail: chromagen@chromagen.es | www.chromagen.es

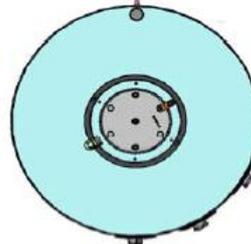
Ficha técnica Interacumulador Vertical Suelo V5



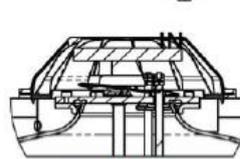
Acumuladores verticales de suelo

1. Cubierta de acero
2. Vitrificado en esmalte
3. Serpentin fijo
4. Aislante de poliuretano de 40mm
5. Entrada agua fría (3/4"H)
6. Cátodo anticorrosión
7. Vaina sonda
8. Retorno de captadores (3/4"H)
9. Salida de agua a consumo (3/4"H)
10. Conexión de válvula de seguridad (1/2"H)
11. Salida hacia captadores (3/4"H)
12. Tapa plástica acumulador
13. Tubo de drenaje

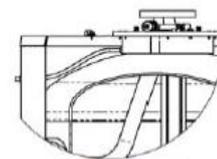
Detalle cubierta



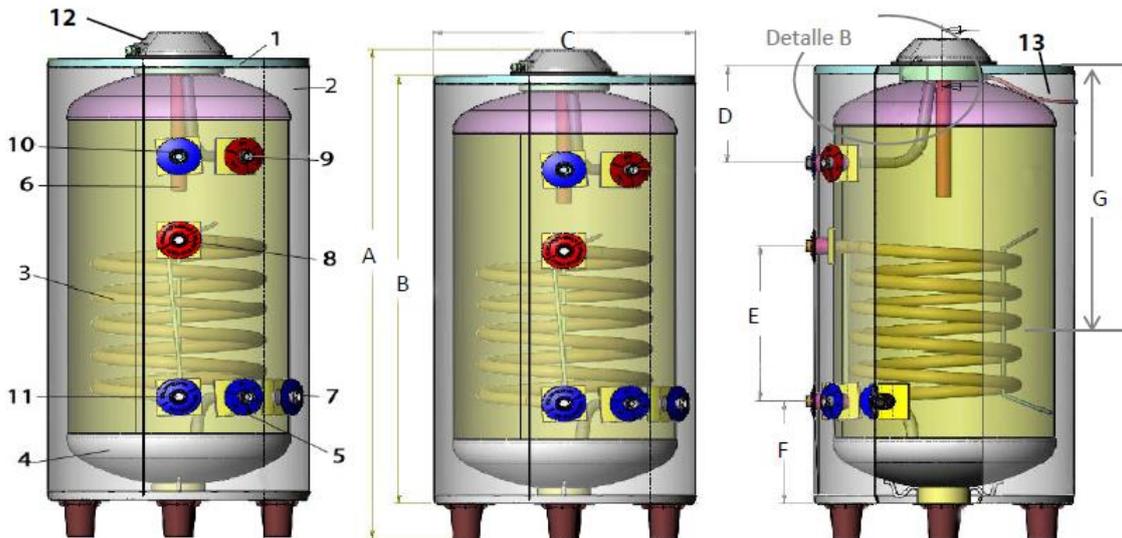
Detalle brida



Detalle c



Detalle B



Código	Capacidad (l)	Cotas (mm)							Peso (Kg)	Intercambiador	
		A	B	C	D	E	F	G		S (m ²)	V (l)
AVES01	150	1120	950	600	270	340	280	860	75	0,6	3,2
AVES05	200	1380	1210	600	270	440	285	860	93	0,6	3,2
AVES11	300	1540	1360	650	301	430	301	860	134	0,9	5

*Kit resistencia OPCIONAL compuesto por : Brida completa con elemento eléctrico 2.300 w + termostato de control.



T máx uso	T límite	Primario		Secundario	
		P timbre	P máx.	P timbre	P máx.
60°C	120°C	10 bar	8 bar	14 bar	8 bar

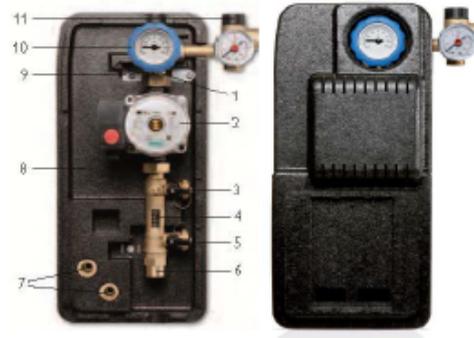
CHROMAGEN ESPAÑA S.L.U. Calle Foro, 6 - Polígono Industrial La Isla, 41703 Dos Hermanas (Sevilla) | España
 Delegaciones comerciales: Centro: 661.430.029 | Levante: 648.007.662 | Norte: 687.874.506 | Sur: 670.506.297
 C.I.F.: B-61668075 | Teléfono: 954.184.541 | Fax: 955. 600.457 | E-Mail: chromagen@chromagen.es | www.chromagen.es

Ficha técnica Grupo Hidráulico Chromagen – 1 vía HE

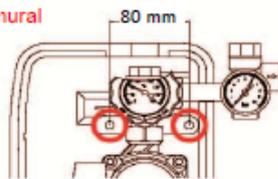


Grupo Hidráulico Chromagen - 1 vía HE

1. Válvula de bola con antirretorno
2. Bomba solar
3. Válvula de llenado
4. Caudalímetro
5. Válvula de vaciado
6. Conexión a las tuberías (3/4")
7. Cabezales para el llenado y vaciado
8. Parte posterior de la carcasa aislante
9. Soporte mural
10. Termómetro
11. Grupo de seguridad (válvula y manómetro)

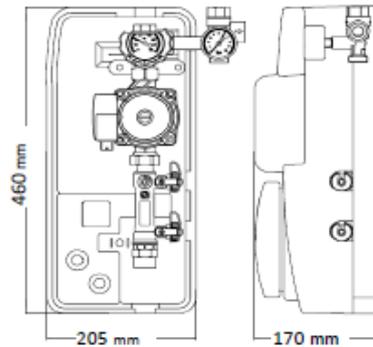


Detalle soporte mural (9)



Tmáx. 130°C P máx. 6 bar

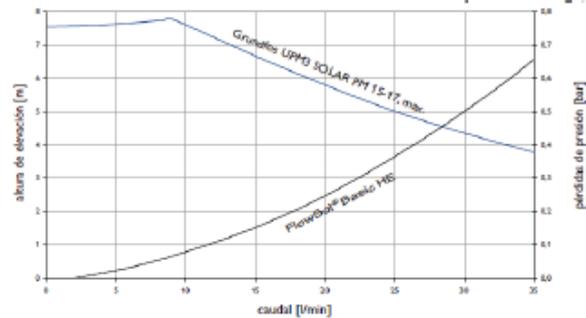
Dimensiones



Bomba Circuladora

Bomba solar de alta eficiencia y gran versatilidad

Curva característica de la bomba en función del caudal/altura/perdida de carga,



Componentes hidráulicos

El grupo de seguridad compuesto por válvula (6 bar) y manómetro posibilita un control más preciso de la instalación.



El termómetro (0 ... 160°C) en ida a captadores facilita el control térmico del sistema.



Ficha técnica Centralita Chromagen 4E/2S PLUS



Centralita Chromagen 4E/2S PLUS

- Pantalla de monitorización del sistema
- Hasta 4 sondas de temperatura Pt1000
- 2 relés semiconductores para la regulación de velocidad
- 1 entrada para un sensor Grundfos Direct Sensor VFD
- 10 sistemas básicos a elegir
- Balance térmico
- VBus*
- Control de funcionamiento
- Función termostato (temporizada)
- Control del sistema mediante el Service Center Software
- Fácil manejo
- Caja fácil de montar y de diseño exclusivo
- Muy bajo consumo
- Control de bombas de alta eficiencia

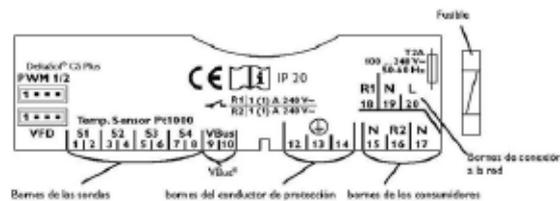


Dimensiones



Tamaño: 172 x 111 x 49 mm

Conexión eléctrica



Especificaciones técnicas

Caja	Plástico, PC-ABS y PMMA
Tipo de protección	IP20 / IEC 60529
Temperatura ambiente	0 ... 40°C
Montaje	Sobre pared o en cuadro de conexiones.
Pantalla	Pantalla para monitorización del sistema para visualizar el sistema con un campo de 16 segmentos y otro de 7,8 símbolos para visualizar el estado del sistema y un piloto de control.
Manejo	Mediante 3 teclas frontales
Funciones	Control de funcionamiento, contador de horas para la bomba solar, función de captador de tubos, función termostato, control de velocidad y contador de energía.
Entradas	Para 4 sondas de temperatura Pt1000, 1 sensor Grundfos Direct Sensors
Salidas	2 Relés semiconductores, 2 salidas PWM.
Interfaz de datos	VBus*
Alimentación	100 ... 240V~ (50...60 Hz)
Potencia de salida	1 (1) A 240 V~ (relé semiconductor)
Potencia total de salida	4 A 240 V~
Tipo de conexión	Y
Consumo en modo de espera	< 1 w
Categoría de protección	1
Funcionamiento	tipo 1. C.Y
Ratio de sobretensión transitoria	2,5 kV
Transmisión de corriente VBus*	35 mA
Índice de contaminación	2

Incluye 4 sondas Pt1000 (2x FRP, 2 x FRPq)



Ficha técnica caldera de gas natural: ISOFAST Condens

ISOFAST Condens

Gama ISO con START&HOT MICROFAST 2.0 de 35 kW



Totalmente renovada

Hemos actualizado una de nuestras mejores calderas, que ahora cuenta con el sistema de acumulación START&HOT MICROFAST 2.0, capaz de producir agua caliente sin detener el aporte de calefacción. La nueva ISOFAST Condens es la respuesta tecnológica, inteligente y eficaz, a las actuales necesidades de ahorro, confort y ecología. También cuenta con un gran conjunto de accesorios especialmente diseñado, gracias a los cuales se satisfacen prácticamente sin limitaciones todas las necesidades de confort en la vivienda.

Tecnología, estética, manejo y un único objetivo: incrementar aún más el nivel de confort

Y además

- Muy silenciosa
- Diseño "One box"
- Interfaz intuitivo mejorado, one key one function display
- Mando a distancia modulante inalámbrico de serie
- Válvula de llenado automático
- Bomba de calefacción de alta eficiencia como cumplimiento de la normativa de ecodiseño ErP
- Adaptada para instalaciones solares

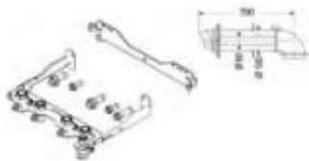
Incluido en el embalaje de la caldera:
EXACONTROL E7 R

- Radio control-termostato programador modulante (ref. 0020085217)



Accesorios de instalación incluidos:

- Placa de conexiones (ref. 0020136418)
- Ventosa de evacuación 60/100 (ref. 0020084572)



Para otras configuraciones de plantillas y accesorios de evacuación ver página 35

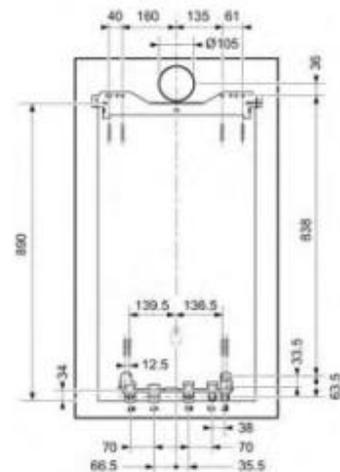


Dimensiones



Cota	(mm)
A	138
B	380
C	470
D	890

Dimensiones con la plantilla de instalación

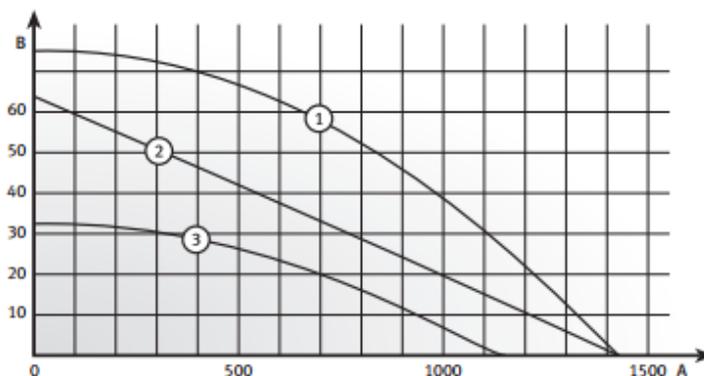




ISOFAST Condens

	Ud	35
Referencia	GN/GP ¹	0010019549
Tipo de gas		II2H3P
Caudal de gas a Pmáx. (G20)	m ³ /h	3,778
Calefacción		
Potencia útil (50/30 °C)	kW	9,3 - 32,8
Potencia útil (80/60 °C)	kW	8,5 - 30
Rendimiento s/PCI (50/30 °C) G20	%	107,1
Rendimiento s/PCI (80/60 °C) G20	%	97,9
Temperatura	°C	10 / 80
Máxima presión de trabajo	MPa/bar	0,3 / 3
Caudal de condensados a Pmax	l/h	3,10
Capacidad del vaso de expansión	L	12
Agua caliente sanitaria		
Potencia útil	kW	8,7 - 35,7
Ajuste de temperatura	°C	38 - 60
Caudal mínimo	L/min.	1,9
Caudal específico EN 13.203 (ΔT 25 °C)	L/min.	20,4
Máxima presión de agua admisible	MPa/bar	1 / 10
Volumen del acumulador de ACS	L	3
Evacuación de humos		
Longitud máx. horizontal C13 60/100	m	10
Longitud máx. horizontal C13 80/125	m	25
Longitud máx. doble flujo C83 80/80	m	2x20
Circuito eléctrico		
Máximo consumo	W	113
Protección	-	IPX4D
Otros datos		
Ø Tubo evacuación de válvula seguridad	mm	13,5
Ø Tubo evacuación de condensados	mm	14,0
Dimensiones y peso		
Anchura	mm	470
Profundidad	mm	380
Altura	mm	890
Peso de montaje	kg	48,0

¹) La caldera viene ajustada para Gas Natural. Para Propano es necesario ajustar la regulación con una sencilla y rápida manipulación del mecanismo de gas. No apta para Gas Butano.



- 1** Velocidad máxima, bypass cerrado
- 2** Velocidad máxima, bypass abierto (=20%), posición de fábrica
- 3** Velocidad mínima, bypass abierto (=20%), posición de fábrica
- A** Caudal de agua en el circuito de calefacción (l/h)
- B** Presión disponible en el circuito de calefacción (kPa)



Curva de presión disponible de la bomba del circuito de calefacción ISOFAST Condens de 35 kW

Ficha técnica Electrobomba Circuladora: SR3

KIPPSOL

SR3

ELECTROBOMBAS CIRCULADORAS DE ROTOR HÚMEDO

- 3 VELOCIDADES
- DESBLOQUEO MANUAL EXTERNO

APLICACIONES

- Recirculación de agua en instalaciones domésticas de calefacción y circuito primario de instalaciones de agua caliente sanitaria.



