



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

Miguel, Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril del 2011



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

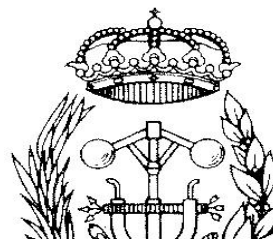
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

MEMORIA

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril de 2011



	Pag.
1.- OBJETIVO. -----	4
2.- EMPLAZAMIENTO. -----	4
3.- AMBITO DE APLICACIÓN. -----	4
4.- GENERALIDADES CALEFACCIÓN. -----	4
5.- INTRODUCCIÓN CALEFACCIÓN. -----	5
6.- DATOS DE PARTIDA. -----	6
7.- DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS. -----	7
7.1.- Coeficiente de transmisión "K". -----	7
7.2.- Resistencia Térmica "RT". -----	8
7.3.- Máximos valores de U. -----	8
8.- CERRAMIENTOS RESUMEN. -----	10
8.1.- PAREDES. -----	10
8.1.1.- Fachada. -----	10
8.1.2.- Pared Interior. -----	10
8.1.3.- Pared Interior Cerámica. -----	11
8.1.4.- Pared Exterior Cerámica. -----	11
8.2.- SOLERAS. -----	11
8.2.1.- Solera Madera. -----	11
8.2.2.- Solera Cerámica. -----	11
8.3.- FORJADOS. -----	12
8.3.1.- Forjado Madera. -----	12
8.3.2.- Forjado Cerámico. -----	12
8.4.- CUBIERTA. -----	12
8.4.1.- Cubierta. -----	12
9.- CONDICIONES DE DISEÑO. -----	13
9.1.- Condiciones Exteriores. -----	13
9.2.- Temperatura de Confort. -----	14
9.3.- Condiciones Interiores. -----	14
10.- CARGA TÉRMICA. -----	15
10.1.- Perdidas por Transmisión. -----	15
10.2.- Aplicación de Suplementos por Orientación. -----	16
10.3.- Ganancias por Iluminación. -----	17
10.4.- Interrupción Horaria. -----	18
10.5.- Perdidas por Entrada Aire del Exterior. -----	18
10.5.1.- Perdidas por Infiltración. -----	18
10.5.2.- Perdidas por Ventilación. -----	19

11.- DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE.	20
11.1.- Coeficiente Global de Transmisión KG.	21
11.1.1.- Cálculo de los coeficientes de transmisión de calor K.	22
11.1.2.- Cálculo de factor de forma.	24
12.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES CALEFACCIÓN.	24
12.1.- Individuales.	24
12.2.- Centralizadas.	24
13.- SOLUCIÓN ADAPTADA.	25
14.- COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN.	27
14.1.- Radiador.	27
14.1.1.- Tipos de Distribución.	28
14.1.1.1.- Sistema Monotubular.	28
14.1.1.2.- Sistema Bitubular.	30
14.1.1.1.1.- Características del retorno directo.	31
14.1.1.1.2.- Características del retorno inverso.	31
14.1.2.- Dimensionado de los radiadores.	32
14.2.- Caldera.	32
14.2.1.- Tipos de Calderas.	33
14.2.1.1- Calderas Estancas.	33
14.2.1.2- Calderas Atmosféricas.	34
14.3.- Quemadores.	34
14.4.- Chimenea.	35
14.5.- Cálculo de la Red de Distribución.	36
14.5.1.- Tuberías.	36
14.5.2.- Caudal.	37
14.5.3.- Perdidas.	38
14.5.3.1.- Primarias.	40
14.5.3.2.- Secundarias.	42
14.6.- Bomba.	44
14.7.- Vaso de Expansión.	44
14.8.- Aislamiento.	46
15.- RESUMEN NECESIDADES.	47
16.- INSTALACIÓN SOLAR.	48
16.1.- Introducción.	48
16.2.- Generalidades.	49

16.3.- Aspectos Técnicos. -----	49
16.4.- Contribución Solar mínima. -----	50
16.5.- Zonas climáticas. -----	51
16.6.- Demanda y Consumos de ACS. -----	51
16.6.1.- Consumo de ACS. -----	52
16.7.- Clasificación de las instalaciones de ACS. -----	52
16.7.1.- Instalaciones de producción de ACS individuales. -----	52
16.7.2.- Instalaciones centralizadas de producción de ACS. -----	53
16.8.- Selección de un sistema de ACS. -----	55
16.9.- Solución adoptada. -----	55
16.10.- Pérdidas por Orientación, Inclinación y Sombras. -----	56
16.10.1.- Pérdidas por Orientación e Inclinación. -----	56
16.10.2.- Pérdidas por Sombras. -----	58
17.- COMPONENTES SISTEMA AGUA CALIENTE SANITARIA. -----	59
17.1.- Captadores solares. -----	59
17.1.1.- Colectores de concentración. -----	60
17.1.2.- Captadores de tubo vacío. -----	61
17.1.3.- Captadores planos. -----	62
17.1.4.- Partes de los Captadores de placa plana. -----	63
17.2.- Formas de Integración de los captadores. -----	66
17.2.1.- Conexión de los colectores. -----	67
17.3.- Depósito acumulador. -----	70
17.4.- Intercambiador. -----	71
17.5.- InterAcumulador. -----	72
17.6.- Tuberías. -----	73
17.7.- Aislamiento. -----	74
17.8.- Vaso de expansión. -----	75
17.9.- Sistema de bombeo. -----	76
17.10.- Fluido caloportador. -----	76
17.11.- Válvulas. -----	77
18.- RESUMEN PRESUPUESTO. -----	78

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.

1.- OBJETIVO.

Con la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) en marzo de 2007, y según lo especificado en su Documento Básico HE - Ahorro de energía todas las nuevas construcciones están obligadas a instalar sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica. Esta norma, sin duda, supone un impulso definitivo a esta tecnología de las energías renovables.

El objetivo de este proyecto pretende mostrar los procedimientos y formulas utilizadas para el cálculo de una instalación de energía solar térmica para el ACS con el apoyo de una fuente de calor auxiliar para el abastecimiento de agua caliente sanitaria y calefacción para poder cubrir las necesidades de una vivienda unifamiliar.

La vivienda cuenta con su propia instalación individual de calefacción; esta instalación será de agua como fluido calefactor o transmisor del calor. También constará de su propia instalación solar para el ACS.

2.- EMPLAZAMIENTO.

La vivienda unifamiliar que se describe en dicho proyecto se encuentra situada en el pueblo de Tajonar, en la provincia de Navarra.

Con la proximidad en la que se encuentra con la capital pamplona se tomará los datos de esta para los cálculos ya que en ella se encuentra la estación meteorológica más cercana.

La parcela posee una superficie edificada de aproximadamente 200 m² y un jardín de otros 40 m².

3.- AMBITO DE APLICACIÓN.

Es aplicable a todos los edificios de nueva construcción y rehabilitación en los que exista una demanda de calefacción y Agua Caliente Sanitaria.

4.- GENERALIDADES CALEFACCIÓN.

Los sistemas de calefacción utilizan principalmente agua o aire caliente para calentar el aire de las habitaciones.

Las instalaciones de calefacción por agua corriente están basadas en el alto calor específico de agua; para elevar la temperatura de una vivienda se emplean varios sistemas de calefacción. Aparte del generador de calor, que en nuestro caso será una caldera de gas, necesitamos una bomba que mueva el agua calentada en el generador o agua del primario hacia la instalación a calefactar. Ya en el local calefactado necesitamos unos emisores de calor que transmitan el calor del agua calentada o de primario procedente del generador al local. El sistema de calefacción por radiadores es comúnmente utilizado y aprovecha la transmisión de calor por convección, siendo los elementos disipadores radiadores.

Habría que comentar que los radiadores del sistema de calefacción se localizan en determinados puntos del local a calefactar, trabajando a temperaturas medias que en ningún caso deben superar los 90 °C, produciendo un efecto de circulación del aire en la estancia por convección, al calentarse éste en la proximidad del radiador y comenzar un ascenso a las zonas altas de la estancia.

Al enfriarse en su recorrido, baja nuevamente el aire volviendo a pasar por el radiador. Cuanta más superficie emisora de calor, mayor confort tendremos con este sistema. En esta unidad se proyectará una instalación de calefacción y agua caliente sanitaria para una vivienda unifamiliar, estudiando todos los elementos que la componen y su funcionamiento.

Como se ha comentado, se utilizará como generador una caldera de gas que proporcionará agua caliente para el sistema de calefacción por radiadores y para el acumulador de agua caliente sanitaria. La distribución de agua caliente para los dos suministros se proyectará con tubo de cobre rígido, convenientemente aislada cuando sea necesario con coquillas aislantes.

5.- INTRODUCCIÓN CALEFACCIÓN.

El objeto del presente proyecto es de instalación de calefacción en un edificio. Para la realización del citado proyecto debemos tener en cuenta que el edificio en cuestión se encuentra situado en la provincia de Navarra, concretamente el pueblo de Tajonar y además se encuentra en el interior del casco urbano.

A efectos de cálculo, los coeficientes de transmisión térmica de todos los cerramientos que hemos tomado, son los correspondientes a la que se dan en la tabla 4 anexo 1.

La evaluación de las cargas térmicas ha sido realizada por el Método de las rendijas y por el Método de las superficies (necesidades de ventilación). Además de la carga térmica a combatir, también han sido evaluadas las pérdidas de carga térmica por transmisión (paredes, techos, medianeras, ventanas...).

La carga térmica total de la vivienda será la resultante de añadir a la necesidad de ventilación, la carga térmica por transmisión así como los sucesivos suplementos o la ganancia.

Una vez hallada la carga térmica total, se calculara la potencia útil de la instalación y la potencia de la caldera.

Una vez obtenidas la carga térmica total necesaria para la vivienda y la potencia de la caldera, se procedera al dimensionado de los radiadores o emisores y de las tuberías. Para éste caso, los radiadores elegidos son radiadores de Aluminio inyectado y el material de las tuberías es de cobre.

En ésta instalación de calefacción es indispensable, para la circulación forzada del agua, la colocación de una bomba recirculadora, la cual tambien ha de ser dimensionada.

Una vez realizados todos los cálculos pertinentes para la instalación de la calefacción de la vivienda en cuestión se ha procedido al trazado gráfico del circuito del fluido caloportador en este caso siendo este agua, con un sistema bitubular en el cual se ha indicando la situación correcta de los emisores y del circuito de alimentación o del retorno.

Todos los cálculos realizados en este proyecto, así como la colocación de los emisores, tuberías y depósito han sido realizados acorde con lo indicado en el REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS RITE-98 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

6.- DATOS DE PARTIDA.

El edificio se encuentra en el núcleo urbano del pueblo de tajonar.

El edificio es una vivienda unifamiliar de aproximadamente 100 m² de vivienda edificada, la cual consta de dos plantas con la siguiente distribución:

PLANTA BAJA

Salon	27,62 m ²
Aseo	2,510 m ²
Cocina	10,12 m ²
Vestíbulo	5,040 m ²
Garaje	16,85 m ²
Porche	1,840 m ²
Escalera	4,410 m ²

PRIMERA PLANTA

Dormitorio 1	15,50 m ²
Dormitorio 2	14,20 m ²
Dormitorio 3	12,20 m ²
Baño	5,300 m ²
Distribuidor	4,670 m ²
Terraza	11,50 m ²
Escalera	6,330 m ²

7.- DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

En este apartado se van a definir las diferentes capas de aislamiento de que se componen cada uno de los cerramientos de cada local del edificio, además se calcularán los correspondientes coeficientes de transmisión de calor K de cada uno de ellos.

7.1.- Coeficiente de transmisión "K".

Las paredes de las construcciones son normalmente heterogéneas, con inclusión de cámaras de aire, revestimientos etc., de modo que, por razones prácticas, los coeficientes individuales se han reunido en un coeficiente de transmisión global en los que están combinados los coeficientes de los varios elementos constructivos junto con los de transmisión superficial a los que antes aludíamos. K, pues, designa la cantidad de calor que se transmite en una hora por metro cuadrado de superficie y por cada grado de diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior de la pared de un edificio. Según lo establecido en la Norma Básica de Edificación (NBE-CT79) anexo 2, establece las formulas para el coeficiente de transmisión del calor K de un cerramiento compuesto por diferentes materiales es:

$$1 / K = \sum e / \lambda + (1 / h_{int} + 1 / h_{ext})$$

K → Coeficiente de transmisión térmica.

e → Espesor del cerramiento.

λ → Coeficiente de conductividad térmica.

(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) → Resistencias térmicas superficiales.

Siendo e / λ la resistencia térmica de cada cerramiento.

Si además el cerramiento compuesto contiene una cámara de aire la formula empleada para el cálculo de la correspondiente conductividad térmica será:

$$1 / K = \sum e / \lambda + R_c + (1 / h_{int} + 1 / h_{ext})$$

K → Coeficiente de transmisión térmica.

e → Espesor del cerramiento.

λ → Coeficiente de conductividad térmica.

R_c → Resistencia térmica de la cámara de aire.

(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) → Resistencias térmicas superficiales.

Las conductividades térmicas de las diferentes composiciones de cada uno de los cerramientos Según lo establecido en la NBE-CT79 (Anexo 1 Tabla 1). Pueden tomarse valores más estrictos cuando el material del aislante disponga de datos avalados por una marca o sello de calidad o se dispongan de ensayos certificados.

Los datos de la Tabla 1 están dados a una temperatura de 0 °C.

Las Resistencias térmicas superficiales están sacadas de la Tabla 2 Anexo 1.

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1 / RT$$

Siendo RT la resistencia térmica total del componente constructivo [m^2K/ W].

7.2- Resistencia Térmica “ RT ”.

La capacidad que tienen ciertos cuerpos de transmitir el calor es retardado por determinadas propiedades de las sustancias, conocidas con el nombre de "resistencias". Para "poderlas medir" se dice que "la cantidad de calor transmitida en la unidad de tiempo, en la unidad de superficie y por unidad de espesor, a través de una sustancia, es inversamente proporcional a la resistencia de la sustancia y directamente proporcional a las diferencias de temperatura entre sus caras”.

La resistencia térmica total RT de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R = R_1 + R + R + \dots + R_{n-1} + R_n$$

Siendo:

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas. [m^2K/W];
 R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la Tabla 2 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m^2K/W].

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = e / \lambda \quad \text{siendo } e \text{ el espesor de la capa [m].}$$

En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.
 λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [$W/m K$].

7.3.- Máximos valores de U .

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas.

Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.

Valores de la transmitancia térmica U en W/m^2K .

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

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m.

(2) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos.

(3) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas.

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a $1,2 W/m^2K$.

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

a) cerramientos en contacto con el aire:

i) parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.

ii) parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.

b) cerramientos en contacto con el terreno, clasificados según los tipos siguientes:

i) suelos en contacto con el terreno.

ii) muros en contacto con el terreno.

iii) cubiertas enterradas.

c) particiones interiores en contacto con espacios no habitables, clasificados según los tipos siguientes:

i) particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).

ii) suelos en contacto con cámaras sanitarias.

8.- CERRAMIENTOS RESUMEN.

8.1.- PAREDES.

8.1.1.- Fachada.

Resistencia Térmica.

$$RT (\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kcal}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow 1,894.$$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 0,528 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Resistencias térmicas superficiales.

$$(1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}}) \rightarrow 0,20 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C} / \text{kcal}.$$

8.1.2.- Pared Interior.

Resistencia Térmica.

$$RT (\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kcal}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow 0,543.$$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,842 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Resistencias térmicas superficiales.

$$(1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}}) \rightarrow 0,26 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C} / \text{kcal}.$$

8.1.3.- Pared Interior Cerámica.

Resistencia Térmica.
 $RT (h \cdot m^{-2} \cdot kcal \cdot ^\circ C) \rightarrow 0,515.$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,942 kcal / h m^2 ^\circ C.$

Resistencias térmicas superficiales.
 $(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) \rightarrow 0,26 m^2 h^\circ C / kcal.$

8.1.4.- Pared Exterior Cerámica.

Resistencia Térmica.
 $RT (h \cdot m^{-2} \cdot kcal \cdot ^\circ C) \rightarrow 0,516.$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,938 kcal / h m^2 ^\circ C.$

Resistencias térmicas superficiales.
 $(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) \rightarrow 0,20 m^2 h^\circ C / kcal.$

8.2.- SOLERAS.

8.2.1.- Solera Madera.

Resistencia Térmica.
 $RT (h \cdot m^{-2} \cdot kcal \cdot ^\circ C) \rightarrow 0,503.$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,988 kcal / h m^2 ^\circ C.$

Resistencias térmicas superficiales.
 $(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) \rightarrow 0,17 m^2 h^\circ C / kcal.$

8.2.2.- Solera Cerámica.

Resistencia Térmica.
 $RT (h \cdot m^{-2} \cdot kcal \cdot ^\circ C) \rightarrow 1,951.$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 0,513 kcal / h m^2 ^\circ C.$

Resistencias térmicas superficiales.
 $(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) \rightarrow 0,17 m^2 h^\circ C / kcal.$

8.3.- FORJADOS.

8.3.1.- Forjado Madera.

Resistencia Térmica.

$$RT (\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kcal}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow 0,910.$$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,099 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Resistencias térmicas superficiales.

$$(1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}}) \rightarrow 0,40 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C} / \text{kcal}.$$

8.3.2.- Forjado Cerámico.

Resistencia Térmica.

$$RT (\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kcal}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow 0,873.$$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 1,145 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Resistencias térmicas superficiales.

$$(1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}}) \rightarrow 0,40 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C} / \text{kca}.$$

8.4.- CUBIERTA.

8.4.1.- Cubierta.

Resistencia Térmica.

$$RT (\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{kcal}\cdot^{\circ}\text{C}) \rightarrow 2,139.$$

Coefficiente de transmisión térmica. $K \rightarrow 0,467 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}.$

Resistencias térmicas superficiales.

$$(1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}}) \rightarrow 0,22 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}\text{C} / \text{kcal}.$$

9.- CONDICIONES DE DISEÑO.

9.1.- Condiciones Exteriores.

A los efectos de fijar las condiciones térmicas de los edificios y sus cerramientos, se establecen dos zonificaciones climáticas diferentes. La primera es la zonificación dada en el Mapa 1 (Anexo 1 Mapa 1); que está basada en los datos de grados/día con base 15-15 dado en el Artículo 13 ° Grados/día 15 - 15, temperaturas exteriores y zonificaciones establecido en la NBE-CT-79.

Tomaremos los datos de Pamplona ya que se encuentra proxima a nuestra localidad donde se encuentra la estación meteorologica mas cercana.y el agua de la que se abastecen las dos localidades proviene de la misma localidad.

Según este apartado nuestras condiciones son:

MAPA 1

ZONA	Grados / día anuales
D	1.300 a 1.800

La segunda zonificación dada en el Mapa 2 (Anexo 1 Mapa 2) que se encuentra en el mismo reglamento que la primera zonificación, está basada en los valores de las temperaturas mínimas medias del mes de enero.

Las condiciones según este mapa son:

MAPA 2

ZONA	TEMPERATURA EXTERIOR
Y	0 °C

Para completar las condiciones exteriores de diseño el Artículo 14 la Temperaturas del terreno establecido en la NBE-CT-79 (Anexo 1 Tabla 8). Según la zonificación y en el caso de soleras, muros o techos en contacto directo con el terreno, se estimarán la siguiente temperatura del terreno.

TEMPERATURA TERRENO	6 °C
---------------------	------

9.2.- Temperatura de Confort.

Según el RITE-ITE-02.2.1; El ambiente térmico se define por aquellas características que condicionan los intercambios térmicos del cuerpo humano con el ambiente, en función de la actividad de la persona y de su aislamiento de su vestiment, siendo estos los principales factores que afectan a la sensación de bienestar de los ocupantes de la vivienda.

Estas características son la temperatura del aire, la temperatura del recinto calefactado, la velocidad media del aire en la zona ocupada y por ultimo la presión parcial del vapor de agua o la humedad relativa.

Por lo que las condiciones interiores de diseño se fijan en función de la actividad metabólica de las personas y estarán comprendidas entre los siguientes valores:

Condiciones interiores de diseño.

Estación	Temperatura -operativa °C	Velocidad media -del aire m/s	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

9.3.- Condiciones Interiores.

En este apartado se establecen las condiciones interiores de confort de las diferentes zonas del edificio tal como se indican en el ITE 02.2.2 del RITE. Estos parámetros de diseño dependen principalmente de la estación del año y del uso que se le va a dar al edificio.

Por lo que finalmente consideraremos los siguientes valores para la realización de los cálculos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

COCINA	20 °C
DORMITORIOS	20 °C
SALON	20 °C
ASEO	20 °C
BAÑO	20 °C
VESTIBULO	18 °C
DISTRIBUIDOR	18 °C
LOCAL NO CALEFACTADO	10 °C

10.- CARGA TÉRMICA.

Se denomina carga térmica a la cantidad de calor que hay que transmitir a un local en una hora para conservar el aire interior a una temperatura dada ("temperatura de diseño"). Evidentemente esa cantidad de calor debe ser exactamente igual a la que dicho local pierde a través de sus cerramientos en dicha unidad de tiempo.

Tales pérdidas se producen fundamentalmente por:

- 1.- Transmisión calorífica a través de los cerramientos.
- 2.- Por infiltraciones y necesidades de ventilación.

Por otra parte se producen aportaciones de calor tales como la que proporcionan las luminarias y las personas.

Esta determinación de la carga termica que tiene el edificio o cada uno de los locales que lo componen es la que nos permite diseñar y determinar los equipos necesarios para poder acondicionar o calefactar nuestro local.

10.1.- Perdidas por Transmisión.