CAMPO DE TRABAJO

- Líquidos limpios no agresivos, ni explosivos, sin partículas sólidas ni fibras en suspensión.
- Fluidos bombeados (S3 25-70):
 - mezcla de agua y glicol, 1:1 máx.
 - al añadir glicol se deben corregir las prestaciones de la bomba a causa de la mayor viscosidad (dependiendo del % de mezcla).
- Temperatura del líquido:
 - de +10 °C a +110 °C.
 - de -10 °C a +110 °C (para la S3 25-70).
- Presión máxima de servicio: 10 bar.
- Presión necesaria en la boca de aspiración para evitar cavitación: 14 m (cuando la temperatura del agua sea de +110 °C).
- Las bombas deberán instalarse con el eje motor en posición horizontal (ver esquema inferior).
- Bocas (asp./imp.): roscadas.

MOTOR

- Asíncrono, monofásico (230 V - 50 Hz) con rotor húmedo.
- 3 velocidades.
- Condensador incorporado.
- IP 44, aislamiento clase H.
- Sentido de rotación: antihorario (visto desde el lado del motor).

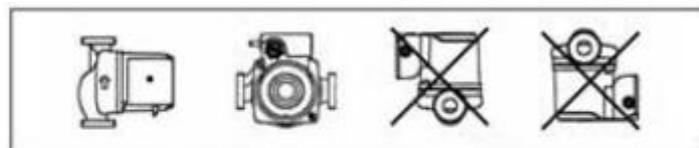


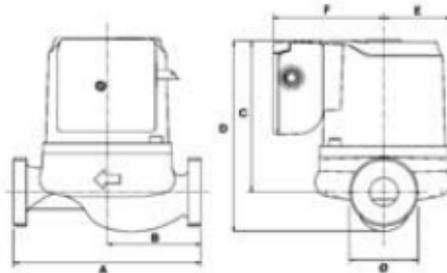
TABLA DE MATERIALES

Componente	Material
Cuerpo de bomba	Hierro fundido EN-GJL-200 (ex G20)
Impulsor	Tecnopolimero
Camisa motor y anillo guía	Ac. Inoxidable X CrNiMo 17-12-2 (AISI 316)
Eje	Acero cromado X 30 Cr 13
Carcasa motor	Aluminio
Cojinete de empuje	Grafito/Cerámica
Cojinete de bomba	Acero niquelado

TABLA DE PRESTACIONES

Bomba	Tensión (V)	Ø Bocas	Separación mm	µF	VEL.	Pot. Abs. W	Amp.	r.p.m.	Caudal								P.V.P. (€)		
									l/min.	10	20	30	40	50	60	70			
										m³/h	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6		4,2	
SR3 15/40 1" - 130	1 x 230 V	1"	130	2,0	3	71	0,30	1950	Altura manométrica (m.c.a.)	3,7	3,0	2,2	1,4	0,5				104	
SR3 25/40 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		2	55	0,24	1550		3,1	2,2	1,2	0,2						104
SR3 25/40 1" 1/2 - 180	1 x 230 V	1" 1/2	180		1	40	0,18	1550		1,9	1,0								104
SR3 32/40 2" - 180	1 x 230 V	2"	180	2,5	3	104	0,45	1850		5,4	4,5	3,5	2,6	1,6	0,8				111
SR3 15/50 1" - 130	1 x 230 V	1"	130		2	78	0,35	1400		4,0	3,0	1,8	1,0						111
SR3 25/50 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		1	56	0,26	950		2,4	1,2	0,2							111
SR3 32/50 2" - 180	1 x 230 V	2"	180	2,8	3	110	0,48	1800		5,5	4,9	3,8	3,2	2,4	1,5	0,5			138
SR3 15/60 1" - 130	1 x 230 V	1"	130		2	83	0,37	1400		4,5	3,5	2,2	1,3	0,4					138
SR3 25/60 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	130		1	60	0,27	1050		2,8	1,6	0,5							138
SR3 32/60 2" - 180	1 x 230 V	2"	180	3,5	3	150	0,67	2230		6,57	6,15	5,63	5,06	4,44	3,73	2,82			181
SR3 25/70 1" 1/2 - 130	1 x 230 V	1" 1/2	180		2	132	0,62	1800		6,16	5,52	4,69	3,77	2,80					181
					1	101	0,50	1290		4,61	3,36	2,09	1,16						

Juego de racores (opcional).

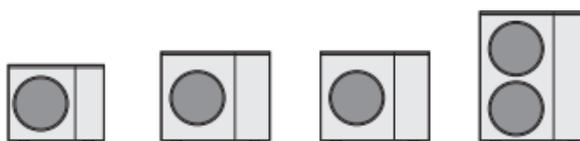


DIMENSIONES Y PESOS

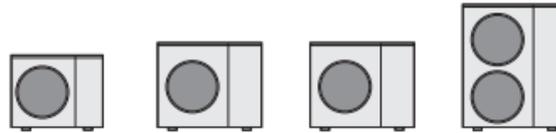
Bomba	Ø Bocas	Dimensiones (mm)						Peso (Kg)
		A	B	C	D	E	F	
SR3 15/40 1" - 130	1"	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 25/40 1" 1/2 - 130	1" 1/2	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 25/40 1" 1/2 - 180	1" 1/2	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 32/40 2" - 180	2"	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 15/50 1" - 130	1"	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 25/50 1" 1/2 - 130	1" 1/2	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 25/50 1" 1/2 - 180	1" 1/2	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 32/50 2" - 180	2"	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 15/60 1" - 130	1"	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,9
SR3 25/60 1" 1/2 - 130	1" 1/2	130	65	105,4	135	46,6	76,7	2,9
SR3 25/60 1" 1/2 - 180	1" 1/2	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,9
SR3 32/60 2" - 180	2"	180	90	105,4	135	46,6	76,7	2,8
SR3 25/70 1" 1/2 - 180	1" 1/2	180	90	121,6	145,5	49	76,7	3,5

Ficha técnica Bomba de Calor: GENIA AIR 8/1

Datos técnicos GENIA AIR (e-bus)



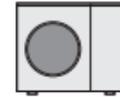
Ud	5/1	8/1	11	15/1
Alimentación	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Límite de funcionamiento mín. (en calef.) °C	-15	-20	-20	-20
Límite de funcionamiento máx. (en calef.) °C	28	28	28	28
Límite de funcionamiento mín. (en refrig.) °C	10	10	10	10
Límite de funcionamiento máx. (en refrig.) °C	46	46	46	46
Ida 35 °C, retorno 30 °C, temperatura seca 7 °C				
Potencia nominal de calefacción kW	4,70	7,60	10,60	14,60
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	7,20	9,50	11,30	16,60
Consumo eléctrico nominal kW	1,10	1,69	2,47	3,40
COP nominal	4,70	4,50	4,30	4,50
COP alcanzable a carga parcial	5,10	4,80	4,50	4,50
Intensidad eléctrica nominal A	4,80	8,28	12,04	14,80
Ida 35 °C, retorno 30 °C, temperatura seca 2 °C				
Potencia nominal de calefacción kW	5,00	7,30	9,80	14,00
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	6,40	8,30	9,80	14,70
Consumo eléctrico nominal kW	1,52	2,35	3,27	4,24
COP nominal	3,30	3,10	3,00	3,30
COP alcanzable a carga parcial	3,80	4,10	3,90	3,70
Intensidad eléctrica nominal A	6,59	10,24	14,20	18,45
Ida 35 °C, retorno 30 °C, temperatura seca -7 °C				
Potencia nominal de calefacción kW	4,90	6,20	7,60	11,80
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	4,90	6,20	7,60	11,80
Consumo eléctrico nominal kW	2,04	2,58	3,17	4,54
COP nominal	2,40	2,40	2,40	2,60
COP alcanzable a carga parcial	2,70	3,20	3,10	2,80
Intensidad eléctrica nominal A	8,88	11,23	13,77	19,73
Ida 45 °C, retorno 40 °C, temperatura seca 7 °C				
Potencia nominal de calefacción kW	4,40	7,20	10,20	13,40
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	8,10	9,50	11,90	15,70
Consumo eléctrico nominal kW	1,30	2,06	3,05	4,10
COP nominal	3,40	3,50	3,35	3,40
COP alcanzable a carga parcial	3,50	3,70	3,50	4,10
Intensidad eléctrica nominal A	5,70	9,61	14,13	17,80
Ida 18 °C, retorno 23 °C, temperatura seca 35 °C				
Potencia nominal de refrigeración kW	4,40	7,60	10,50	13,70
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	6,20	8,10	11,10	14,90
Consumo eléctrico nominal kW	1,40	2,11	3,09	4,40
EER nominal	3,40	3,60	3,40	3,20
EER alcanzable a carga parcial	5,00	4,30	5,60	4,10
Intensidad eléctrica nominal A	6,10	10,61	15,69	19,10
Ida 7 °C, retorno 12 °C, temperatura seca 35 °C				
Potencia nominal de refrigeración kW	3,20	5,60	7,90	10,80
Pot. alcanzable en régimen permanente kW	4,30	6,60	8,30	12,00
Consumo eléctrico nominal kW	1,50	1,93	2,82	4,50
EER nominal	2,40	2,90	2,80	2,50
EER alcanzable a carga parcial	3,50	3,00	4,20	3,00
Intensidad eléctrica nominal A	6,50	9,54	13,38	19,60



Ud		5/1	8/1	11	15/1
Circuito frigorífico					
Tipo de fluido refrigerante		R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Tipo de compresor		Rotativo	Rotativo	Rotativo	Rotativo
Contenido de gas refrigerante	kg	1,80	1,80	1,80	1,80
Circuito hidráulico					
Presión mín/máx	bar	1/3	1/3	1/3	1/3
Caudal de agua máx.	l/h	860	1.400	1.900	2.590
Volumen mínimo de agua	l	17	21	35	60
Presión disponible	mbar	640	450	300	370
Otras características técnicas					
Intensidad máxima absorbida	A	16	16	20	25
Temperatura máxima de ACS	°C	60	63	63	63
Máximo caudal de aire	m ³ /h	2.000	2.700	3.400	5.500
Presión acústica A _{7W35} *	db(A)	44	46	51	51
Presión acústica A _{35W18} *	db(A)	44	48	52	52
Potencia acústica A _{7W35} **	db(A)	58	60	65	65
Potencia acústica A _{35W18} **	db(A)	58	62	66	66
Dimensiones (Alto/Ancho/Profundo)	mm	800/980/360	942/1.103/415	942/1.103/415	1.340/1.103/415
Peso neto	kg	90	106	126	165
Conexiones circuito hidráulico	Pulgadas	1 ¼	1 ¼	1 ¼	1 ¼

* en campo llano a 2 metros
 ** EN 12102 y EN ISO 9614-1

Rendimiento Bomba de Calor: GENIA AIR 8/1



Rendimiento GENIA Air 8/1

Tª Ext °C	W 30-35 °C			W 45-40 °C			W 55-47 °C		
	Potencia máx. (kW)*	Potencia mín. (kW)	COP máx.**	Potencia máx. (kW)*	Potencia mín. (kW)	COP máx.**	Potencia máx. (kW)*	Potencia mín. (kW)	COP máx.**
-15	4,2	1,8	2,3	3,6	1,5	2,0	-	-	-
-10	5,7	2,3	2,5	4,7	2,1	2,1	3,5	2,2	2,0
-7	6,2	3,0	3,2	5,2	2,8	2,6	4,0	2,5	2,1
-3	7,1	2,0	3,6	6,0	1,8	2,9	4,7	2,3	2,3
0	7,8	2,2	3,9	6,6	2,0	3,1	5,5	2,6	2,5
2	8,3	2,3	4,1	7,0	2,2	3,3	5,9	2,8	2,6
7	9,5	3,0	4,8	9,5	2,6	3,7	7,2	3,2	2,9
10	9,8	2,9	5,0	9,9	2,7	3,9	8,0	3,4	3,1
20	12,1	3,4	5,8	10,5	3,2	4,4	8,8	4,0	3,5
30	14,0	4,2	8,2	12,1	4,1	5,8	10,1	5,0	4,3

Tª Ext °C	Potencia nom. (kW)	COP nominal	Potencia nom. (kW)	COP nominal
7	7,6	4,5	7,2	3,5
2	7,3	3,1	-	-
-7	6,2	2,4	-	-

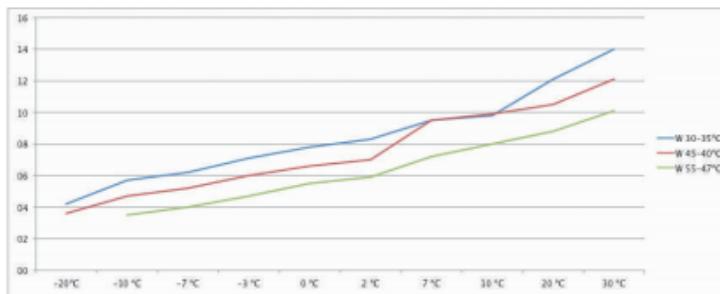


Gráfico de potencia alcanzable en diferentes condiciones de trabajo

Tª Ext °C	W 12-7 °C			W 23-18 °C		
	Potencia máx. (kW)*	Potencia mín. (kW)	EER máx.**	Potencia alcanz. (kW)*	Potencia mín. (kW)	EER máx.**
10	11,1	1,0	6,7	13,3	1,5	14,0
15	9,4	1,0	5,3	12,8	1,5	9,4
25	8,6	2,0	4,0	9,5	2,9	6,0
35	6,6	1,9	3,0	8,1	2,7	4,3
45	5,1	1,6	2,2	7,3	2,4	3,1

Tª Ext °C	Potencia nom. (kW)	EER nominal	Potencia nom. (kW)	EER nominal
35	5,6	2,9	7,6	3,6