Son las pérdidas por transmisión que se producen por las puertas, ventanas, suelos, techos, paredes; es decir a través de los distintos cerramientos del edificio. Las pérdidas de calor a través de los cerramientos pueden producirse por cualquiera de los tres mecanismos de transmisión del calor: conducción, convección y radiación.

La conducción es el modo de transferencia de calor por el cual se verifica un intercambio de energía desde una región de alta temperatura hacia otra de baja temperatura, debido al impacto cinético o directo de moléculas.

La ley de Fourier de la conducción de calor establece que la rapidez de flujo por conducción en un sentido dado es proporcional al gradiente de temperatura en ese sentido y al área normal a la dirección del flujo de calor.

Este método de transferencia de calor depende de las características de los materiales de los cerramientos.

La convección es el proceso de intercambio de calor cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, la convección puede ser libre; es en el caso de que el aire solo se mueva por diferencias de densidades debido a las distintas temperaturas de las superficies de contacto.

La convección forzada cuando existe un incremento de velocidad del aire que se encuentra en contacto con las superficies a diferentes temperaturas, de esta forma se transmite mayor cantidad de calor que en la convección libre.

En cualquiera de los dos casos este fenómeno de la convección se rige mediante la ley de enfriamiento de Newton.

La convección también depende de las características de los materiales del cerramiento.

Finalmente la transmisión de calor por radiación tiene lugar cuando la superficie del cerramiento intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía mediante las ondas electromagnéticas debidas al sol.

Mientras que en la conducción y la convección se precisa la existencia de un medio material para que se produzca la transmisión de calor, en la radiación el calor se transmite a través del vacío, no necesita medio transportador.

Los tres procesos junto a la acumulación se producen de forma simultánea siendo difícil establecer con exactitud la contribución en la transferencia del calor de cada uno de ellos

Por lo que para el cálculo de las pérdidas de calor es necesario juntar las resistencias térmicas superficial h_{int} , h_{ext} y las conductividades térmicas de los materiales usados en los cerramientos λ , en un solo concepto: el coeficiente de transmisión de calor, K.

Tal como hemos visto la fórmula queda:

$$Q_c = K \cdot S \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

Siendo:

K → Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (kcal/hm² °C).
Obtenido según NBE CT-79.

A → Superficie del cerramiento (m²).

T_i → Temperatura interior de diseño del local (°C).

T_e → Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°C).

Para las paredes y carpintería que limitan con locales calefactados que se encuentran a la misma temperatura no se le ha calculado la transmisión ya que el salto térmico es cero.

Por lo que solo se calcularemos la envolvente de cada local, es decir las paredes o carpintería por la que pierde carga térmica el local.

10.2.- Aplicación de Suplementos por Orientación.

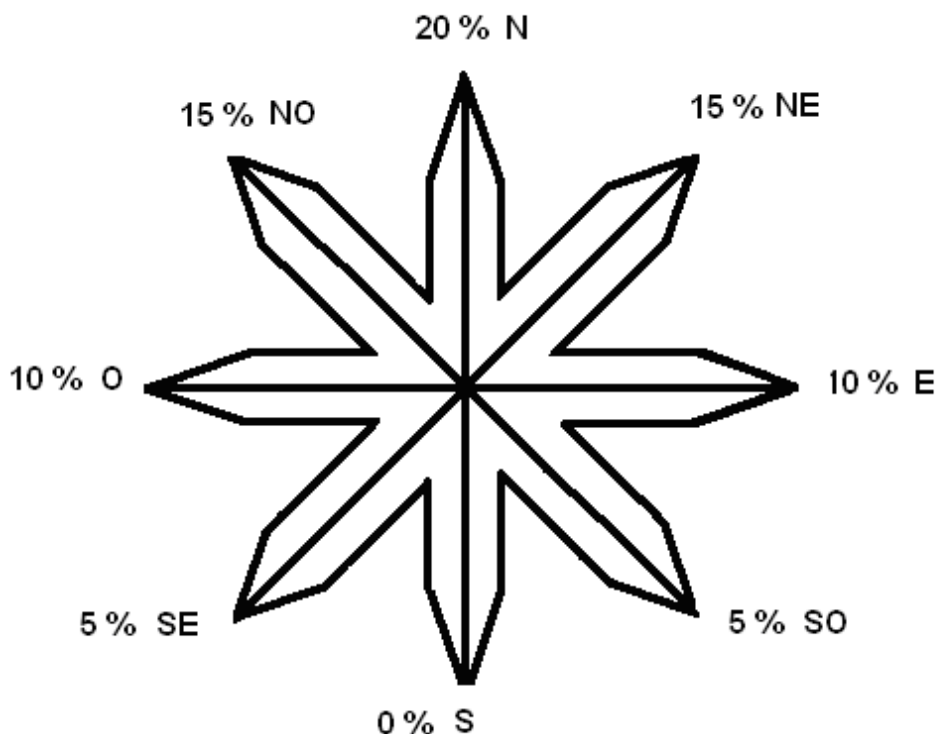
A las pérdidas de calor producidas por la transmisión se reapplica un suplemento por orientación. Este suplemento adicional al calor por la transmisión está determinado por la diferente orientación solar de los cerramientos del local ya que la incidencia del sol, viento etc es diferente para cada orientación, siendo más intensas en determinadas orientaciones que en otras orientaciones.

Estas correcciones, expresadas como aumentos en porcentajes que deben ser aplicados a las pérdidas térmicas de transmisión calculadas, tienen en cuenta diferentes factores,

tales como la insolacion, diferente grado de humedad de las paredes, diferentes velocidades, direccion y temperauras de los vientos.

Este suplemento se establece de acuerdo a lo establecido en el reglamento ITE del RITE (Anexo 1 Tabla 9).

Según el dibujo los suplementos debido a la orientación son:



10.3.- Ganancias por Iluminación.

Con respecto al alumbrado, el mismo constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local, pudiendo también producirse estratificación del calor emitido por convección.

Las lamparas incandescentes transforman en luz un 10 % de la energía absorbida, mientras el resto la transforman en calor que se disipa por radiación, convección y conducción. Un 80 % de la potencia absorbida se disipa por radiación, y solo el 10 % restante por conducción y convección.

Los tubos fluorescentes transforman un 25 % de la energía absorbida en luz, mientras que otro 25 % se disipa por radiación hacia las paredes que rodean el local, y el resto por conducción y convección. Debe tenerse en cuenta, además, el calor emitido por la reactancia o resistencia limitadora, que representa un 25 % de la energía absorbida por la lampara.

10.4- Interrupción Horaria.

La demanda de calefacción no es uniforme a lo largo del día alcanzando la máxima producción durante las horas diurnas.

Con el fin de conseguir ahorro energético o económico es usual interrumpir el funcionamiento de las calderas durante períodos nocturnos, con lo que se intenta contrarrestarse incrementando la potencia del suministro durante las horas de funcionamiento. Para el suplemento debido a la intermitencia o reducción nocturna del servicio el cálculo de las necesidades se hacen en régimen de la instalación, pero en la práctica la exigencia de calor es mayor ya que hace falta mantener la temperatura debido al enfriamiento que sufre el edificio durante las horas de apagado.

El incremento será de acuerdo con la tabla (Tabla 10 Anexo 1).

10.5.- Pérdidas por Entrada Aire del Exterior.

Las construcciones no son estancas; asimismo, es necesario suministrar aire puro a las personas.

Es el calor necesario para compensar las entradas de aire del exterior producidas ya sea por la infiltración a través de las carpinterías que dan al exterior o en el caso de la renovación del aire del local, la ventilación para mantener las condiciones de salubridad. Estas pérdidas deben considerarse en el balance térmico final ya que alteran las condiciones interiores de temperaturas de los locales.

El aire del exterior es utilizado muchas veces para diluir contaminantes en el aire del interior y la energía asociada con calentamiento o enfriamiento de este aire exterior es una significativa carga térmica. La magnitud de estos valores de flujo de aire debe ser conocida a máxima carga para calcular adecuadamente el tamaño de equipo y en condiciones promedio, estimar adecuadamente el consumo de energía promedio.

Deben conocerse también los valores de intercambio de aire para asegurar un adecuado control de los niveles de contaminantes en el interior.

El intercambio de aire entre el interior y las afueras está dividido en dos partes: ventilación e infiltración.

10.5.1.- Pérdidas por Infiltración.

La infiltración, es flujo de aire no controlado a través de grietas, intersticios y otras aberturas no intencionales. La filtración del aire del exterior a través de las ventanas, puertas, conductos de ventilación etc se deben principalmente a dos causas.

a) La presión que ejerce el viento.

Como consecuencia de la presión que ejerce el viento sobre una de las caras del edificio una cantidad de aire del exterior entra por las hendiduras existentes y al mismo tiempo la misma cantidad de aire sale por el lado opuesto.

b) Las diferentes densidades del aire exterior y el interior, debido al salto térmico existente.

La filtración de aire por efecto de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior tiende a aumentar las infiltraciones por puertas y ventanas de los niveles inferiores y disminuir en los superiores (el efecto chimenea, diferentes densidades)

Formula:

$$V_i = (\sum_i f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

Siendo:

f → Coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento. (m^3 / hm) (Anexo 1 Tabla 11).

L → Longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento. (m).

R → Coeficiente característico del local. (Anexo 1 Tabla 12).

H → Coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio. (Anexo 1 Tabla 13).

10.5.2.- Perdidas por Ventilación.

Estas pérdidas de calor se dan cuando se quiere renovar el aire de un local para mantener las condiciones necesarias de salubridad y para ello hay que asegurar una adecuada cantidad de aire exterior para mantener una aceptable calidad de aire interior ya sea de forma natural como es en nuestro caso o forzada.

La ventilación natural: es un flujo de aire sin energía a través de ventanas abiertas, puertas y otras aberturas intencionales de una edificación.

La ventilación natural a través de aberturas intencionales también es causada por las presiones del viento y diferencias de temperaturas interior – exterior.

Además el flujo de aire a través de ventanas y puertas u otras aberturas de diseño pueden ser utilizadas para proveer una ventilación adecuada para diluir contaminantes y controlar temperaturas.

Para ventilar correctamente una habitación, 10 minutos son más que suficientes; y no es aconsejable encender la calefacción durante el tiempo dedicado a la ventilación de la vivienda.

Formula.

$$Q_a = V_a \cdot C_p \cdot P_e \cdot (t_i - t_e)$$

Siendo:

$V_a = V_i + V_r \rightarrow$ Caudal de aire exterior frío que se introduce en el local (m^3/h).

$t_i \rightarrow$ Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}C$).

$t_e \rightarrow$ Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}C$).

$C_p \rightarrow$ Calor específico del aire a presión constante ($kcal / kg \ ^{\circ}C$).

$P_e \rightarrow$ Peso específico del aire (kgf / m^3).

$$V_r = V \cdot n \quad V_a = V_i + V_r$$

$V \rightarrow$ Volumen del local (m^3).

$n \rightarrow$ Número de renovaciones / hora Según el RITE - ITE 02.2.2 (Anexo 1 Tabla 14).

$V_r \rightarrow$ Volumen de aire que entra debido a la ventilación.