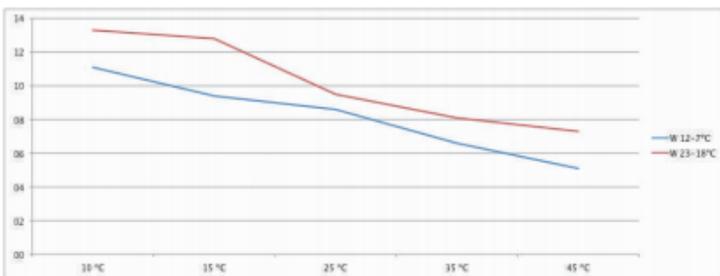


Gráfico de potencia alcanzable en diferentes condiciones de trabajo

* En régimen permanente
** A carga parcial

Ficha técnica Fancoil: SD 4-060 ND

Conductos							
Aplicación	Vivienda unifamiliar, oficinas y comercios						
Capacidades	2 kW / 4 kW / 6 kW / 9 kW						
Características	Velocidad	Unidad	Modelo				
Referencia			SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	
Alimentación		V / Ph / Hz	220-240 / 1 / 50				
Ventilación	Max/Med/Min	m ³ /h	340 / 255 / 170	680 / 510 / 340	1.200 / 765 / 510	1.700 / 1.275 / 850	
Presión estática exterior			12 Pa (por defecto), se puede cambiar a 30 ó 50				
Refrigeración ¹	Capacidad	Max/Med/Min	kW	2,2 / 1,9 / 1,68	4 / 3,4 / 2,95	5,8 / 4,88 / 4,45	9 / 7,8 / 6,57
	Caudal		l/h	378	688	998	1.548
	Pérdida de presión		kPa	9,4	9,7	30,1	21,8
Calefacción ²	Capacidad	Max/Med/Min	kW	3,5 / 3,08 / 2,59	6,8 / 5,85 / 5,1	9,8 / 8,6 / 7,4	15,5 / 14,24 / 12
	Pérdida de presión		kPa	16	28	45	90
Potencia			W	10,7	33	28	28
Presión acústica	12 Pa	Max/Med/Min	dB (A)	36 / 32 / 26	37 / 34 / 27	39 / 36 / 29	42 / 39 / 32
	30 Pa			40 / 36 / 29	42 / 38 / 31	44 / 40 / 33	46 / 42 / 34
	50 Pa			42 / 39 / 31	45 / 41 / 33	47 / 43 / 35	50 / 45 / 37
Motor del ventilador			1 Motor DC			2 Motores DC	
Nº de ventiladores			1	2	2	4	
Dimensiones	Ancho x alto x profundo		mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522
Peso neto			kg	16,7	21	23,7	34,7
Batería	Filas	Max	MPa	3			
	Presión de trabajo			1,6			
	Diámetro			ø9,52			
Tubería entrada/salida de agua			Inch	RC3/4			
Tubería de desagüe			mm	ODø24			

(1) Condiciones de refrigeración: Entrada de agua a 7°C, salto a 5°C. 27°C de bulbo seco y 19°C de bulbo húmedo

(2) Condiciones de calefacción: Entrada de agua a 50°C. 20°C de bulbo seco

Ficha técnica Rejilla impulsión: Serie SL



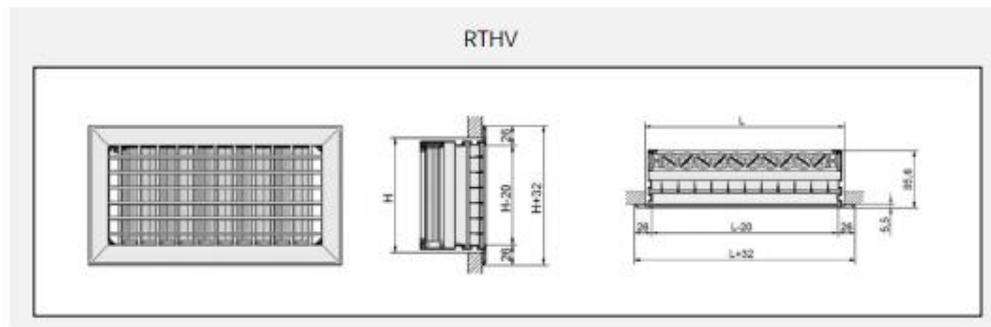
RTHV

Rejilla doble deflexión horizontal-vertical de impulsión con regulación por tornillo

Descripción

Rejilla de difusión RTHV de aluminio extrusionado con marco estándar de 26 mm y lamas horizontales y verticales móviles, que permiten su regulación de forma individual, adaptando el alcance y la vena de aire a las necesidades requeridas.

Dispone de compuerta de regulación de caudal integrada, accionable manualmente, por medio de tornillo.



Datos técnicos

Dimensiones	Medidas estándar: L: 200 – 800 mm, H: 100 – 200 mm
Material	Aluminio extrusionado
Acabados	Blanco (RAL 9010) Anodizado
Sistema de fijación*	Clip (K), requiere marco de montaje Tornillo (T), requiere marco de montaje
Accesorios compatibles	Marco de montaje Plenum de rejilla (PREJ)

*Nota: para el montaje de rejillas en techo, Airzone recomienda el uso de fijación por tornillo.

Tabla de selección RTHV

AK (dm ²)	LxH (mm)	QV (m ³ /h)									
		150	200	300	400	500	700	900	1200	1500	
1,05	200x100	- 4,3 4,0 10,0	18,0 5,8 5,3 17,0	27,0 8,2 8,0 38,0							
1,52	300x100 200x150	- 3,6 2,7 4,8	15,0 4,7 3,7 7,6	20,0 6,1 5,5 18,0	27,0 9,6 6,2 32,0						
2,28	400x100 450x100 300x150 200x200		- 3,9 2,4 3,8	16,0 5,9 3,6 7,6	19,0 7,8 4,8 14,0	24,0 9,8 6,1 22,0					
2,85	500x100 250x200			- 5,3 2,9 4,8	15,0 6,3 3,9 10,0	20,0 8,7 4,8 14,0	28,0 13,0 6,8 28,0				
3,80	600x100 400x150 300x200				- 6,0 2,9 4,8	16,0 7,6 3,7 7,6	22,0 11,0 5,1 16,0	28,0 14,0 6,5 26,0			
4,66	500x150 400x200				- 5,5 2,4 3,8	- 6,8 2,9 5,7	18,0 9,6 4,2 10,0	24,0 13,0 5,4 17,0	30,0 17,0 7,1 30,0		
5,70	600x150 500x200					- 6,2 2,4 3,8	14,0 8,9 3,4 6,7	20,0 12,0 4,4 11,0	21,0 15,0 5,8 21,0	32,0 19,0 7,2 32,0	
7,41	600x200						- 7,6 2,6 3,8	15,0 9,7 3,4 6,7	22,0 13,0 4,5 12,0	28,0 16,0 5,6 19,0	

NR V	L1 Pa	Nivel sonoro en dBA	Alcance en metros
		Velocidad en m/s	Presión en Pascales

AK: Área efectiva (dm ²)	L: Longitud (mm)
QV: Caudal (m ³ /h)	H: Altura (mm)

Resultados obtenidos mediante simulación software

Ficha técnica Rejilla retorno: Serie AR-AEa



PÁGINA PRINCIPAL > Productos > Difusores de aire > Rejillas de aire > Serie AR-AE

Serie AR-AEa



- Rejillas para retorno
- Preferente para montaje en pared y conducto
- Materiales: aluminio y chapa de acero

DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Las rejillas son adecuadas para su montaje en pared o en conducto. El montaje se puede realizar directamente en el conducto o bien, si se desea, mediante un marco de montaje, por ejemplo en una pared de obra.

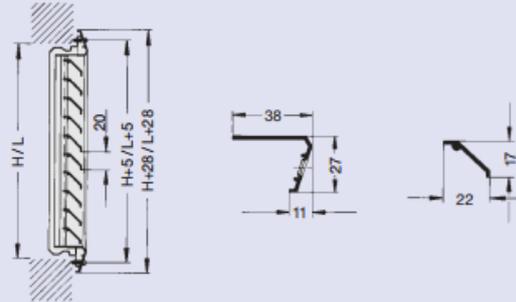
Ejecuciones:

Serie AR: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas horizontales colocadas de forma inclinada, con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

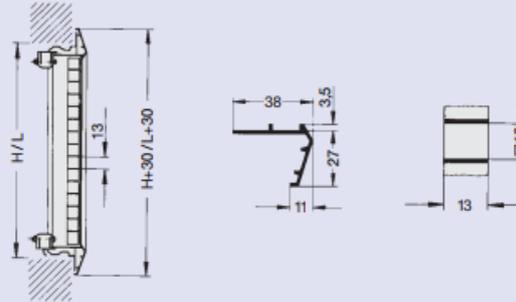
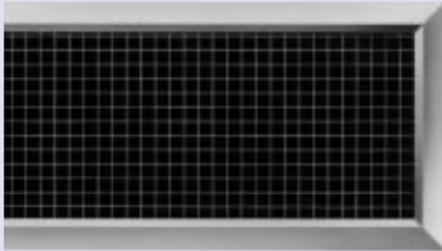
Serie AE: Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas de retículo fija, sujeción con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

Para la optimización de la distribución del aire se monta por la parte posterior una regulación con lamas acopladas en oposición y que se pueden ajustar desde la parte frontal.

Serie AR



Serie AE



Parte posterior



...-AG

Tamaños suministrables

H en mm \ L en mm	225	325	425	525	625	825	1025	1225
125	•	•	•	•	•	•	•	•
225		•	•	•	•	•	•	•
325			•	•	•	•	•	•
425					•	•	•	•
525							•	•

ANEXO II

ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL CAPTADOR SOLAR PLANO

Cálculo de la Irradiación media

En primer lugar antes de empezar a realizar el estudio completo para la elección de la mejor opción del captador solar plano es necesario realizar el cálculo de la Irradiación media.

El cual una vez conocidos los valores de inclinación óptima nos servirá para calcular el rendimiento de los captadores solares.

$$I_s = \frac{H_T \cdot N_{dm}}{N_{hc}} \cdot \frac{10^6 J}{1 MJ} \cdot \frac{1 h}{3600 s}$$

Donde,

H_T es el valor de la media mensual diaria de radiación solar sobre una superficie inclinada, medida en $MJ/m^2 \cdot \text{día}$.

N_{dm} es el número de días que tiene el mes.

N_{hc} son las horas de sol en un mes.

Como se observa, se han realizado una serie de conversiones para poder expresar la irradiación en unidades del Sistema Internacional ($W/m^2 \text{ mes}$). Los datos obtenidos son:

Mes	Radiación solar sobre sup. Inclínada (MJ/ m ² · día)	Nº días del mes	Nº horas de sol al mes (h)	Irradiación solar mensual (W/m ²)
Enero	11.8	31	193	526.48
Febrero	14.88	28	128	904.16
Marzo	19.28	31	197	842.75
Abril	21.77	30	257	705.90
Mayo	23.23	31	317	631.02
Junio	25.75	30	292	734.87
Julio	27.7	31	337	707.79
Agosto	25.66	31	293	754.13
Septiembre	22.62	30	235	802.12
Octubre	17.27	31	167	890.50
Noviembre	12.59	30	201	521.97
Diciembre	9.83	31	177	478.23

 Tabla 78 Irradiación solar mensual para una inclinación de 30° en W/m²

Cálculo del rendimiento

Según el apartado 6.1.4.8.4 de la Norma UNE-EN 12975, se deberá realizar la representación gráfica de η mediante ajuste estadístico de curvas, usando el método de mínimos cuadrados para obtener la curva de eficiencia instantánea de la forma:

$$\eta = \eta_0 - a_1 T_m^* - a_2 \cdot G \cdot (T_m^*)^2$$

Ecuación 34

Donde, la diferencia de temperaturas reducida se calcula como:

$$T_m^* = \frac{t_m - t_a}{G}$$

Ecuación 35

Siendo, t_m la temperatura media del fluido caloportador a la entrada y salida del colector en °C, t_a la temperatura ambiente en °C, y G es el valor de irradiancia que recibe el colector, en W/m².

En la siguiente tabla se recogen los diferentes tipos de colectores elegidos para realizar este cálculo junto las curvas de rendimiento presentadas por los distintos fabricantes:

Modelo de colector	Curva de rendimiento
Chromagen PA-E	$\eta = 0.797 - 3.689 \cdot \frac{t_m - t_a}{G} - 0.0126 \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$
Baxi AR 20 (tubo de vacío)	$\eta = 0.768 - 1.36 \cdot \frac{t_m - t_a}{G} - 0.0053 \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$
Baxi Sol 200	$\eta = 0.817 - 3.716 \cdot \frac{t_m - t_a}{G} - 0.018 \cdot \frac{(t_m - t_a)^2}{G}$

Tabla 79 Curvas de rendimiento de los distintos modelos de colectores estudiados

Además, se ha decidido tener en cuenta también el ratio coste/potencia útil (R) para seleccionar el colector adecuado, siguiendo esta ecuación:

$$R = \frac{P_c}{Q_{\text{útil}}} = \frac{P_c}{\eta \cdot I_s \cdot A_c}$$

Ecuación 36

Donde:

R es el ratio coste/potencia útil, €/w.

P_c es el precio unitario de un colector, en €.

A_c es el área del colector, en m².

I_s es la irradiación solar, en W/m².

En la siguiente tabla se recogen los datos de área y precio de los distintos modelos:

Modelo de colector	P _c (€)	A _c (m ²)
Chromagen PA-E	578	2.17
Baxi AR 20 (tubo de vacío)	1751	2.15
Baxi Sol 200	566	1.9

Tabla 80 Área y precios de los colectores.

Los resultados obtenidos son:

Chromagen PA-E		
Mes	Rendimiento	R(€/w)
Enero	0.265	1.908
Febrero	0.487	0.605
Marzo	0.465	0.680
Abril	0.400	0.943
Mayo	0.353	1.195
Junio	0.416	0.871
Julio	0.401	0.938
Agosto	0.426	0.830
Septiembre	0.448	0.741
Octubre	0.483	0.620
Noviembre	0.261	1.959
Diciembre	0.211	2.634

Tabla 81 Rendimiento y ratio del colector Chromagen PA-E

Baxi AR 20 (tubo de vacío)		
Mes	Rendimiento	R(€/w)
Enero	0.565	2.736
Febrero	0.650	1.386
Marzo	0.641	1.507
Abril	0.617	1.870
Mayo	0.599	2.155
Junio	0.623	1.779
Julio	0.617	1.864
Agosto	0.626	1.724
Septiembre	0.635	1.599
Octubre	0.648	1.411
Noviembre	0.564	2.769
Diciembre	0.545	3.126

Tabla 82 Rendimiento y ratio del colector Baxi AR 20 (tubo de vacío)

Baxi Sol 200		
Mes	Rendimiento	R(€/w)
Enero	0.237	2.391
Febrero	0.479	0.688
Marzo	0.454	0.778
Abril	0.384	1.099
Mayo	0.333	1.419
Junio	0.401	1.010
Julio	0.385	1.092
Agosto	0.412	0.959
Septiembre	0.436	0.852
Octubre	0.474	0.706
Noviembre	0.232	2.464
Diciembre	0.178	3.498

Tabla 83 Rendimiento y ratio del colector Baxi Sol 200

El mejor colector será, por tanto, el que tenga un rendimiento mayor y el menor ratio R posible. Para visualizar mejor los datos anteriores se ha realizado un gráfico comparativo:

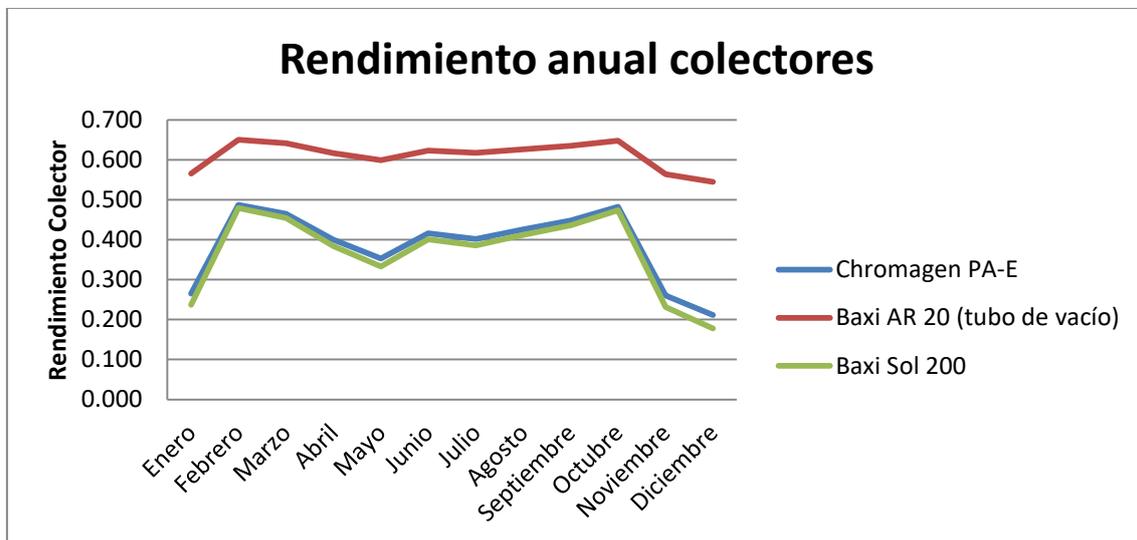


Gráfico 4 Gráfica comparativa de los rendimientos anuales de los colectores

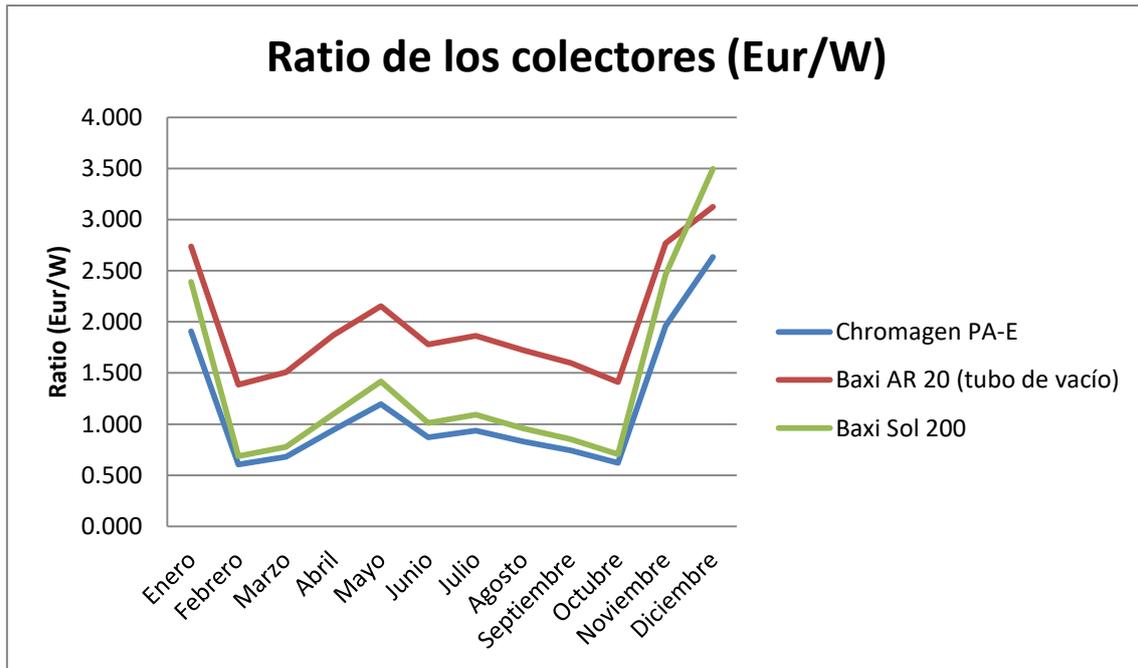


Gráfico 5 Gráfica comparativa de los ratios anuales de los colectores.

Como podemos observar, el colector de mayor rendimiento es el modelo Baxi AR 20, a su vez también podemos observar que es el que mayor ratio Eur/W tiene, por lo que es el que peor ratio tiene, lo que hace que nos centremos en las otras dos opciones existentes, ya que no nos conviene tener mucho rendimiento si a su vez el ratio calculado es el peor de las 3 opciones.

Centrándonos en las otras dos opciones existentes vemos que el rendimiento está muy igualado siendo el captador de Chromagen algo más eficiente, y pasando a observar el ratio calculado aquí se ve claramente que el que tiene un ratio menor y por lo consiguiente sería el que mejor ratio tiene es el de Chromagén.

Por todo esto la selección de captador solar plano que haríamos para nuestra instalación sería el captador solar de la marca Chromagen el modelo PA-E.

No obstante se quiere afianzar esta elección comparando la opción del captador PA-E de Chromagen y la opción del Sol200 de Baxi, por tener unos valores muy próximos, con la herramienta CHEQ4 que nos proporciona el IDEA. Se ha decidido realizarlo mediante esta plataforma ya que el CHEQ4 tiene en consideración tuberías y aislamientos, contribución solar y es más real que otros simuladores ya que incluso llega a incluir pérdidas en tuberías.

Con las comprobaciones que realiza el programa de cálculo CHEQ4, el captador de Chromagen PA-E, cumple con los requerimientos de contribución solar mínima exigida por la HE4, y el propio programa genera el siguiente informe:

CHEQ4



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

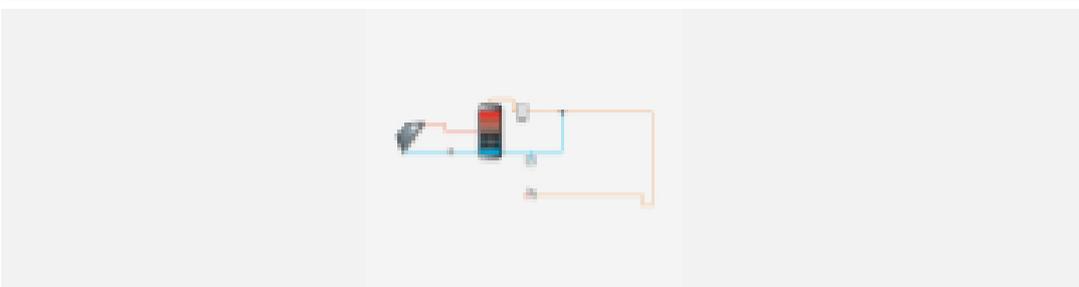
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

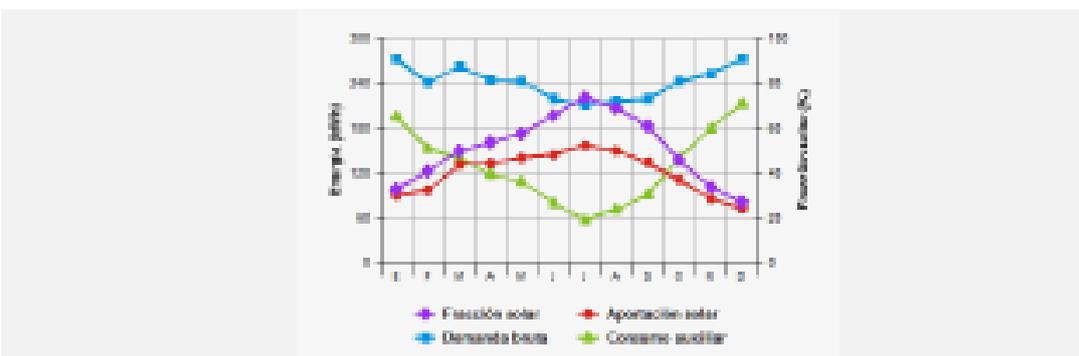
Nombre	
Empresa o Institución	
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Teruel (Teruel)											
Altura respecto la referencia [m]	0											
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con Interacumulador											
Demanda [l/día a 80°C]	140											
Ocupación	Ens	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Día
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	50
Demanda neta [kWh]	2
Demanda bruta [kWh]	2
Aporte solar [kWh]	1
Consumo auxiliar [kWh]	1
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	313

Mientras que para el caso del captador solar de la marca Baxi modelo SOL200, también con las comprobaciones que realizar el propio programa, cumpliríamos con la contribución solar mínima exigida por la HE4, no dejándonos generar ningún certificado, pero a continuación se podrá observar en una fotográfica las especificaciones que muestra el programa para dicho captador:

CAPTADORES

Empresa: Baxi Calefaccion

Marca/Modelo: SOL 200

AVISO:
Verificar la existencia y vigencia de la certificación del captador seleccionado.

Datos de ensayo

Área (m2)	1.887
n0 (-)	0.804
a1 (W/m2K)	3.75
a2 (W/m2K2)	0.014
Qtest(I/hm2)	74.192
k50	0.94
Laboratorio	Fraunhofer
Certificación	GPS-8417

CAMPO DE CAPTADORES

Núm. captadores: Captadores en serie: Pérdidas sombras (%):

Orientación (°): Inclinación (°): Área total captadores (m2): 1.89

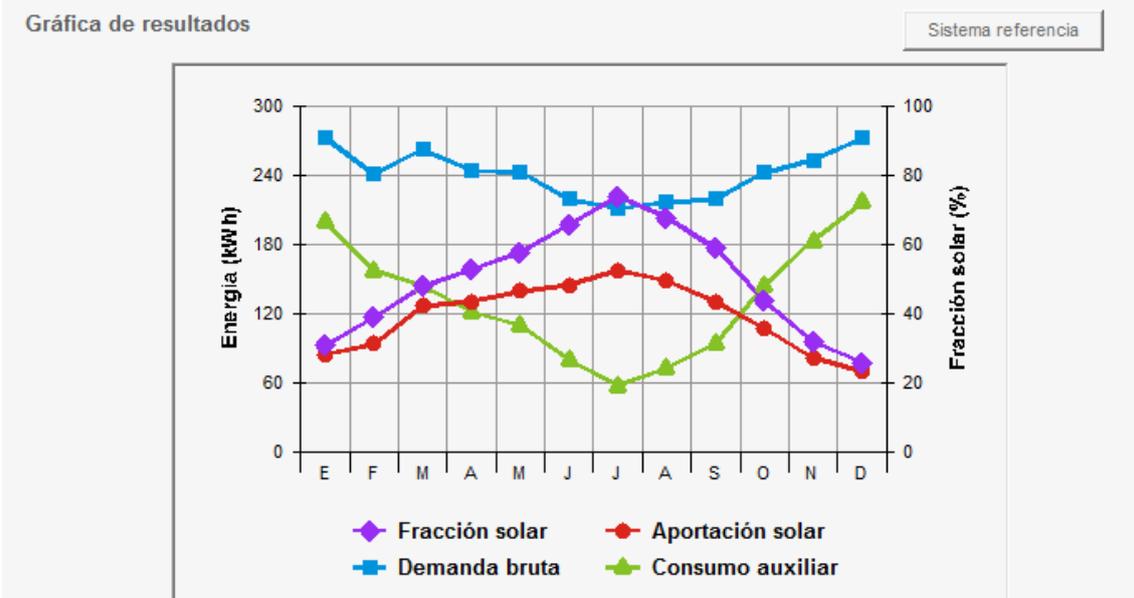
RESULTADO:

La instalación solar térmica especificada **NO CUMPLE**, mediante este procedimiento, los requerimientos de contribución solar mínima exigida por la HE4

Certificado

Tabla de resultados

Fracción Solar (%)	Demanda neta (kWh)	Demanda bruta (kWh)	Aporte solar (kWh)	Cons. auxiliar (kWh)	Reducción CO2 (kg)
49	2	2	1	1	307



Por lo que ahora sí, y basándonos en lo establecido por el código técnico el captador final que seleccionaríamos para nuestra instalación sería el de la marca Chromagen, modelo PA-E.

ANEXO III

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA LA SELECCIÓN DE LA CALDERA

Balance económico

El estudio que se va a describir a continuación tiene como fin completar el pequeño estudio realizado en el apartado 9.3.9 del apartado presente en el capítulo de cálculos justificativos.

Por ellos el estudio se va a basar en dos tipos principales de combustible: el gas natural y la biomasa, debido a que ambos son muy competitivos y ofrecen numerosas ventajas tanto económicas como medioambientales respecto a otros combustibles, los cuales no se han introducido en el presente estudio debido a que son más contaminantes que los presenten y el precio es más elevado por lo que se ha decidido no tener en cuenta.

Básicamente, lo que reflejaba el estudio realizado es que el precio de las calderas es similar y, dado que el coste de combustible es más económico en el caso de la biomasa se podría contemplar la idea de que resultará más rentable instalar esta opción.

Aun así, haciendo un poco de comparativa entre precios de la instalación de gas natural, de la de biomasa y por supuesto el ahorro que se tiene al instalar una u otra, se llegó a la conclusión, que no era tanto el ahorro que se tenía como el coste que había que hacer inicialmente por ello se decidió no optar por la caldera de biomasa y escoger la de gas natural.

En este capítulo se pretende fundamentar mejor esta elección realizando un estudio más completo.

Veamos a qué cantidad asciende la inversión para cada uno de los casos. En la siguiente tabla se resumen los costes estimados a modo de comparación:

Gas natural		Biomasa	
Elemento	Coste (€)	Elemento	Coste (€)
Caldera	2900	Caldera	3726.8
Chimenea	224	Chimenea	224
Instalación	500	Silo	2015
Total	3624	Total	5965.8

Tabla 84 Desglose de la inversión inicial en las dos opciones

Todos los precios expuestos en la tabla anterior son obtenidos mediante catálogo de fabricante y generador de precios.