11.- DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE.

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- a) transmitancia térmica de muros de fachada UM.
- b) transmitancia térmica de cubiertas UC.
- c) transmitancia térmica de suelos US.

- d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT.
- e) transmitancia térmica de huecos UH.
- f) factor solar modificado de huecos FH.
- g) factor solar modificado de lucernarios FL.
- h) transmitancia térmica de medianerías UMD.

11.1.- Coeficiente Global de Transmisión KG.

El coeficiente de transmisión térmica global KG de un edificio no será superior a los valores señalados en la Tabla 15 (Anexo 1), dados en función de su factor de forma f, de la zona climática donde se ubique el edificio, según el Mapa 1 (Anexo 1) de zonificación climática por grados/día dado en el artículo 13º, y del tipo de energía empleada en el sistema de calefacción del edificio, según sea éste unitario, individual o colectivo. El coeficiente KG limita las pérdidas de calor de un edificio, en la situación de invierno, quedando además limitadas en cierto modo las ganancias de calor en la situación de verano.

En la Tabla 15 Anexo 1 se han indicado los valores de KG para los valores límites de $f \leq 0,25 \text{ m}^{-1}$. $KG_{\max} 1,26 \text{ kcal / hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ó si $\geq 1,00 \text{ m}^{-1}$. $KG_{\max} 0,72 \text{ kcal / hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Para valores intermedios KG se calculará con la fórmula:

$$KG = a \left(3 + \frac{1}{f} \right) =$$

Donde f es el factor de forma del edificio y a es un coeficiente que se obtiene de la Tabla 16 Anexo 1 en función del tipo de energía y zona climática

Nuestro caso la zona es: D Caso I: Combustibles Sólidos, Líquidos o Gaseosos

$$a = 0,18 \text{ kcal / h m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$f = \frac{383,01 \text{ m}^2}{537,19 \text{ m}^3} = 0,71$$

$$KG = 0,79$$

Las normas de aislamiento térmico que deben cumplir individualmente los elementos estructurales de cierre de los edificios (techos, muros y suelos) proporcionan las exigencias relativas que deben ser satisfechas para garantizar unas condiciones ambientales interiores de bienestar dadas, así como evitar las condensaciones sobre los paramentos.

Sin embargo, estas exigencias no tienen en cuenta el consumo de la energía necesaria para la consecución de aquellos niveles de confortabilidad térmica.

Para cubrir este aspecto se define un coeficiente global de transmisión de calor de edificio, KG, Cuyos valores máximos, son en función de factor de forma de edificio, de la zona climática y de tipo de energía empleada en la calefacción.

En el caso de edificios que tengan locales cuyo cerramiento exterior no se puede fijar en el proyecto general, como es, por ejemplo, el caso de locales comerciales cuya fachada no está inicialmente definida, se considerarán estos locales como exteriores al edificio, con la consideración, a efectos de cálculo de coeficiente KG, de locales no calefactados.

En los proyectos de locales citados en el párrafo anterior, figurarán el cálculo y justificación de valor de K.G.

11.1.1.- Cálculo de los coeficientes de transmisión de calor K.

Siguiendo los criterios de Anexo 2 del CTE, se calculan los coeficientes útiles de transmisión de calor, de los elementos constructivos que delimitan el cerramiento de edificio, y que intervienen en el cálculo de KG;

Es decir:

K.E: Correspondiente a cerramientos en contacto con el ambiente exterior, como:

- Cerramientos verticales de separación con el exterior.
- Cerramientos inclinados más de 60° con la horizontal de separación con el exterior.
- Forjados sobre espacios exteriores.

KN: Correspondiente a cerramiento de separación con otros edificios o con locales no calefactados, como:

- Cerramientos verticales de separación con espacios cerrados no calefactados, o medianería entre edificios.

- Cercamientos horizontales sobre espacios cerrados no calefactados de altura superior a 1 metro.

KQ: Correspondiente a cerramientos de techo o cubierta, como:

- Cubiertas inclinadas menos de 60° con la horizontal.
- Cubiertas horizontales.
- Cubiertas bajo el terreno.

Ks: Correspondiente a cerramientos de separación con el terreno, como:

- Soleras.
- Forjados sobre cámara de aire de altura menor de 1 m.
- Muros enterrados.

También podrá utilizarse para estos cálculos el coeficiente lineal de transmisión de calor k según se define en el Anexo 2, debiendo cumplirse que las pérdidas de calor por unidad de temperatura sean iguales con un método u otro. Es decir, que se cumpla la ecuación:

$$K_s S_s = k_s L_s \quad \text{en (kcal / h } ^\circ\text{C) ó (W / } ^\circ\text{C) .}$$

Siendo:

K_s → Coeficiente de transmisión de calor del elemento en contacto con el terreno, en kcal / h m² °C (W / m² °C).

S_s → Superficie de dicho elemento en contacto con el terreno, en m²

k_s → Coeficiente lineal de transmisión de calor del elemento en contacto con el terreno, en kcal / h m °C (W / m °C).

L_s → Longitud perimetral del elemento en contacto con el terreno, en m.

11.1.2.- Cálculo de factor de forma.

El factor de forma de un edificio f es la relación entre la suma de las superficies de los elementos de separación del edificio (la envolvente) y el volumen encerrado por las mismas superficies.

$$f = S / V$$

Donde:

$f \rightarrow$ es el factor de forma en metros.

12.- CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES CALEFACCIÓN.

12.1.- Individuales.

Se caracterizan principalmente por su carácter de independencia al resto del edificio. Principalmente se emplean en viviendas. Normalmente este tipo de instalaciones constan de una caldera tipo mural alimentada por gas, que produce agua caliente y alimenta a una serie de radiadores a través del circuito de tuberías, este tipo de calderas lleva incorporado un quemador atmosférico, bomba de circulación y depósito de expansión. Generalmente incorporan la producción de ACS en la misma caldera por lo que se trata de calderas mixtas, bien de producción instantánea o con acumulación.

12.2.- Centralizadas.

La producción de calor se realiza de forma centralizada en una central térmica, desde la que se distribuye a todos los sistemas de la instalación. Instalaciones por agua caliente: son aquellas que emplean el agua como fluido para calentar el ambiente a su paso por los elementos térmicos. Los principales sistemas de calefacción que utilizan el agua son:

(Rango de temperaturas °C)

Radiadores.	90-70
Convectores.	80-50
Climatizadores.	90-50
Suelo radiante.	45-40

13.- SOLUCIÓN ADAPTADA.

Una vez examinados las características principales de las cargas térmicas necesarias y de elegir posibles soluciones de sistemas de calefacción, se realiza un análisis de los diferentes sistemas de calefacción teniendo en cuenta los criterios funcionales, económicos y viabilidad se elige la solución más apropiada.

1) Criterios funcionales: además de conseguir que la instalación deba adaptarse al tipo de edificio, en lo relativo al sistema de calefacción a seleccionar, a la disponibilidad de unos o otros combustibles, la elección de la fuente de calor, a la estética, etc, se deberá analizar el siguiente criterio: A) nivel de prestaciones deseado: se deben fijar las prestaciones que se desean. En este estudio el nivel de las prestaciones determinará el grado de funcionamiento de la instalación, la calidad del confort y la calidad de los equipos.

2) Criterios estructurales: es necesario analizar las condiciones que el edificio impone al sistema de calefacción, la posibilidad de disponer espacios para la ubicación de los radiadores, ver que características afectan a un tipo de instalación o otra y elegir la que más se adapte a la estructura y distribución de nuestro edificio.

3) Criterios económicos: este aspecto también tiene mucha importancia en el análisis previo a la elección de un sistema de calefacción. Este análisis se deberá hacer una vez que se seleccionen uno u dos sistemas diferentes que satisfagan las necesidades funcionales y resulten viables y compatibles con la arquitectura del edificio. Los aspectos más importantes para comparar entre ellos se ha de tener en cuenta los principales puntos a comparar como el coste inicial de la inversión, coste de explotación y coste de mantenimiento.

Un buen análisis económico se deberá basar en determinar, para cada uno de los sistemas seleccionados, el coste total por los anteriores conceptos, extrapolado al período de vida de la instalación (unos 20 años). En definitiva se trata de extrapolar a este período los siguientes costes:

- Coste de la inversión: se deberá considerar el coste intrínseco del sistema de calefacción, más los trabajos auxiliares que comporta la colocación de la instalación.
- Coste de la energía consumida: este apartado se considera los costes asociados al funcionamiento de la instalación como son el coste del combustible que se emplea.
- Coste de mantenimiento: se deberá considerar el coste del mantenimiento preventivo de las instalaciones, la reposición de los elementos por averías y obsolescencia, etc.

Teniendo en cuenta estos costes durante el periodo de amortización unos 20 años se seleccionará la opción que resulte más económica en su conjunto.

Se puede establecer que la decisión final de la implantación de un sistema u otro es un compromiso entre las prestaciones deseadas, la adaptación de la instalación al edificio y los costes totales. Siendo los principales aspectos que se tienen en cuenta el nivel de prestaciones deseadas y el coste de la inversión.

Como ya hemos visto no existe una solución única para responder a una necesidad definida, sino más bien varias soluciones. Sin embargo, según el tipo de edificio, ciertas soluciones son más adaptables que otras y es indispensable estudiar todas las variantes.

En primer lugar en el momento de la elección de la caldera, si el edificio tiene acceso a gas, se debe contemplar la solución de la condensación. El efecto de la condensación permite realizar ahorros de energía que pueden ser importantes. Esta solución es la más apropiada ya que trabajamos con temperaturas de agua lo más bajas posible, régimen donde la caldera condensará al máximo.

Para la elección del quemador, hay que priorizar los quemadores con modulación, que permiten adaptar mejor la producción térmica a las necesidades de calefacción del edificio. También existe la posibilidad de optar por soluciones Eco-NOx con emisiones muy pequeñas de óxido de nitrógeno, con el fin de contribuir a la protección de la capa de ozono y de nuestros bosques. Otro factor que hay que tomar en consideración es el nivel sonoro que puede ser fuente de incomodidad, especialmente en los edificios de viviendas. Con esta aplicación se pretende instalar, en un recinto, un sistema de calefacción central por agua caliente desde el cual se repartirá a cada local las cargas térmicas que necesiten.

La calefacción central por agua caliente consta esencialmente de una caldera y de una tubería que empieza desde la misma caldera, la cual transcurrirá por las distintas habitaciones que se quiere calefactar, además de otra tubería de retorno a la caldera.

El agua caliente se consigue a través de la caldera, una vez que esta alcance la temperatura adecuada asciende desde la caldera hasta alcanzar la tubería de distribución de los diferentes locales, a partir de ese punto se pueden utilizar distintos sistemas de canalizaciones: monotubular o bitubular.

Finalmente tras estudiar los diferentes sistemas de distribución la solución adoptada para la instalación que estamos utilizando como ejemplo del proyecto es una instalación bitubular de retorno simple o directo, con lo que las tuberías de alimentación y retorno serán paralelas.

Las tuberías tanto de distribución como las del retorno serán de cobre.