Frente a estos datos, la inversión real que se tiene es la diferencia entre instalar la caldera de biomasa y de gas natural, por tanto:

$$\text{Inversión real} = 5965.8 - 3624 = 2341.8 \text{ €}$$

Por otra parte calculamos el gasto de energía anual que tenemos en cada una de las opciones. Para ello tendremos en cuenta el caso más desfavorable y supondremos que la caldera funciona todo el año, incluiremos el rendimiento de cada una de ellas y tendremos en cuenta el coste de cada combustible y su evolución para los próximos años. Los datos introducidos en una hoja de cálculo Excel son los siguientes:

	Gas natural	Biomasa
Demanda anual (kWh/año)	2893.15	2893.15
Rendimiento Caldera (%)	97.9	89
Coste(€/kWh)	0.06	0.04
Aumento anual del coste (%)	6	3

Tabla 85 Datos para el cálculo del coste anual de las instalaciones

Restando los valores para las dos opciones encontramos el ahorro anual:

Año	Gas natural (€/año)	Biomasa (€/año)	Ahorro (€)
1	177.31	125.79	51.52
2	187.95	129.56	58.39
3	199.23	133.45	65.78
4	211.18	137.45	73.73
5	223.85	141.58	82.28
6	237.28	145.82	91.46
7	251.52	150.20	101.32
8	266.61	154.70	111.91
9	282.61	159.35	123.26
10	299.57	164.13	135.44
11	317.54	169.05	148.49
12	336.59	174.12	162.47
13	356.79	179.35	177.44
14	378.19	184.73	193.47
15	400.89	190.27	210.62
16	424.94	195.98	228.96
17	450.44	201.85	248.58
18	477.46	207.91	269.55
19	506.11	214.15	291.96

20	536.48	220.57	315.90
----	--------	--------	--------

Tabla 86 Ahorro anual

Como vemos la biomasa es un combustible más económico y proporciona ahorros desde el primer año de la instalación. Con los ahorros conseguidos y la inversión real construimos un gráfico que muestra la evolución económica de la instalación:

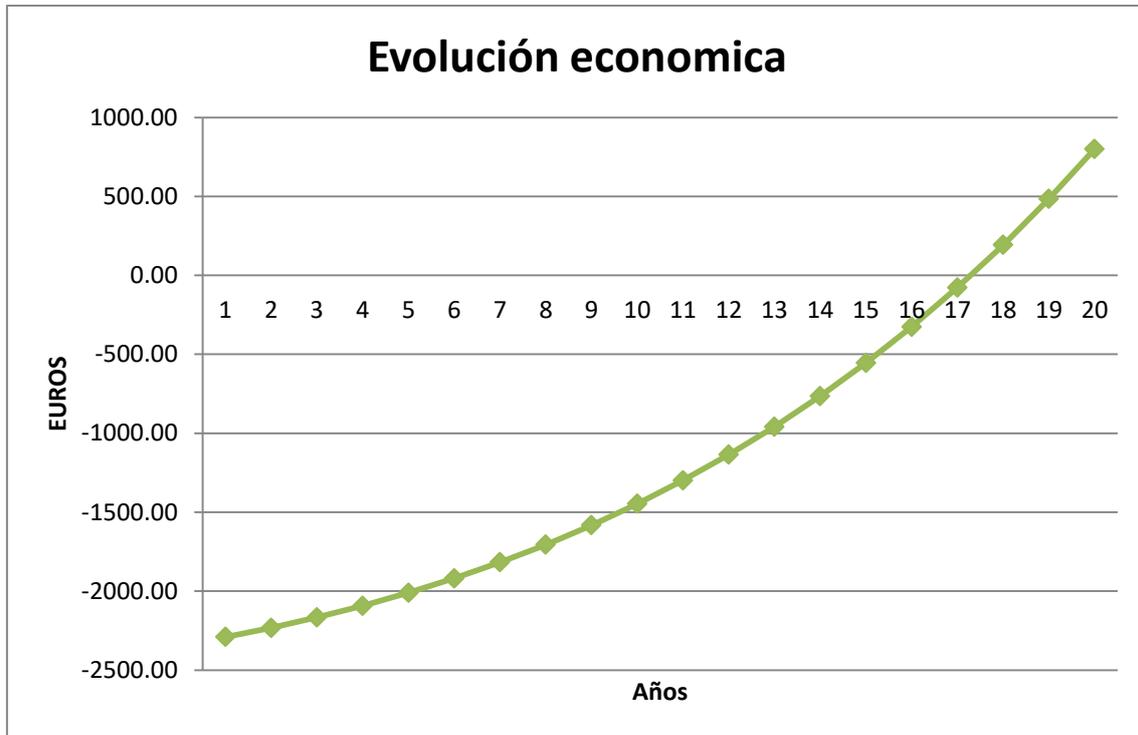


Gráfico 6 Evolución económica para la comparativa realizada.

Como se observa en el gráfico, es cierto que con la instalación de la caldera de biomasa cada año se tiene un ahorro, lo que vamos a conseguir que pasado cierto tiempo la instalación quede amortizada. Si bien en el gráfico se observa que la instalación empezaría a quedar amortizada totalmente y nos produciría un beneficio más o menos a partir del año 17. Suponiendo que la vida de una caldera de estas características esta aproximadamente de entre 10 a 15 años, amortizaríamos esta instalación ya cuando la instalación estuviera en desuso.

Estudio económico

Para poder finalizar con el estudio y poder elegir finalmente una de las dos opciones de forma más justificada vamos a calcular el VAN, el TIR y el periodo de retorno que se tendría si escogiéramos la caldera de biomasa, para poder comprobar si esto toma valores aceptables.

➤ VAN

El VAN será:

$$VAN = -I_o + \sum_{n=0}^N \frac{FC_n}{(1 + i_r)^n}$$

Ecuación 37

Donde,

I_o es la inversión inicial que se realiza.

FC_n es el flujo de caja, en el que se tienen en cuenta los beneficios y amortizaciones.

i_r es la tasa de interés real.

n se corresponde con cada año que se incluye en el cálculo.

Para calcular la tasa de interés real mediante una hoja Excel se ha tenido en cuenta una tasa del 3%,

Para poder calcular el VAN mediante una hoja Excel haciéndonos servir de la función =VNA(), se ha tenido en cuenta una tasa del 3%.

Con ello, el valor del **VAN** obtenido es de **-199.52 €**.

El VAN (Valor Actual Neto) es negativo cuando el valor actual de los flujos de fondos negativos (salidas de fondos) es superior al valor actual de los flujos de fondos positivos (entradas de fondos).

Un VAN negativo indica que la inversión no es rentable. Si el objetivo de la inversión es obtener un rendimiento financiero positivo, no se debería realizar la inversión o bien analizar cambios en la misma de forma que la conviertan en rentable.

➤ **TIR**

Para el cálculo de la tasa interna de rentabilidad (TIR) se mira el valor de la tasa de actualización que anula el valor del VAN.

Nuevamente, on ayuda de la hoja de cálculo Excel, haciéndonos servir de la función =TIR() se ha obtenido un **TIR=2.28%**.

Si a la hora de realizar el VAN habíamos considerado una tasa de un 3%, la obtención de un valor de TIR de 2.28% afianza el resultado negativo que habíamos obtenido en la VAN.

➤ **PERIODO DE RETORNO**

El Periodo de Retorno o “Pay-Back” de la inversión se calculará como el cociente entre la inversión realizada y los beneficios medios que se obtienen, entendiéndolos como el ahorro medio tenido entre utilizar biomasa frente al gas natural.

El valor obtenido, en este caso también mediante la ayuda de una hoja Excel, es de **17 años**, es decir, tardamos ese tiempo en recuperar la inversión realizada.

Conclusión

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para la elección de la caldera, podemos decir que es cierto que se tiene un ahorro indudable con la caldera de biomasa, pero este ahorro no es rentable, como hemos podido demostrar, frente al coste inicial que se tienen en ambas calderas. Por todo lo dispuesto y calculado en este punto se decide finalmente elegir la caldera de gas natural como opción para vivienda. Cada también destacar fuera del rango económico que la biomasa puede producirnos algunos beneficios, pero la caldera de gas natural tiene otras ventajas frente a la biomasa que no se contempla en un estudio económico como es el aporte del combustible continuo, mientras que el aporte de pellet necesita de recargas de combustible y la necesidad de que proporcionen dicho combustible en periodos de tiempo.

***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

PRESUPUESTOS

Contenido

1. INSTALCIÓN SOLAR TÉRMICA.....	315
2. INSTALCIÓN SUMINITRO DE AGUA.....	317
3. INSTALCIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	323
4. COSTE TOTAL ACONDICINAMIENTO DE LA VIVIENDA	331

1. INSTALCIÓN SOLAR TÉRMICA

Descripción	Unidades	Longitud	Precio unitario (€/unid.)	Precio total (€)
Captador Solar Plano: Línea COMFORT, Modelo PA-E – Chromagen	1	-	578	578
Interacumulador Vertical Suelo 200L – Chromagen	1	-	750	750
Estructura 1 captador(D/E): 30 ⁰ /45 ⁰ - Chromagen	1	-	158	158
Grupo Hidráulico de bombeo solar 1 vía – Chromagen	1	-	350	350
Centralita regulación y contro 4E/2S PLUS – Cromagen	1	-	246	246
Accesorios captadores: manguitos, tapones ciegos, válvulas de seguridad, purgadores de aire, llaves de corte, sondas, etc.	10	-	12,5	125
Bidón 20L de fluido anticongelante - Tyfocor	1	-	67	67
Vaso de expansión TWB 4LX – Salvador Escoda	1	-	51,27	51,27
Disipador de calor BD 08 – Salvador Escoda	1	-	644	644
Válvula de equilibrado circuito primario	1	-	80,49	80,49
Suministro tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro.	-	22,85	5,78	132,07

Coquilla lana de roca con aluminio K-FLEX K-ROCK	-	22,85	7	159,95
Suministro e instalación de caldera mural a gas N, con recuperación de calor por condensación de los productos de la combustión, para calefacción y A.C.S. simultáneas con microacumulación Start&Hot Microfast 2.0, para uso interior, cámara de combustión estanca y tiro forzado, encendido electrónico, sin llama piloto. Eficiencia energética clase A en calefacción, eficiencia energética clase A en A.C.S., perfil de consumo XL, Isofast Condens 35 "SAUNIER DUVAL", incluso placa de conexiones de la caldera, conducto para evacuación de humos y termostato-programador de ambiente vía radio Exacontrol E7 R. Totalmente montada, conexionada y probada.	1	-	2900	2900
TOTAL CIRCUITO PRIMARIO				6241.78

2. INSTALACIÓN SUMINITRO DE AGUA

Descripción	Unidades	Longitud	Precio unitario (€/unid.)	Precio total (€)
Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071kW. Incluye accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexiónada y probada – Kripsol.	1	-	347,56	347,56
Suministro y montaje de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 0,97 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.	1	-	193,52	193,52
Suministro y montaje de alimentación de agua potable de 0,89 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.	1	-	21,47	21,47
Preinstalación de contador general de agua 1 1/4" DN 32 mm. Formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y demás material auxiliar. Totalmente montada, conexiónada y probada.	1	-	108,92	108,92

<p>Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,8 mm de espesor, suministrado en rollos. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.-</p>	-	41,83	2,83	118,38
<p>Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 20 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	124,59	3,58	446,03
<p>Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,3 mm de espesor, suministrado en rollos. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	10,79	5,72	61,72
<p>Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 2,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	4,87	9,90	48,21

Suministro e instalación de válvula de asiento de latón, de 3/4" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable. Totalmente montada, conexionada y probada.	10	-	16,67	166,70
Suministro e instalación de válvula de asiento de latón, de 1" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable. Totalmente montada, conexionada y probada.	1	-	19,87	19,87
Suministro y colocación de aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	-	14,20	4,10	58,22
Suministro y colocación de aislamiento térmico del tramo que conecta la tubería general con la unidad terminal, de menos de 5 m de longitud en instalación interior de A.C.S., empotrada en la pared, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.	-	5,36	4,82	25,84

<p>Suministro y colocación de aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.</p>	-	3,42	21,09	72,13
<p>Suministro y colocación de aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 23 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.</p>	-	75,86	23,02	1.746,30
<p>Suministro y colocación de aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 26 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.</p>	-	3,00	24,46	73,38
<p>Suministro y colocación de aislamiento térmico de tubería en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 36 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.</p>	-	4,87	29,12	141,81

<p>Suministro e instalación de bañera rectangular de chapa de acero, modelo Contesa "ROCA", color Blanco, de 1700x700x400 mm, equipada con grifería monomando mural para baño/ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalada, conexionada, probada y en funcionamiento.</p>	1	-	508,08	508,08
<p>Suministro e instalación de plato de ducha rectangular extraplano, de porcelana sanitaria, modelo Malta "ROCA", color Blanco, de 1200x800x65 mm, con fondo antideslizante, equipado con grifería monomando mural para ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p>	1	-	546,82	546,82
<p>Suministro e instalación de bidé, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 360x560x400 mm, con juego de fijación, con tapa de bidé, de caída amortiguada, equipado con grifería monomando de repisa para bidé, con cartucho cerámico, limitador de caudal a 6 l/min y regulador de chorro a rótula, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, color blanco. Incluso llaves de regulación, enlaces de alimentación flexibles, conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p>	3	-	452,57	1.357,71

<p>Suministro e instalación de taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 370x645x790 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de 360x140x355 mm, asiento y tapa de inodoro, de caída amortiguada. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible, conexión a la red de agua fría y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p>	3	-	425,91	1.277,73
<p>Suministro e instalación de lavabo de porcelana sanitaria, sobre encimera, modelo Urbi 1 "ROCA", color Blanco, de 450 mm de diámetro, equipado con grifería monomando de caño alto de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromado con sifón curvo. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p>	5	-	589,86	2.949,30
<p>Repercusión por m² de superficie construida de obra, de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de fontanería formada por: acometida, tubo de alimentación, contador individual, grupo de presión, depósito, montantes, instalación interior, cualquier otro elemento componente de la instalación, accesorios y piezas especiales, con un grado de complejidad medio, en edificio de vivienda unifamiliar.</p>	-	334,00	2,78	928,52
TOTAL INSTLACIÓN SUMINISTRO DE AGUA				11.218,22

3. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Descripción	Unidades	Longitud	Precio unitario (€/unid.)	Precio total (€)
<p>Suministro e instalación de regulación y control centralizado, formado por: controlador de fancoil (FCC), configurado como maestro; sonda de temperatura para impulsión para aire primario; termostato de ambiente (RU) multifuncional. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	2	-	293,74	587,48
<p>Formación de conducto rectangular para la distribución de aire climatizado formado por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio según UNE-EN 13162, revestido por sus dos caras, la exterior con un complejo de aluminio visto + malla de fibra de vidrio + kraft y la interior con un velo de vidrio, de 25 mm de espesor, resistencia térmica 0,75 m²K/W, conductividad térmica 0,032 W/(mK). Incluso codos y derivaciones, embocaduras, soportes metálicos galvanizados, elementos de fijación, sellado de tramos y uniones con cinta autoadhesiva de aluminio, accesorios de montaje, piezas especiales, limpieza y retirada de los materiales sobrantes a contenedor. Totalmente montado, conexionado y probado.</p>	-	53,73	33,96	1.824,67

<p>Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 200x100 mm, anodizado color plata, gama AirQ, RTHV020010AKXT "AIRZONE", fijación con clips, montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	3	-	25,24	75,72
<p>Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 250x100 mm, anodizado color plata, gama AirQ, RTHV025010AKXT "AIRZONE", fijación con clips, montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	3	-	27,72	83,16
<p>Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 200x150 mm, anodizado color plata, gama AirQ, RTHV025010AKXT "AIRZONE", fijación con clips, montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	5	-	28,79	143,95

<p>Descripción: Suministro y montaje de rejilla de impulsión de aluminio extruido, con doble deflexión con lamas móviles horizontales delanteras y verticales traseras, compuerta de regulación de caudal accionable manualmente mediante tornillo, de 200x200 mm, anodizado color plata, gama AirQ, RTHV025020AKXT "AIRZONE", fijación con clips, montada en conducto rectangular no metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	1	-	32,68	32,68
<p>Suministro y montaje de rejilla de retorno, de aluminio extruido de 225x125 mm, fijación oculta (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en pared. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	5	-	30,99	154,95
<p>Suministro y montaje de rejilla de retorno, de aluminio extruido de 325x125 mm, fijación oculta (con marco de montaje de chapa de acero galvanizado), montada en pared. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada.</p>	2	-	306,28	72,56