El sistema de calefacción por radiadores es el más instalado.

Es especialmente adecuado para zonas con temperaturas mínimas bajas. No obstante, el sistema de calefacción mediante radiadores, provoca una distribución heterogénea de temperaturas, alterando la sensación de confort del usuario. Los elementos emisores serán de aluminio de la marca RAYCO y modelo Magno.

Los colectores se sitúan en un lugar centrado respecto a la zona calefactable a la que dan servicio. Se ha de buscar, dentro de esta área centrada, una ubicación que no distorsione el aspecto estético del espacio habitable.

14.- COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN.

14.1.- Radiador.

Un radiador es un intercambiador de calor encargado de ceder el calor a las habitaciones que queremos calentar de una vivienda o local.

Los radiadores serán los únicos encargados en proporcionar la potencia calorífica que hace falta en dicho local a calefactar o vivienda en su totalidad ya que la instalación solar solo se dimensionará para dar apoyo a las necesidades de ACS.

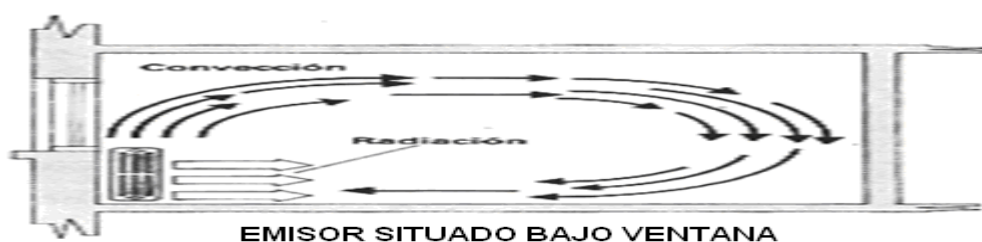
Cuando el radiador tiene la función contraria, extraer el calor de un local se denomina disipador. En los radiadores la mayor parte del calor se intercambia por convección. La emisión de calor de un radiador, depende de la diferencia de temperaturas entre su superficie y el ambiente que lo rodea y de la cantidad de superficie en contacto con ese ambiente.

A mayor superficie de intercambio y mayor diferencia de temperatura, mayor es el intercambio.

Los emisores de una instalación de calefacción por agua caliente, son aparatos destinados a proporcionar al ambiente el calor necesario para mantener la temperatura de confort elegida. Esta emisión calorífica se basa en los principios de convección y radiación.

Una parte del calor se transfiere por radiación del radiador a través de su superficie, que al estar a una temperatura más elevada que las superficies del local, radia calor hacia éstas. Otra parte de transferencia es por la convección, calentando el aire en las inmediaciones del radiador, que hace y crea una circulación del aire.

La circulación del aire que produce la convección es de abajo hacia arriba ver gráfico. El calor transmitido por radiación, lo hace en forma de frentes de ondas. El calor total que cede el emisor es la suma de convección y radiación.



En los radiadores la potencia calorífica que tiene que proporcionar un radiador además de lo anterior también se satisface por el número de elementos que lo conforman. Cuantos más elementos contenga mayor será su superficie y mayor es el intercambio.

Los radiadores están constituidos por dichos elementos acoplables entre ellos, cuyo número se determina según la potencia deseada de cada habitación.

El agua caliente entra en el radiador por uno de sus extremos y sale por el otro, con un diferencial de temperatura de unos 10 a 20 grados. La cantidad de calor que se transfiere será el producto del caudal de agua que pasa por el radiador por la diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida.

Las condiciones estándar en las que se dan las emisiones caloríficas de los radiadores por los fabricantes, son:

- Temperatura de entrada del agua	90 °C.
- Temperatura de salida del agua	70 °C.
- Temperatura media del radiador	80 °C.
- Temperatura del aire del local	20 °C.
- diferencia de temperaturas entre el radiador y e local	60 °C.

En la construcción de los radiadores los materiales más empleados son:

- Fundición.
- Chapa de Acero.
- Aluminio.

En nuestro caso los radiadores empleados son los modelos Magno + 425 W
Magno + 600 W y Magno + 800 W.

Los radiadores deben separarse 4 cms al menos, de las paredes y quedar levantados otros 10 cms como mínimo respecto del suelo. Además iran instalados en las zonas más frías de cada local, a ser preferentemente bajo las ventanas.

14.1.1.- Tipos de Distribución.

14.1.1.1.- Sistema Monotubular.

El sistema consiste básicamente en un anillo simple que va intercalando emisores a lo largo de su recorrido. Los emisores se conectan a los "bucles" en los que conecta con el anillo solo en un punto, dónde se coloca una válvula doble que permite la conexión y reglaje del tubo de entrada y la de salida.

El anillo suele tener un diámetro constante.

Es apropiado para pequeñas instalaciones. No se aconseja la colocación de más de siete radiadores al mismo anillo.

En los Sistemas Monotubulares, los radiadores (o emisores) se sitúan en serie es decir, el retorno del primer radiador hace de ida del segundo y a su vez el retorno de este hace de ida del tercero, y así sucesivamente hasta volver a la caldera.

El mismo caudal de agua que circula por el primer radiador seguirá hasta el último.

Por tratarse de un circuito en serie, el caudal de agua caliente que llega de la bomba circuladora debe recorrer toda la tubería, por lo que no es posible hacer reducciones de sección en el circuito hidráulico, montándose todas las tuberías del mismo diámetro.

Este sistema presenta inconvenientes por bajo rendimiento debido a que si la instalación es relativamente grande, el último radiador de la serie no recibirá el calor de los primeros.

A medida que el agua caliente va circulando por los radiadores, la temperatura va disminuyendo, lo que hace que esta sea diferente en cada radiador.

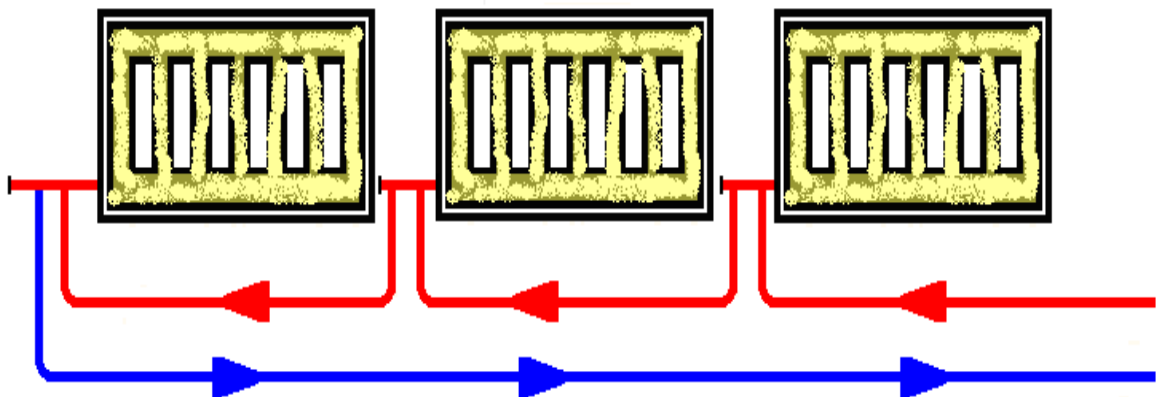
Este hecho debe compensarse sobre-dimensionando ligeramente los últimos radiadores del anillo, para compensar el descenso de temperatura.

Como limitación, cada circuito de calefacción monotubular podrá alimentar cinco radiadores como máximo (ITE 09.4).

Si es necesario conectar más de cinco radiadores se instalarán más circuitos, separando las conexiones a cada circuito en base a su uso (por ejemplo: separando locales que se usan por el día o por la noche).

Este sistema requiere menos tubería y se reduce por ello el coste de la instalación, pero tiene grandes desventajas respecto a los otros sistemas de calefacción por radiadores en cuanto al rendimiento calorífico de la instalación.

Figura:



14.1.1.2.- Sistema Bitubular.

En este sistema no se reutiliza el agua que ya ha pasado por un radiador - como ocurre en el sistema monotubular - sino que se recoge mediante una red paralela para ser reconducida a la caldera.

En este sistema no hay limitación en el número de radiadores. Es el apropiado para grandes instalaciones.

Los Sistemas Bitubulares sitúan los radiadores (emisores de calor) en paralelo y cada radiador recibe el agua que necesita, distribuyéndose el resto del agua hacia los otros radiadores.

La instalación bitubular es un sistema de distribución que consiste en la utilización de dos tuberías, una de ida y otra de retorno donde se conectan los emisores.

La conexión de los radiadores siempre se realiza de forma que la entrada del agua se efectúa por la parte superior del mismo y la salida por la inferior.

Con este tipo de instalación se consigue que la temperatura de entrada del agua a cada radiador sea prácticamente la misma.

Este es un sistema mejor pero más caro porque requiere el doble de tuberías en su instalación.

La instalación bitubular permite realizar el retorno a la caldera de forma directa, con lo que la longitud de la tubería a emplear será menor o se puede realizar un retorno invertido, el que necesitaremos más metros de tubo para completar la instalación, pero a cambio conseguiremos un circuito mejor equilibrado en los aspectos térmicos e hidráulicos.

Para viviendas donde no se superan los cuatro radiadores, se utiliza el sistema monotubular; superando esa cantidad de emisores, siempre se emplea el sistema bitubular.

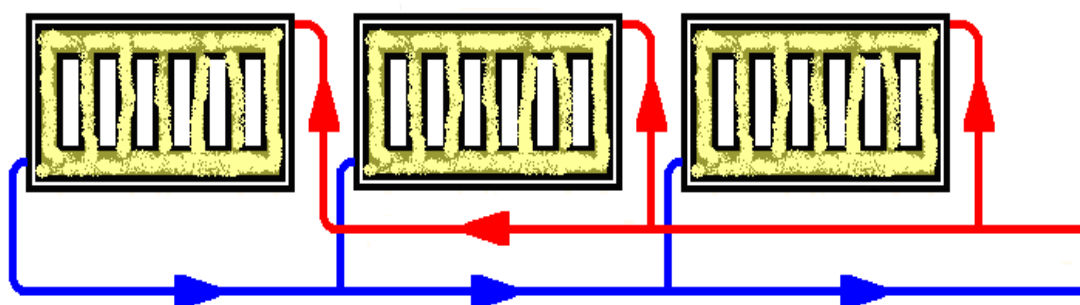
Existen dos variantes de instalación bitubular atendiendo al retorno de la red:

- Retorno simple o directo.
- Retorno invertido.

14.1.1.1.1.- Características del retorno simple o directo.