<p>Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	<p>1</p>	<p>-</p>	<p>93,51</p>	<p>93,51</p>
<p>Suministro e instalación de tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 20 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, empotrado en la pared, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	<p>-</p>	<p>25,60</p>	<p>13,52</p>	<p>346,11</p>

<p>Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, empotrado en la pared, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	48,28	22,72	1.096,92
<p>Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	3,24	18,13	58,74

<p>Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio.</p>	-	1,95	24,23	47,25
<p>Suministro e instalación de electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,104 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.</p>	4	-	354,69	1418,76

<p>Suministro e instalación de purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110°C; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.</p>	8	-	10,39	83,12
<p>Suministro e instalación de Pack Genia 8/2 "SAUNIER DUVAL", formado por bomba de calor reversible, aire-agua, Genia Air 8/1, potencia calorífica y frigorífica nominal, ambas de 7,6 kW, alimentación monofásica a 230 V, con compresor rotativo con tecnología Inverter, bomba de circulación de 3 velocidades, vaso de expansión de 2 l, presostato diferencial de caudal, filtro, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire, comunicación a dos hilos a través del protocolo Ebus, centralita de control Examaster, vía cable, para integración de varios dispositivos comunicados a través del protocolo Ebus con esquemas hidráulicos predefinidos, chequeo automático y parametrización paso a paso y sonda de captación de temperatura exterior vía radio. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	2	-	5.329,50	10.659

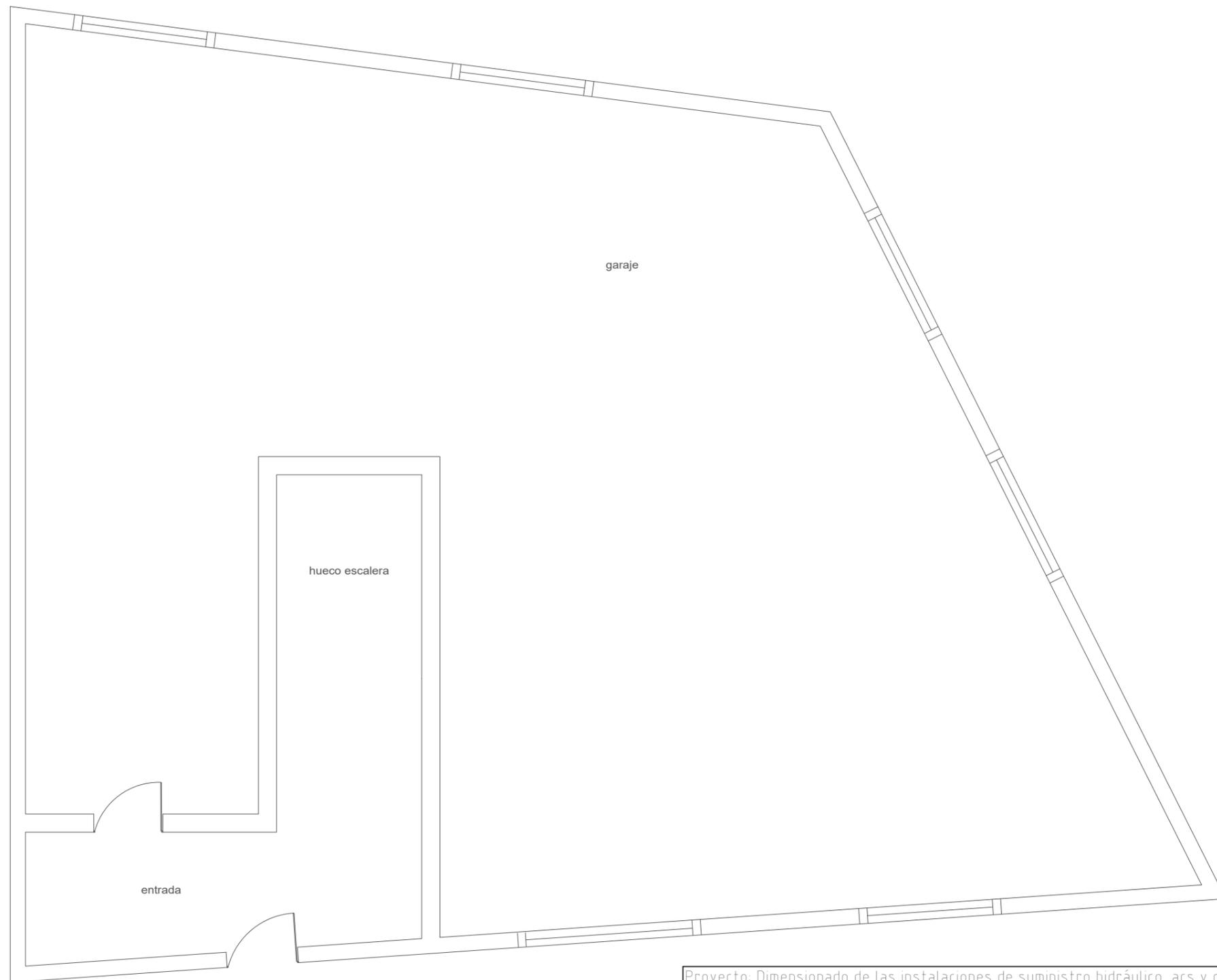
<p>Suministro e instalación de fancoil horizontal, con distribución por conducto rectangular, modelo 4-060 ND "SAUNIER DUVAL", potencia frigorífica a velocidad máxima 5,8 kW, potencia calorífica a velocidad máxima 9,8 Kw, de 3 velocidades, caudal de agua en refrigeración 0,998 m³/h, caudal de aire a velocidad máxima 1200 m³/h y presión sonora a velocidad mínima 47 dBA, dimensiones 1161x241x522 mm, peso 23,7 kg, con válvula de 3 vías. Totalmente montado, conxionado y puesto en marcha para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	<p>2</p>	<p>-</p>	<p>890.30</p>	<p>1780,60</p>
<p>TOTAL INSTALACIÓN DECLIMATIZACIÓN</p>				<p>18.559,18</p>

4. COSTE TOTAL ACONDICINAMIENTO DE LA VIVIENDA

Descripción	Precio total (€)
Instalación solar térmica	6241,78
Instalación de suministro de agua	11.218,22
Instalación de climatización	18.559,18
TOTAL	36.019,18

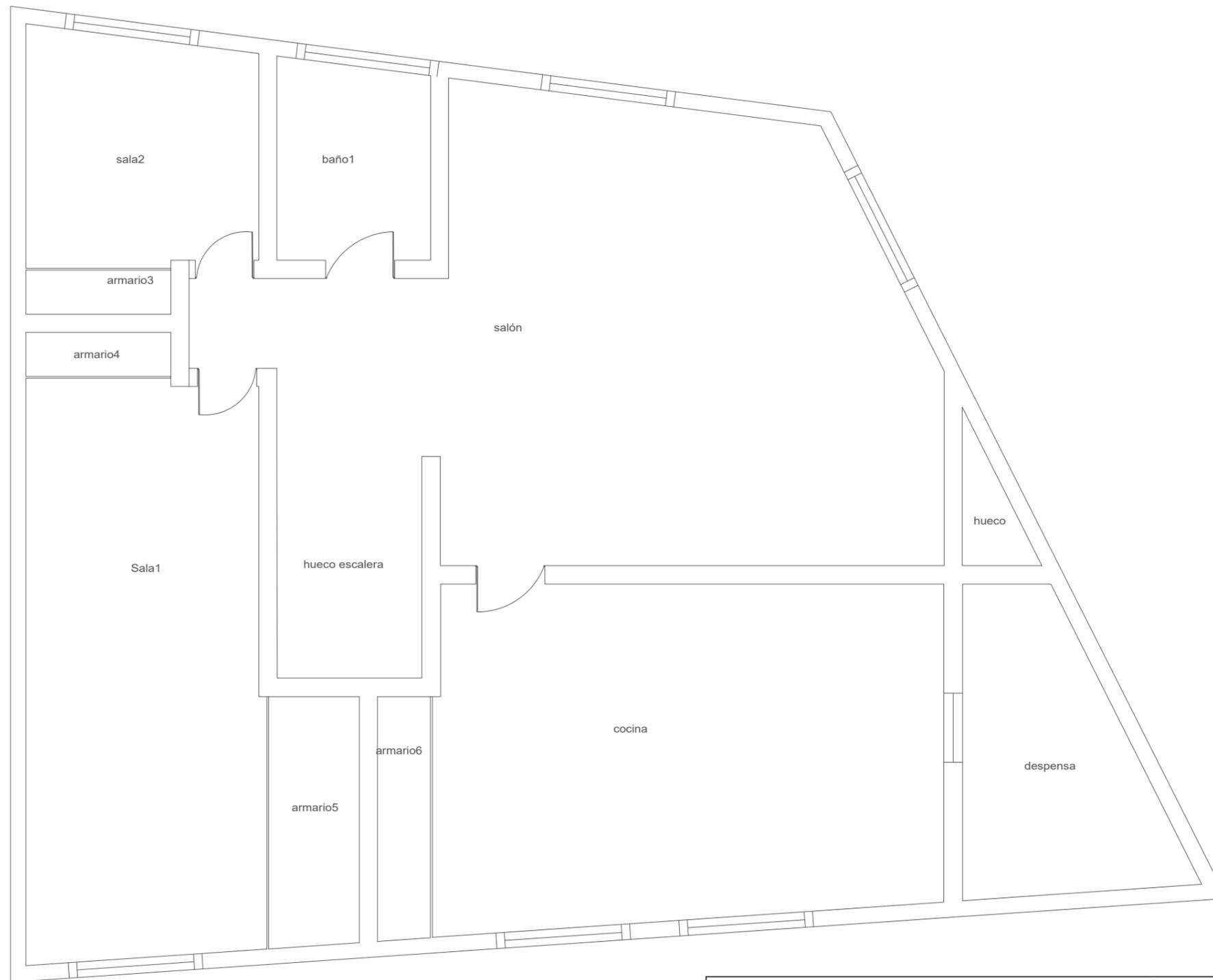
***Dimensionado de las instalaciones de suministro
hidráulico, acs y climatización de una vivienda
unifamiliar situada en Teruel.***

PLANOS



Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: PLANTA BAJA		Plano N° 1
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Autor: Cristina Campillo Javier	Grado: GTI Fecha: 13/09/2017



Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: PRIMERA PLANTA		Plano N° 2
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Autor: Cristina Campillo Javier	Grado: GTI Fecha:13/09/2017



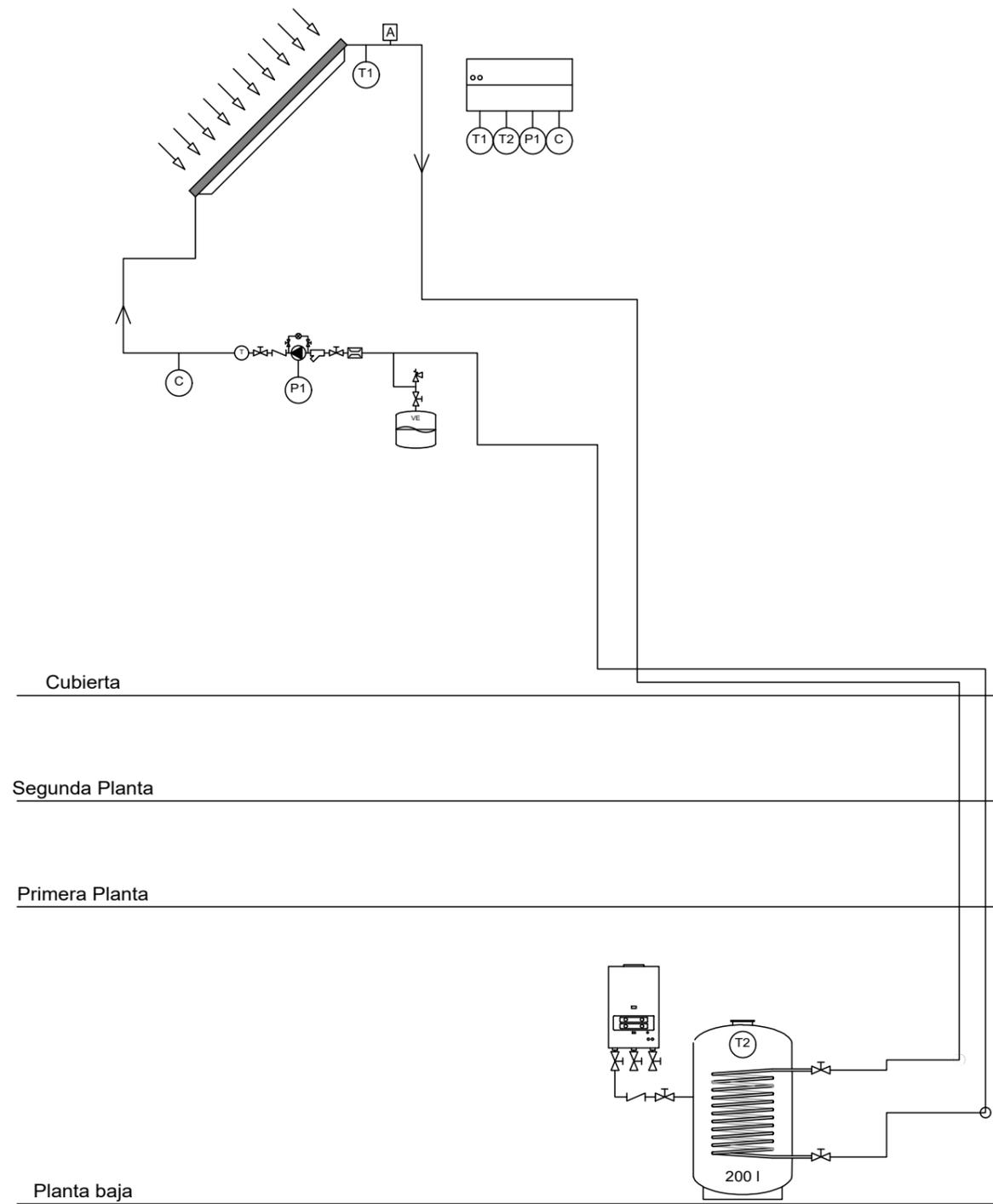
Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: SEGUNDA PLANTA		Plano N° 3
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017	Grado: GTI
Autor: Cristina Campillo Javier			



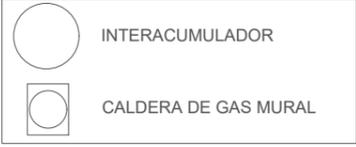
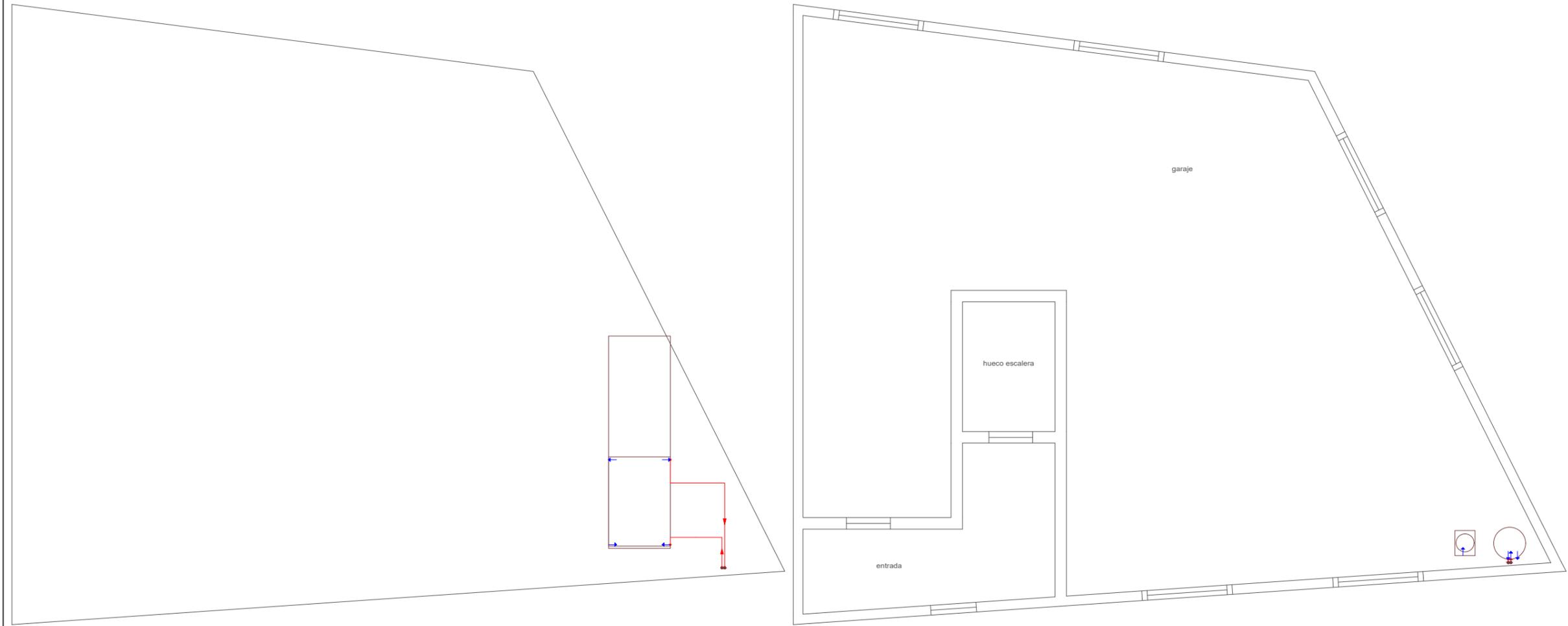
Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel			
 UNIVERSITAT JAUME I	Plano: CUBIERTA		Plano N° 4
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017	Grado: GTI
Fecha: 13/09/2017			
Autor: Cristina Campillo Javier			

	Válvula de tres vías motorizada
	Válvula de dos vías motorizada
	Válvula de corte
	Válvula termostática de A.C.S.
	Filtro
	Válvula antirretorno
	Regulador de caudal
	Válvula de equilibrado
	Válvula de seguridad
	Manómetro
	Termómetro
	Bomba
	Contador
	Aerotermino

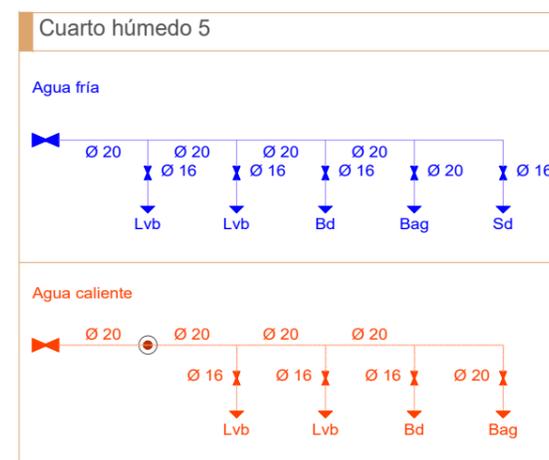
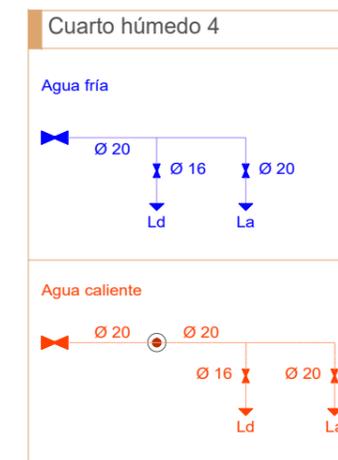
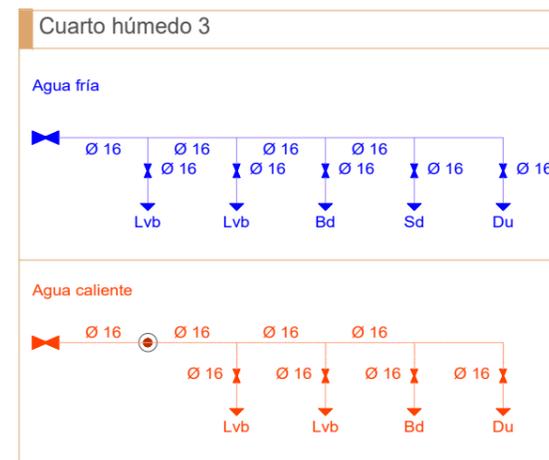
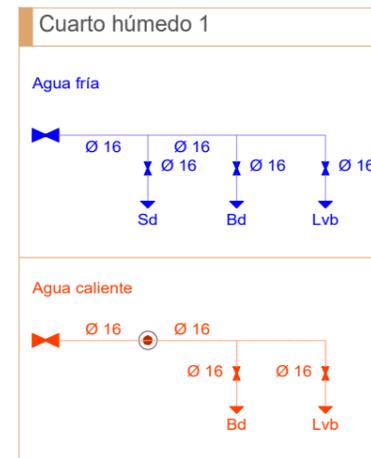
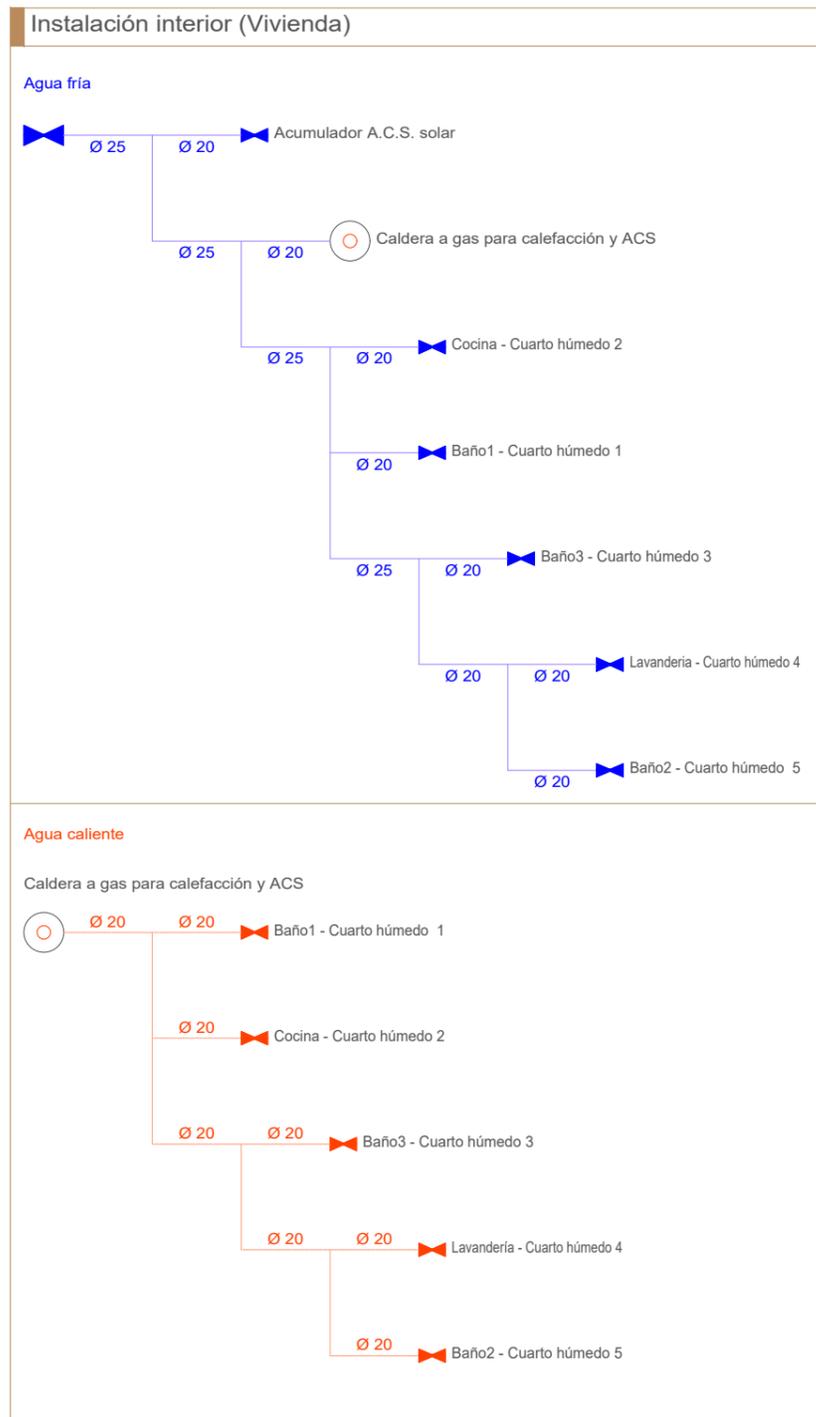


Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA	Plano N° 5
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI
Autor: Cristina Campillo Javier		Fecha: 13/09/2017



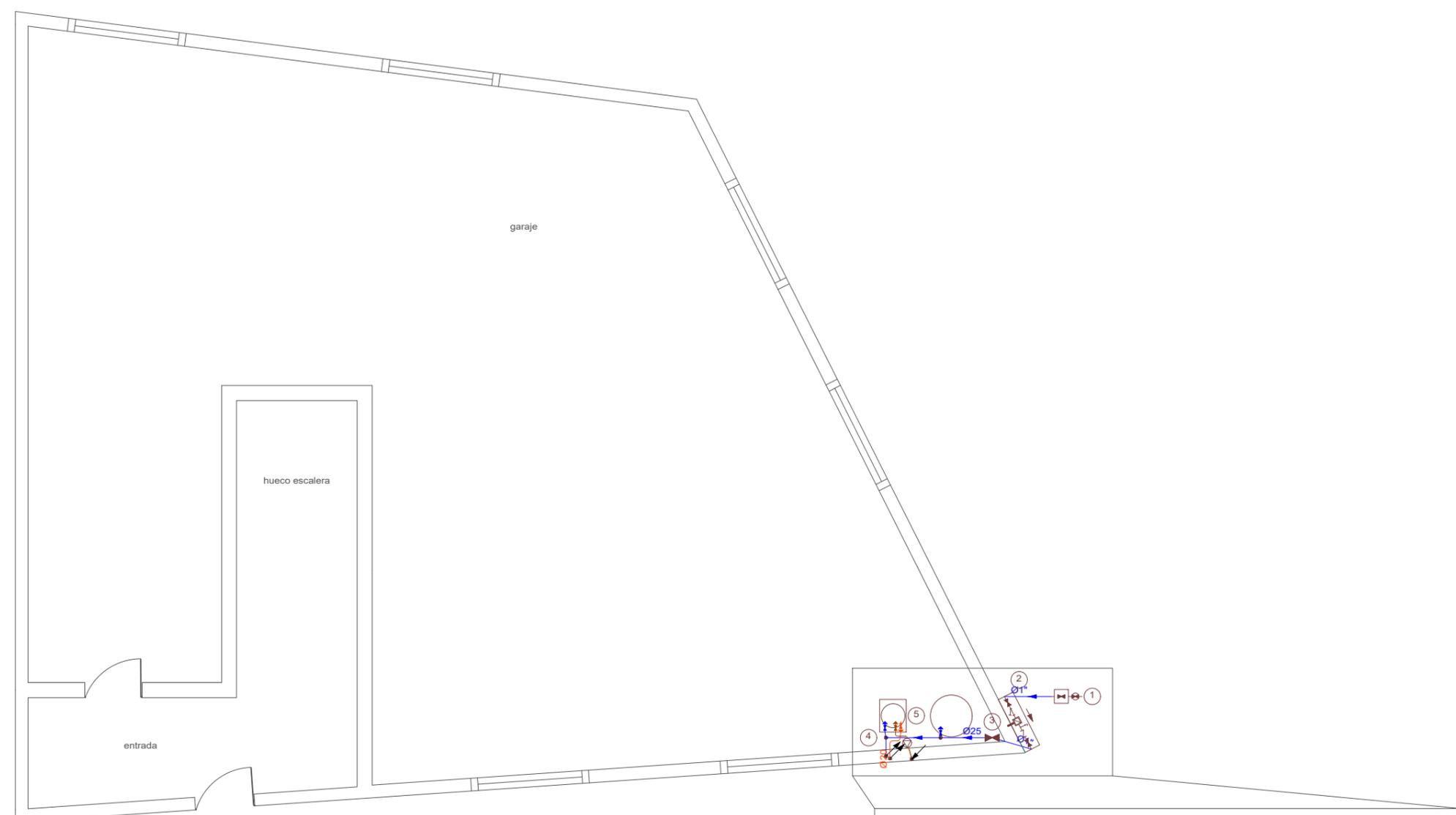
Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel			
 UNIVERSITAT JAUME I	Plano: DETALLES INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA		Plano N° 6
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017	Grado: GTI
		Fecha: 13/09/2017	
		Autor: Cristina Campillo Javier	