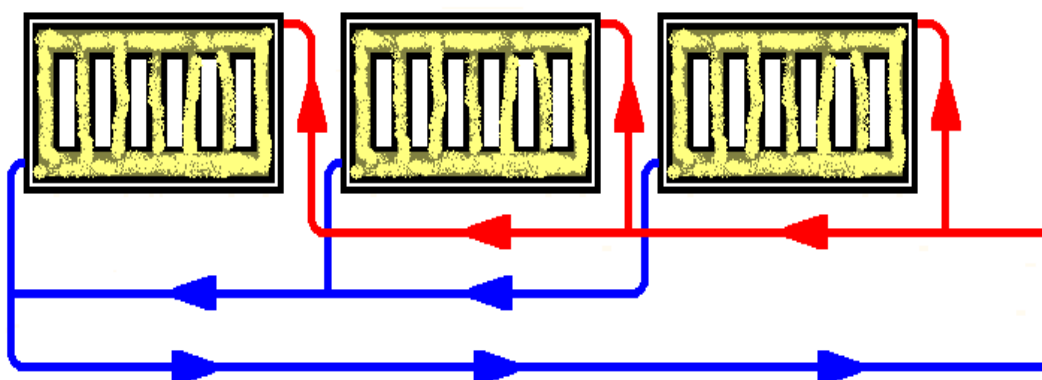
Los recorridos de los tubos de ida más de retorno son similares para todos los radiadores; es decir son tuberías que tienen el mismo diámetro. Esto simplifica los cálculos y la instalación de las tuberías.

En el sistema de calefacción bitubular para radiadores de retorno simple se empieza a retornar el agua hacia el generador desde el último radiador.



14.1.1.1.2.- Características del retorno inverso.

Los recorridos de los tubos de ida y de retorno son diferentes para cada uno de los tramos de radiadores; tienen diferentes diámetros. Esto dificulta un poco más los cálculos e instalación. En el retorno invertido, el agua comienza el retorno desde el primer radiador.



La principal diferencia entre ambos sistemas de retorno surge a la hora de equilibrar el sistema. El retorno simple al tener un recorrido bastante mas corto entre el radiador más próximo y la caldera que el más alejado, origina un desequilibrado del sistema.

En cambio con retorno invertido las pérdidas de carga en los emisores más próximo y más alejado de la caldera están compensadas.

14.1.2.- Dimensionado de los radiadores.

El dimensionado de los radiadores que se colocarán en cada estancia de la vivienda consistirá en determinar el número de módulos que deben componer cada uno de los emisores. Como paso previo a la selección de los radiadores, deberemos tener en cuenta las condiciones de funcionamiento de la instalación, es decir, la temperatura de llegada del agua al radiador, la temperatura de salida del mismo y el salto térmico.

Generalmente, el dimensionado del emisor se realiza para un salto térmico de 60 °C con temperatura de entrada del agua al radiador de 90 °C y temperatura de salida de 70 °C.

En el dimensionado de los radiadores se tiene que tener en cuenta las pérdidas de carga térmicas de cada local así como la carga térmica que desprende cada elemento del modelo de emisor elegido.

14.2.- Caldera.

Las calderas son los equipos en cuyo interior se produce la combustión de los combustibles y en los que el calor liberado se transfiere al agua calentandola. La caldera es el elemento encargado de calentar el agua para cubrir las necesidades de calefacción así como la parte correspondiente al Agua Caliente Sanitaria ya que se dimensionara para cubrir dichas necesidades de ACS para el caso de que el aporte solar sea nulo.

Las calderas utilizadas en las instalaciones de calefacción se utilizan normalmente para producir agua caliente que posteriormente se utiliza para calentar el edificio y el ACS.

La potencia que nos debe suministra la caldera será la suma de la potencia disipada en los radiadores es decir todas las pérdidas térmicas de las habitaciones de la vivienda además de la potencia de pérdidas en las tuberías.

$$\text{Potencia caldera} = (Q_{\text{radiadores}} + Q_{\text{tuberías}} + Q_{\text{acs}}) \cdot 1,25$$

Deben situarse en espacios que tenga ventilación fija garantizada.

El funcionamiento se base en el cierre automático total o parcial, del suministro de agua para la calefacción en los momentos en que se utiliza ACS. El confort de las habitaciones no se resiente dado la gran inercia térmica de la edificación.

Si bien existen modelos con tanque acumulador independiente, son más frecuentes los que incorporan en su interior un intercambiador de placas para el servicio de ACS.

Respecto al tipo de combustible que utilizaremos será, el gas natural.

La caldera elegida es:

VITODENS 200 W modelo WB1B VISSMANN.

El rango de potencia útil es de 6,2 – 30.55 kW.

14.2.1.- Tipos de Calderas.

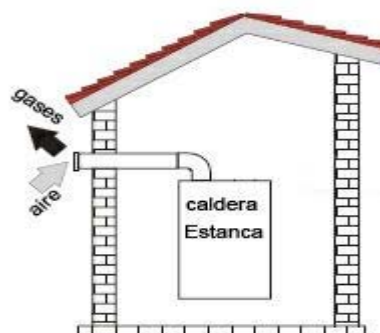
Según su cámara de combustión o la forma en que toman el aire necesario para la combustión; existen dos tipos de calderas:

- a) Estancas.
- b) Atmosféricas.

14.2.1.1- Calderas Estancas.

Las calderas Estancas toman el aire necesario para la combustión del exterior del propio edificio y expulsan los gases al exterior sin llegar a entrar en contacto con el propio recinto o lugar en el que están instaladas las calderas. Se realiza mediante un sistema de tubos concéntricos cuya apariencia exterior es de un solo tubo y un extractor (ventilador) incorporado a la caldera.

Figura Tipo Caldera Estanca.



Las ventajas del modo de funcionamiento Estanco radican en que ofrece aún mayores posibilidades de emplazamiento para las calderas murales a gas que el modo de funcionamiento atmosférico.

La caldera puede montarse en cualquier lugar, ya sea en salas de estar, en trasteros, en armarios o en buhardillas. La independencia del aire ambiente reduce además las pérdidas, dado que para la combustión no se utiliza el aire ya calentado del habitáculo.

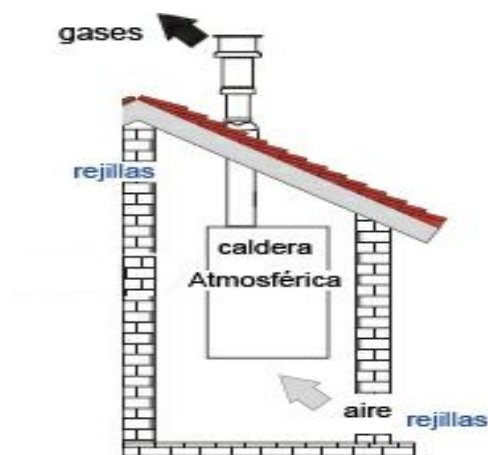
14.2.1.2- Calderas Atmosféricas.

En el modo de funcionamiento atmosférico el productor de calor extrae el aire de combustión del lugar de emplazamiento de la caldera. Para ello el cuarto de emplazamiento habrá de disponer por supuesto de suficientes entradas de aire. Y en este sentido puede haber varias posibilidades. Es frecuente que el abastecimiento de aire de combustión se efectúe por los orificios abiertos en la pared externa o por juntas externas.

Es decir las calderas Atmosféricas toman el aire para la combustión del propio recinto mediante rejillas de ventilación y expulsan los gases hacia el exterior através de una chimenea individual.

Si se va a emplazar la caldera en la parte habitable de la casa, se ofrece la denominada "Conexión de Aire Ambiente", con la que manteniendo unidos entre sí varios cuartos mediante el aire (ranuras de las puertas) queda garantizada una ventilación suficiente por las juntas.

Figura Tipo Caldera Atmosféricas.



14.3.- Quemadores.

Los quemadores son los equipos en los que se genera la llama, mediante la combustión de la mezcla del combustible y aire.

Los quemadores se clasifican inicialmente por el combustible a utilizar.

El que utilizaremos será de gas ciudad o gas natural.

Pueden ser de una llama ó etapa, de dos etapas o, por último modulantes (con potencias escalonadas, conforme a la demanda). Estos últimos reducen sobremanera las secuencias "encendido-paro" con el consiguiente ahorro energético.

La modulación permite:

- Adaptarse lo mejor posible a las necesidades.
- Funcionar continuamente hasta niveles bajos de potencia para rendimientos superiores de la caldera.
- Evitar un número importante de arranques-paradas y por consiguiente limitar el uso del quemador y las emisiones de contaminantes (que son elevadas en el momento de las fases de arranque y de parada).

Asimismo pueden estar preparados para trabajar bien con la cámara de combustión con entradas de aire (a depresión) o bien hermética (a sobrepresión).

Para potencias pequeñas y medianas resulta usual que el quemador se suministre formando bloque con la caldera, realizándose, entonces, la elección y acople en fábrica.

Es aconsejable que el quemador cumpla la normativa RITE que exige unos mínimos en función de la potencia del propio quemador.

Clasificación EN de los quemadores de gas:

- Clase 1: NO_x < 260 mg / kWh.
- Clase 2: NO_x < 200 mg / kWh.
- Clase 3: NO_x < 150 mg / kWh.
- Clase 4: NO_x < 100 mg / kWh.
- Clase 5: NO_x < 70 mg / kWh.

En nuestro el fabricante de la caldera ya incorpora el quemador en la propia caldera siendo este cilíndrico y modulante que puede funcionar tanto para modo estanco como atmosférico.

El modelo es el Matriz viene incorporado en la propia caldera.

14.4.- Chimenea.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la caldera es necesario que la instalación de la chimenea se realice adecuadamente, situando el conducto vertical de la misma lo más cerca posible de la salida de humos de la caldera y limitando en lo posible la presencia de codos, o tramos horizontales que favorecen las pérdidas de carga y la acumulación de suciedad, con la consiguiente pérdida de tiro.

El tema de las chimeneas de las calderas tiene implicaciones varias concernientes al diseño y a la construcción, por lo que debe preverse su ubicación a la hora del proyecto así como los requerimientos de aislamiento con respecto al resto del edificio, dada las altas temperaturas que puede alcanzar.

Si las chimeneas discurren exentas de la edificación deben, igualmente, aislarse del frío, ya que las corrientes descendentes interiores del aire impedirían el buen funcionamiento del conducto.

La chimenea a utilizar debe estar aislada térmicamente como lana de roca para evitar condensaciones por enfriamiento de los humos.

Por tratarse de un uso residencial y estar instalada a la intemperie, el material elegido para los tubos que conforman la chimenea es el acero inoxidable, que es resistente a la corrosión, al tiempo que ofrece un aspecto decorativo.

Forma de Cálculo de la sección; Normalmente se realiza el cálculo mediante ábacos que sigue que se incluyen en los prospectos de cada tipo de caldera.

Las calderas, como se sabe, están formadas - como los radiadores - por un determinado número de elementos que determinan la potencia de las misma, y por tanto las necesidades de evacuación de humos.

Otro factor básico interviniente es la altura de la chimenea: A más altura se requiere menos sección de tiro.

Para evitar molestias provocadas por los humos resultantes de la combustión, la chimenea deberá tener una altura tal, que supere como mínimo en 1 metros la altura de la zona del tejado en la que se encuentra.

El diámetro del conducto de evacuación de humos para la caldera elegida es de 60 mm, y para la ventilación o entrada de aire es de 100 mm.

14.5.- Cálculo de la Red de Distribución.

14.5.1.- Tuberías.

El trazado de la instalación sobre el plano nos permitirá seleccionar el trazado óptimo de las mismas y nos servirá posteriormente para obtener las longitudes de tuberías necesarias para realizar los cálculos hidráulicos de la instalación.

El trazado de las tuberías se realiza cuando ya tenemos ubicados el resto de los componentes de la instalación, (caldera, acumulador, radiadores,...) teniendo en cuenta, que en la mayoría de los casos éstas circulan sobre el falso techo de la vivienda, pero fijadas sobre los muros, por lo que es conveniente que sigan paralelas a lo mismos, lo que facilitará las posteriores bajadas a los radiadores.

Con el trazado de las tuberías sobre el plano, tenemos perfectamente ubicadas las tuberías y demás elementos que componen la instalación.

Esto nos permite obtener las longitudes de tubo a escala por medida directa sobre el plano, pero complica la comprensión del circuito hidráulico así como los cálculos posteriores que debemos realizar.

Por todo esto es conveniente realizar un esquema numerado, de forma que podamos identificar a primer golpe de vista cada tramo, su recorrido y caudal circulante.

A cada radiador de la instalación se le ha asignado un número de orden y se ha numerado con una letra también cada bifurcación que se produce en la tubería así como el inicio y final de cada tramo.

Esto nos permitirá identificar cada tramo de tubería por el número o letra del punto de inicio y el del punto final del mismo tramo de tubería.

Vease en el documento planos número 10.

14.5.2.- Caudal.

Una vez que tenemos la potencia real emitida por el radiador (producto de un número entero de elementos y la potencia de cada uno de éstos), procederemos a calcular el caudal necesario para dar esa potencia.

El caudal que circula por cada tramo de tubería debe ser el suficiente para garantizar el correcto funcionamiento del radiador al que alimenta.

Se calcula dividiendo la potencia calorífica del radiador por el salto térmico. Para sistemas de calefacción que utilicen agua como fluido térmico, tendremos que:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T}$$

Aplicando la fórmula anterior con la potencia calorífica expresada en W el salto térmico en grados centígrados y el calor específico del agua en J/kg °C, se obtiene el caudal expresado en Kg/s.

Para sistemas que utilicen un fluido térmico distinto del agua, el resultado obtenido lo dividiremos por el calor específico del fluido utilizado.

Siendo esta la forma utilizada para el cálculo del caudal.

Otra aproximación del caudal es; suponemos que el agua entra en el radiador una temperatura de noventa grados y sale a setenta grados centígrados. Por lo tanto pierde veinte grados de temperatura: el agua proporciona una energía de 20 kcal/litro. Por lo que si dividimos la potencia total que nos tiene que suministrar el radiador de cada habitación por esta energía que nos da cada litro, obtenemos el caudal necesario de agua que debe pasar por ese radiador.

$$q = Q / 20 \quad \text{unidades (litros/hora)}$$

Siendo: $Q \rightarrow$ el calor necesario de cada local (kcal/h).

$q \rightarrow$ el caudal.

Una vez que tenemos el caudal y las pérdidas de carga fijadas entraremos a las tablas proporcionadas por el fabricante para las tuberías de cobre y se calcularán los diámetros y velocidades de cada sección.

Además la selección del diámetro de los tubos que debemos utilizar y la forma de fijar tanto la velocidad como las pérdidas, se realizan atendiendo a dos criterios, siempre partiendo de que sabemos el tipo de tubería que vamos a utilizar.

- No supere los 40 mm.c.a./m (lo normal es moverse entre 10 y 30 mm.c.a./m).
Generalmente se toman valores de diámetro de tubo de forma que las pérdidas estén alrededor de 15 mm.c.a. Siendo este el valor fijado para nuestro caso en tuberías de cobre.

- Además la velocidad del agua en la tubería no deberá sobrepasar los 2 m/s para evitar ruidos cuando ésta circule en lugares habitados (es recomendable no llegar a 1,5 m/s).
Generalmente se utilizan velocidades comprendidas entre 0,2 y 1 m/s.

Una vez que tenemos los diámetros y los caudales que nos solicitan los radiadores pasamos a calcular los caudales que circulaban por cada uno de los tramos de el circuito que hemos diseñado previamente: la forma de hallar estos caudales dependerá de si el circuito es monotubular o bitubular:

– En el caso de un circuito monotubular, el caudal que circula por todos los radiadores es el mismo, por lo que el agua ha perdido un calor mayor que si el circuito fuera bitubular: esto implica que para suministrar la potencia necesaria, deberemos poner un mayor número de elementos, puesto que el calor que desprenden cada uno de estos es menor debido a una temperatura media del agua menor.

– En el caso de un circuito bitubular, el caudal que circula por cada radiador depende de la potencia que va a suministrar, independientemente de los demás radiadores. El caudal que circule por cada tramo del circuito será, por tanto, distinto al anterior y al siguiente, con lo que los diámetros irán disminuyendo a lo largo de los tramos a medida que nos alejamos de la bomba.

Por lo tanto en este caso deberemos calcular, para cada tramo, su caudal, su diámetro, su pérdida de carga longitudinal y la longitud del tramo. Hay que tener en cuenta que también disponemos de la rama de retorno a la hora de hacer los cálculos.

14.5.3.- Pérdidas.

Todo fluido real pierde energía al circular de un punto a otro por una conducción. Esta pérdida de energía se debe al rozamiento que se produce entre el fluido y las paredes de la conducción así como por el paso del mismo a través de los obstáculos que presenta la tubería: cambios de dirección, estrechamientos o cambios de sección, válvulas, derivaciones, manguitos, etc.

Las pérdidas de carga son las pérdidas de presión que sufren los fluidos en su circulación a través de las tuberías y conductos. Son debidas a los rozamientos de los fluidos con las paredes de las tuberías o conductos y a los rozamientos entre las distintas capas de fluido.

Las pérdidas se deben principalmente a la fricción que hay entre el fluido y las paredes de las tuberías, los principales factores que influyen en estas pérdidas son:

Las pérdidas de carga dependen de las características del fluido, de la tubería y del tipo de régimen que se establezca.

- El fluido está caracterizado por:
 - DENSIDAD.
 - VISCOSIDAD.

- La tubería por:
 - SECCIÓN.
 - DIÁMETRO INTERIOR.
 - RUGOSIDAD.

RUGOSIDAD INTERIOR: Es una característica propia de cada tubería; hay dos tipos de rugosidades:

- ABSOLUTA (K): Es la altura media de las asperezas interiores de la tubería.

- RELATIVA (K/D): Es la relación entre la rugosidad absoluta y el diámetro de la tubería.

- El Régimen del fluido:
 - VELOCIDAD.
 - NÚMERO DE REYNOLDS.

Se distinguen dos tipos de pérdidas de carga:

- Pérdidas de carga lineales: son las que se producen a lo largo de toda la tubería o conducto debido al rozamiento entre el fluido y las paredes del propio conducto.
- Pérdidas de carga singulares: son las que se producen en los equipos y accesorios de los que se compone la instalación.

Las pérdidas primarias principalmente se deben a la viscosidad del fluido, y a las variaciones de dirección y choques de las partículas de aire entro del régimen de turbulencia, en las condiciones habituales para la climatización.

Las pérdidas se producen a lo largo de toda la extensión lineal del conducto, y se expresan en valores de pérdidas de la presión total por unidad de longitud del conducto considerado: (mm.c.a/m).

Las secundarias son debida a las obstrucciones que sufre el fluido a lo largo de la indtalacion por culpa de todos los accesorios que componen la propia instalacion es decir las pérdidas de carga localizadas, tales como en:

- Codos de ida y de retorno del circuito.
- Reducciones de ida y de retorno del circuito.
- Tés de ida y de retorno del circuito.
- Válvulas de ida y de retorno del circuito.
- Llaves.
- Bombas o Circuladores.
- Caldera.
- Radiadores.

14.5.3.1.- Primarias.

Las pérdidas lineales o primarias son las producidas por las tensiones viscosas originadas por la interacción entre el fluido circulante y las paredes de la tubería. Una forma de calcular las pérdidas lineas es mediante la formula de Darcy-Weisbach.

$$h_r = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

Siendo:

f = Factor de fricción, depende del material de las tuberías empleadas.

D = Diámetro de la tubería. (m)

L = Longitud del tramo recto de la tubería. (m)

v = Velocidad del fluido. (m/s)

g = Gravedad. (m/s²)

El factor de fricción f puede aproximarse inicialmente sacandose del diagrama de Moody y con este primer valor ira a la ecuación de Colebrook y calcular más exacto su valor.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \ln \left(\frac{\varepsilon / D}{3.7} + \frac{2.54}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) =$$

Siendo:

$$\text{Re} = \text{Número de Reynolds. } \text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

ε = Rugosidad Absoluta de la tubería.

El valor de Reynolds depende del regimen del fluido principalmente de las características tanto de viscosidad cinemática y velocidad del propio fluido.

Otra forma de calcular las pérdidas de forma aproximada la cual se emplea en este proyecto es el método de la perdida de carga por metro lineal.

Una vez que Conocemos el lugar donde se alojaran los distintos emisores de cada local así como las longitudes, diámetros de las tuberías y material, entonces ya se puede conocer las pérdidas de presión por metro lineal de tubería que tenemos.

Finalmente el método empleado en los cálculos se basa en fijar unas perdidas de carga por metro lineal de tubería y multiplicar estas perdidas por la longitud total de tubería que consta cada tramo de la instalación. Fijando estas pérdidas para las tuberías de cobre en 0,015 m.c.a./m.

Entonces las pérdidas primarias totales serán la multiplicación por la longitud total de la tubería y las pérdidas de carga lineales.

$$H_r = \Delta P / L \cdot L_i$$

Donde:

- $\Delta P / L$ es la pérdida de carga por metro lineal en (Pa/m) ó (m.c.a/m).
- L_i es la longitud del tramo de tubería en (m).

14.5.3.2.- Las pérdidas localizadas o Secundarias.

Método indirecto, por la longitud equivalente (L_e) es el método empleado en nuestro proyecto. Es el sistema de cálculo es más simplificado. Conociendo la formula de las pérdidas primarias y de las secundarias de cada accesorio.

$$h_r = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

Siendo K un coeficiente que depende del tipo de accesorio que se utiliza en cada caso. Por tanto, la longitud equivalente de una singularidad puede determinarse igualando las fórmulas para el cálculo de las pérdidas primarias y las secundarias, h_s y h_r :

$$h_r = h_s$$

$$h_r = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

$$h_r = h_s = K \cdot \frac{v^2}{2g} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} =$$

Despejando la longitud,

$$\rightarrow L = L_e = \frac{K \cdot D}{f}$$

L_e es la longitud de tubería recta de igual diámetro que el del obstáculo que produce la misma pérdida de carga que él.

Finalmente la longitud total de la tubería será la suma de la longitud de la tubería recta y la longitud equivalente a cada singularidad que tiene el tramo de la tubería.

$$L_T = L + \sum L_e$$

L_e = Longitud equivalente de cada accesorio.