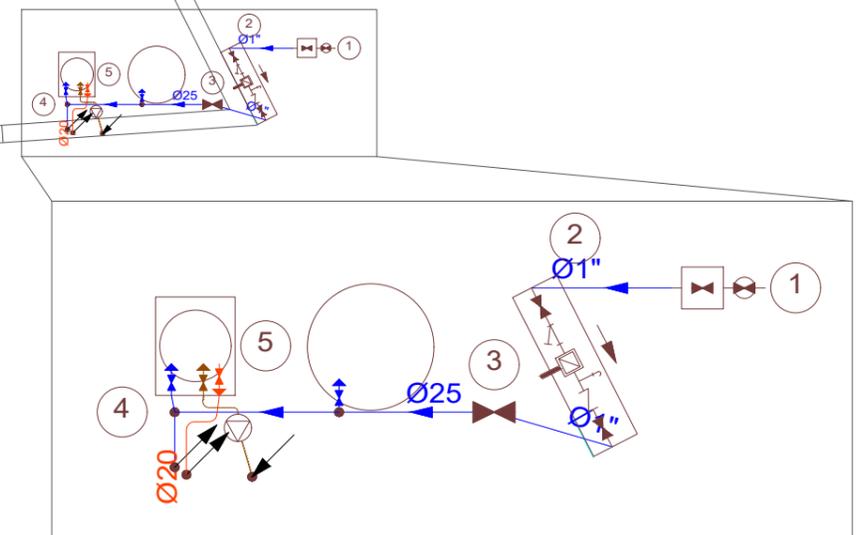
Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
Sd	Inodoro con cisterna
Bd	Bidé
Lvb	Lavabo
Lvd	Lavavajillas doméstico
Fr	Fregadero doméstico
Du	Ducha
Ld	Lavadero
La	Lavadora doméstica
Bag	Bañera de 1,40 m o más

Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA	Plano N° 7
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI
	Autor: Cristina Campillo Javier	
		Fecha: 13/09/2017

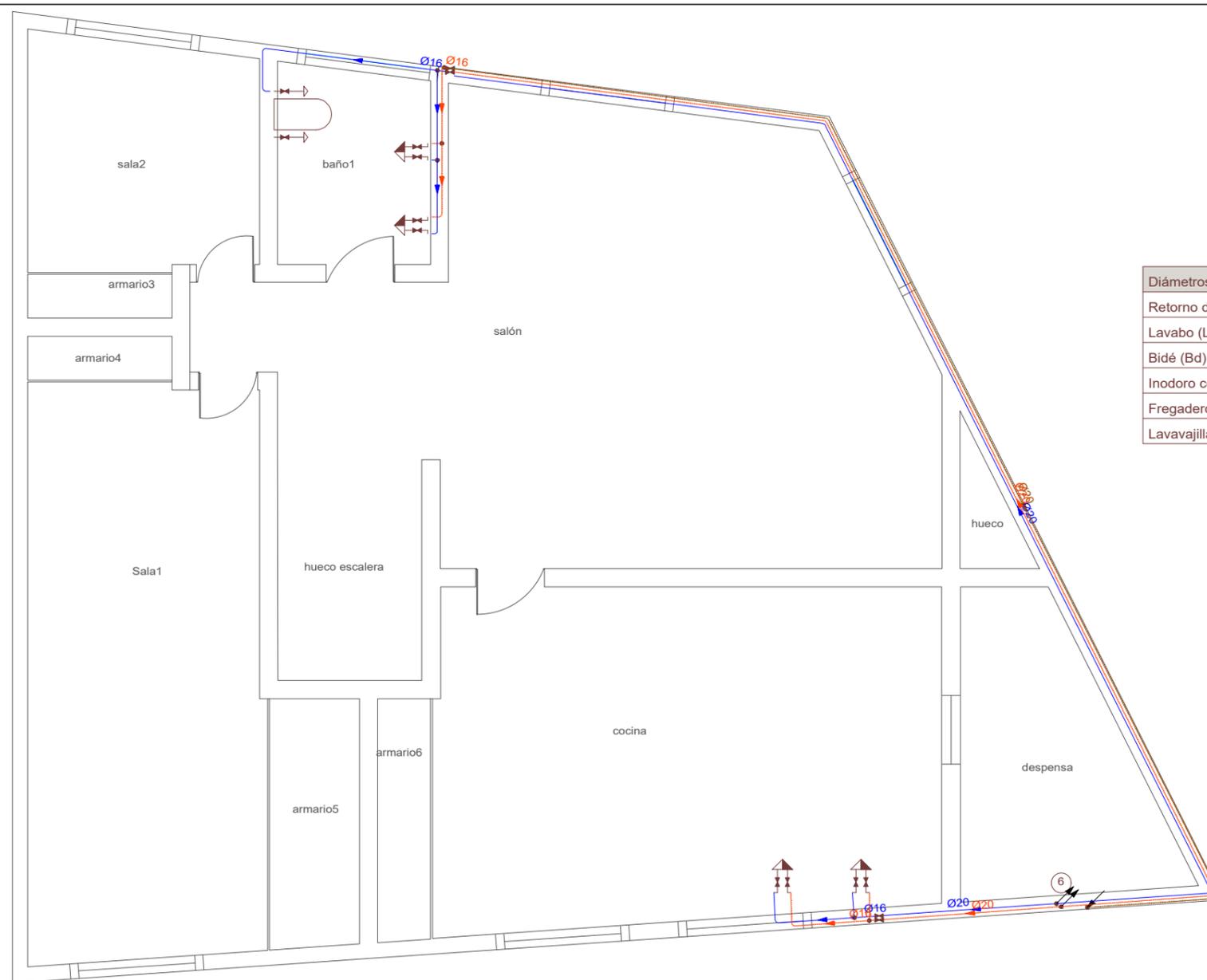


Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua fría con presión más desfavorable
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Toma y llave de corte de acometida
	Preinstalación de contador
	Llave de abonado
	Caldera a gas para calefacción y ACS
	Bomba de circulación
	Tubería ascendente
	Tubería descendente



Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: DETALLES INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA	Plano N° 8
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI Fecha: 13/09/2017
Autor: Cristina Campillo Javier		



Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	32 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Fregadero doméstico (Fr)	16 mm
Lavavajillas doméstico (Lvd)	16 mm

Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo de agua fría
	Tubería ascendente
	Tubería descendente

Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel			
	Plano: DETALLES INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA PRIMERA PLANTA	Plano N° 9	
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017	Grado: GTI
		Fecha: 13/09/2017	
		Autor: Cristina Campillo Javier	



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Tubería de retorno de agua caliente sanitaria
	Tubería de agua caliente con presión más desfavorable
	Liave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Consumo con hidromezclador (Ducha, Bañera)
	Consumo de agua fría
	Punto de consumo con mayor caída de presión
	Tubería ascendente
	Tubería descendente

Diámetros utilizados en la instalación interior	
Retorno de agua caliente	25 mm
Lavabo (Lvb)	16 mm
Bañera de 1,40 m o más (Bag)	20 mm
Inodoro con cisterna (Sd)	16 mm
Bidé (Bd)	16 mm
Lavadero (Ld)	16 mm
Lavadora doméstica (La)	20 mm
Ducha (Du)	16 mm

Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: DETALLES DE LA INSTALACIÓN SUMINISTRO DE AGUA SEGUNDA PLANTA	Plano N° 10
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI Fecha: 13/09/2017
Autor: Cristina Campillo Javier		

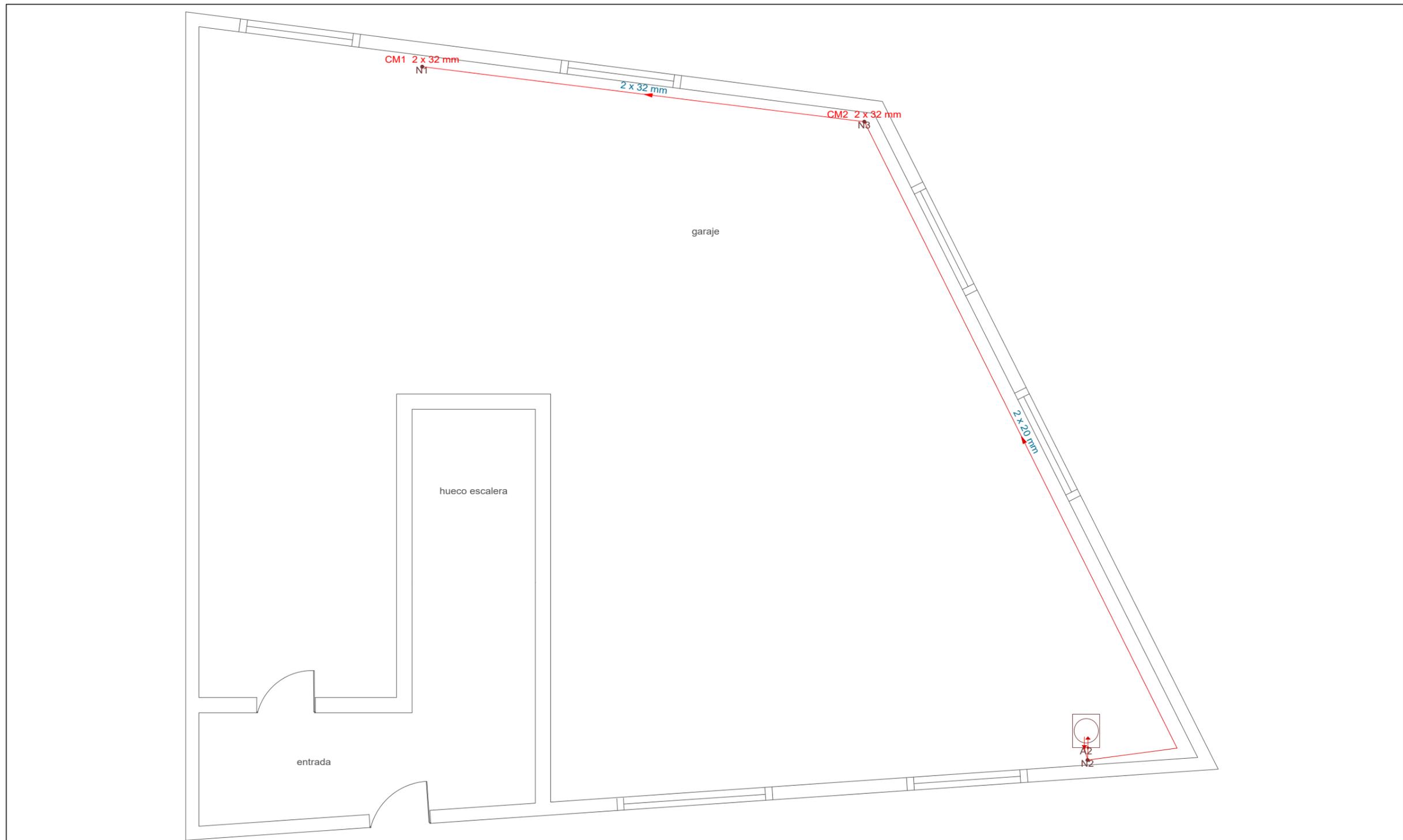


Tabla de tuberías y conductos verticales		
Planta	CM1	CM2
Planta baja	2 x 32 mm Longitud: 3.00 m	2 x 32 mm Longitud: 3.00 m

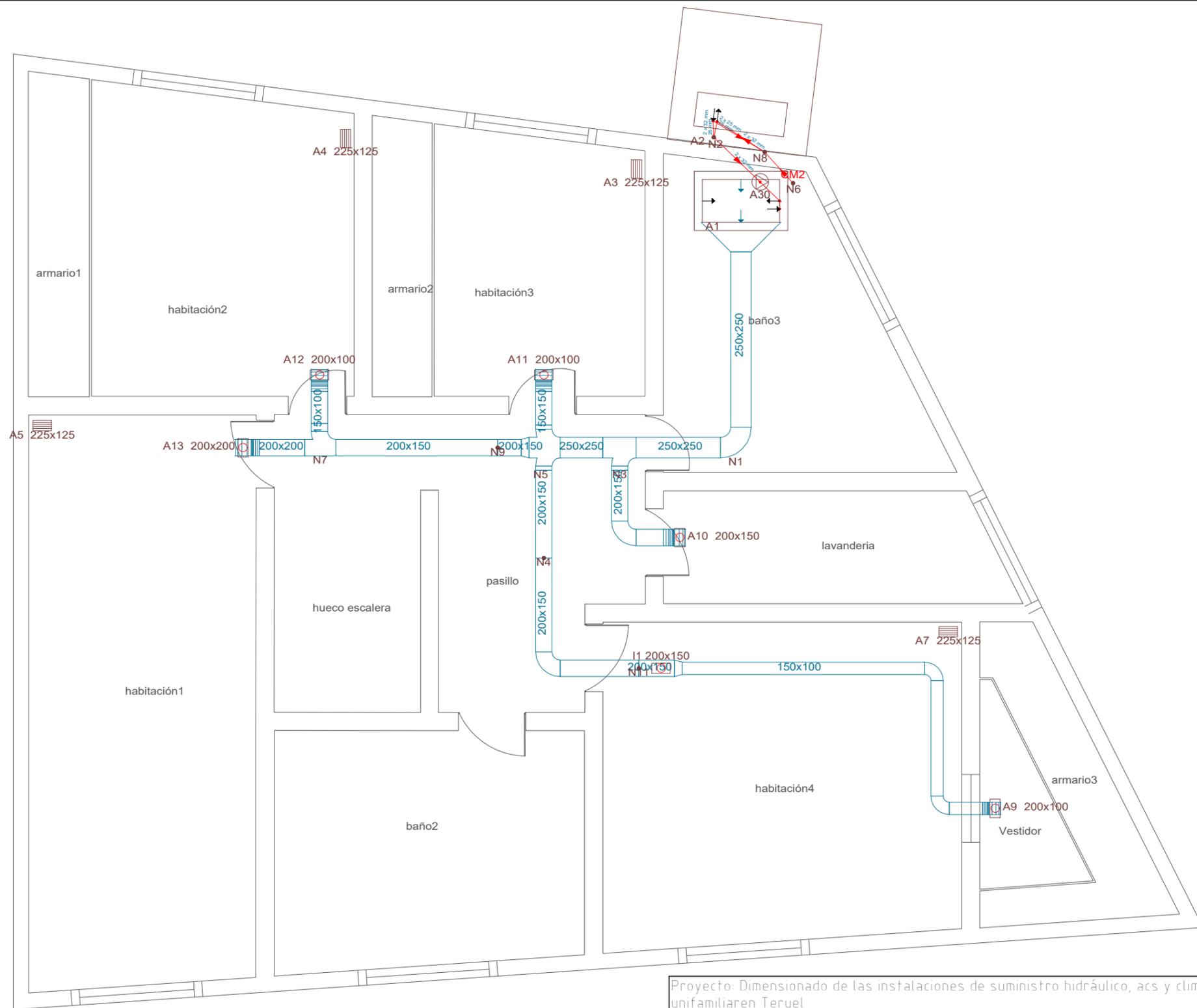
Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel			
	Plano: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA		Plano N° 11
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017	Grado: GTI Fecha: 13/09/2017
Autor: Cristina Campillo Javier			



Tabla de tuberías y conductos verticales		
Planta	CM1	CM2
Primera Planta	—	2 x 32 mm Longitud: 3.00 m

Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN PRIMERA PLANTA	Plano N° 12
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI Fecha 13/09/2017: Autor: Cristina Campillo Javier



Proyecto: Dimensionado de las instalaciones de suministro hidráulico, acs y climatización de una vivienda unifamiliar en Teruel

	Plano: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN SEGUNDA PLANTA	Plano N° 13
	ESCALA 1:100	Curso 2016 -2017 Grado: GTI Fecha:13/09/2017 Autor: Cristina Campillo Javier