L = Longitud del tramo recto.

Es 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.

Conocidos los recorridos aproximados de cada una de las tuberías de distribución de cada instalación y su fisonomía, se determinan los accesorios apropiados y el número necesario de cada uno de ellos. En nuestro caso se precisarán codos, llaves de corte y manguitos de unión.

Conociendo esto y los diámetros exteriores de las tuberías de distribución de cada instalación, dónde van ubicados estos accesorios, se establece una equivalencia de la pérdida de carga producida por estos accesorios y la que produciría unos determinados metros de tubería de diámetro exterior igual a la tubería dónde éstos van ubicados. Esta equivalencia de la longitud equivalente se consigue mediante una tabla o con la fórmula anterior. Una vez consultadas las equivalencias en metros de tubería de cada uno de los accesorios necesarios en una determinada instalación de tuberías de distribución, se debe multiplicar éstas equivalencias por el número de accesorios.

Finalmente sólo queda multiplicar cada uno de los valores obtenidos por la pérdida de carga por metro lineal ya conocida de cada red de tuberías de distribución.

$$H_f = n^\circ \cdot L_e \cdot \Delta P / m$$

- $\Delta P / m$ es la pérdida de carga por metro lineal en (mm.c.a./m).
- L_e es la longitud de cada accesorio equivalente a un tramo recto, en (m).
- n° es el número de accesorios de ese modelo.

Para terminar se suman todas las pérdidas de carga de cada accesorio, estas serán el total de las pérdidas secundarias, pero las pérdidas totales de la instalación de calefacción serán la suma de las primarias y la secundarias.

14.6.- Bomba.

Para poder hacer que el agua circule se requiere que esté bajo presión. Por ello se utilizan las bombas circuladoras que funcionan para que el agua recircule en forma constante.

De no impulsar el agua de este modo por las tuberías, el agua caliente al estancarse aumenta su temperatura produciendo averías.

La bomba se elige en función del caudal que debe impulsar y de las pérdidas de carga que aparece en el circuito de distribución.

Si estamos ante un sistema bitubular habrá que tener en cuenta también la pérdida de carga producida en la tubería de ida y en la de retorno.

Después ya en la instalación se accionará una llave para poner a la bomba en un régimen establecido para poder proporcionar el caudal necesario.

En primer lugar, conocido el caudal total de agua por vivienda y la pérdida de carga total en esta, se calcula la potencia necesaria de la bomba impulsora.

Formula:

$$P = C \cdot \Delta P$$

$C \rightarrow$ Caudal total de agua (m^3/s).

$\Delta P \rightarrow$ Pérdida de carga total (N/m^2) \rightarrow (Pa).

El modelo para la bomba de calefacción es WILO Tipo TOP-S 30/10 3 ~ PN 10.

14.7.- Vaso de Expansión.

Como hemos ido viendo hasta ahora, en los sistemas emisores de calor el aporte energético se producen mediante el calentamiento del agua del circuito de calefacción. El agua al calentarse se dilata aumentando su volumen, lo que podrá provocar una situación peligrosa para la instalación, si no hubiera vaso de expansión, reventarían las tuberías.

Para solucionar este problema, las instalaciones deben ir dotadas de lo que se denomina vaso de expansión.

La función de un vaso de expansión es absorber la variación de volumen que sufre el agua que se ha introducido en frío en la instalación al ponerse en funcionamiento en dicha instalación y ser calentada en la caldera hasta la temperatura deseada.

Existen dos tipos: vasos de expansión abiertos y vasos de expansión cerrados.

1) Vasos de Expansión Abiertos.

El circuito queda abierto al estar en contacto con el aire, por tanto, el agua no puede superar los 95 °C, ya que esta correr el riesgo de que pueda empezar a hervir.

Los vasos de expansión abiertos están cada vez más en desuso a favor de los cerrados.

Las razones son:

- a) Dificultad de montaje frente a los cerrados, cuya instalación puede hacerse en la propia sala de calderas.
- b) Pérdidas de agua por evaporación, lo que favorece incrustaciones y corrosión por local y el oxígeno disuelto en el agua de reposición.
- c) Necesidad de aislamiento frente al peligro de heladas.
- d) Necesidad de colocar largos conductos entre la caldera y el depósito, cuya altura habrá de estar, necesariamente, por encima de los radiadores más altos.

En el caso de situar el vaso de expansión abierto entre la caldera y la bomba, como es recomendable, la altura mínima entre el punto más alto del circuito y el nivel mínimo del vaso será de 0,5 m.

En el caso de estar conectado en la impulsión de la bomba esta diferencia habrá de ser como mínimo igual a la altura manométrica de impulsión de la mencionada bomba.

Los de vasos abiertos se colocan por encima del punto más alto de la instalación: son unos simples depósitos con un tubo de entrada y otro de salida.

El volumen que deberán poder contener es el volumen de agua que contenga la instalación, es decir, el volumen de tuberías, radiadores y caldera.

2) Vasos De Expansión Cerrados.

Se basan en un recipiente o pequeño depósito con una membrana de caucho con nitrógeno en su interior, que a medida que va adquiriendo presión, la membrana va adquiriendo tensión.

Para evitar que un vaso de expansión cerrado reviente, tiene éste una válvula de seguridad que se abre cuando la presión en el vaso alcanza la presión de tarado de la propia válvula.

Al ser cerrados, necesitarán un mayor volumen que los abiertos.

Se colocan junto a la caldera en el mismo local.

14.8.- Aislamiento.

Las conducciones de las instalaciones de calefacción deben estar aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a los radiadores con temperaturas próximas a las de salida de la caldera, así como para evitar contactos accidentales con superficies calientes (ITE 02.10).

El agua que circula por las tuberías desprende calor en todo su recorrido, para que ello no ocurra, las mismas deben llevar un aislamiento consistente en un recubrimiento de coquillas de espuma elastomérica y polietileno.

Es importante realizar un aislamiento correcto en las tuberías que discurren por almacenes, garages, patios de luces o locales de servicio o por zonas exteriores. En este último caso las coquillas dispondrán una protección de aluminio ya que la espuma se degrada rápidamente sometida a los agentes climáticos.

Un aspecto muy descuidado en la calorifugación de las tuberías que conducen agua a altas temperaturas es olvidarse de colocar un buen aislante ya que sino se tiene en cuenta este aspecto los cálculos quedan descompensados. Ya que las pérdidas termicas a través de dichas tuberías representan un plus importante en el gasto energético total.

Los Reglamentos e Instrucciones (ITE 03 apéndice 03.1) establecen la obligación de colocar un aislamiento en las tuberías mediante coquillas, de acuerdo con el siguiente cuadro que indica los espesores de recubrimiento en mm.

Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60... 100	> 100...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

El aislante es un elastómero de 0,037 (W/mK) de conductividad térmica y espesor sera de 30 mm.

15.- RESUMEN NECESIDADES.

Hueco	Potencia Necesaria	Potencia Instalada	Modelo Elegido
	W	W	
Salón	2.601,57	2.847,04	Rayco Magno + 800 W
Aseo	192,283	233,860	Rayco Magno + 425 W
Cocina	1.719,44	2.033,36	Rayco Magno + 800 W
Vestíbulo	668,102	960,900	Rayco Magno + 600 W
Dormitorio 2	1.229,55	1.281,20	Rayco Magno + 600 W
Dormitorio 3	1.240,78	1.281,20	Rayco Magno + 600 W
Dormitorio 1	2.140,78	2.440,32	Rayco Magno + 800 W
Distribuidor	379,460	467,720	Rayco Magno + 425 W
Baño	853,780	960,900	Rayco Magno + 600 W

Potencia Total Instalada (W)	12.506,50 W
------------------------------	-------------

Nota: la potencia del salor se debe dividir en dos radiadores.

16.- INSTALACIÓN SOLAR.

16.1.- Introducción.

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el sol.

La radiación solar que alcanza la tierra puede aprovecharse por medio del calor. Es una de las llamadas energías renovables, particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía verde. Si bien, al final de su vida útil, los paneles fotovoltaicos pueden suponer un residuo contaminante difícilmente reciclable al día de hoy. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud.

Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es de aproximadamente 1000 W/m^2 en la superficie terrestre. A esta potencia se la conoce como irradiancia.

El aprovechamiento de la energía solar está condicionado a la intensidad de radiación solar incidente sobre un área determinada, por lo que es necesario contar con registros de radiación confiables que puedan emplearse en el diseño de equipos que aprovechen la energía solar.

La radiación es aprovechable en sus componentes directa y difusa, o en la suma de ambas.

La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres.

La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas las direcciones.

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía del Sol mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos para producir calor para el agua caliente destinada al consumo de la vivienda ya sea de agua doméstica ó agua caliente sanitaria (ACS); además de calentar el agua para la calefacción aunque en nuestro caso solo se dimensionará los paneles Solares para satisfacer la demanda de ACS como único principio ya que disponemos de una fuente auxiliar destinada principalmente par el sistema de calefacción de la vivienda.

16.2.- Generalidades.

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

Las aplicaciones mas extendidas de esta tecnología son el calentamiento de agua sanitaria (ACS).

16.3.- Aspectos Técnicos.

La cantidad de radiación recibida por una superficie por unidad de área durante un determinado período se denomina irradiación. Se expresa en unidades de energía por unidad de área, Wh/m².

La medición de la energía solar se realiza por medio de solarímetros. Los solarímetros están basados en el principio de absorción de la radiación solar por un cuerpo negro y en la conversión de esta radiación a otra forma de energía, la misma que es proporcional a la intensidad de la radiación.

Teóricamente, un cuerpo negro capta toda la radiación a la que está expuesta. Sin embargo, en la práctica sólo se cuentan con cuerpos opacos los cuales solamente son capaces de captar una parte de la radiación total.

No obstante, a partir de consideraciones termodinámicas es posible emplear estos cuerpos opacos para estimar la radiación solar instantánea sobre una región determinada. De otra parte, la energía aprovechable de la radiación solar proviene de la región del espectro visible e infrarrojo cercano, que son las ondas electromagnéticas que producen el incremento de la energía interna del cuerpo.

En las consideraciones termodinámicas se tienen en cuenta las pérdidas de energía por reflexión de los materiales del medidor y por transmisión del calor de estos mismos materiales.

El instrumento más empleado en el registro de la radiación total es el piranómetro. Un segundo instrumento es el piroheliómetro, el cual mide la radiación directa normal que proviene del sol. Precisamente, tomando como base los criterios anteriores se construyó un piranómetro, al que se ha denominado solarímetro.

La normativa actual no contempla la obligatoriedad de que a partir de un cierto tamaño de instalación de calefacción se deba instalar una instalación solar térmica para la aportación de un tanto por ciento de la energía necesaria. Es por eso que es un caso muy extraño que se aproveche la captación solar en edificios de viviendas para apoyo a calefacción pero si en el caso del ACS.

16.4.- Contribución Solar mínima.

Con la aprobación del Código Técnico de la Edificación las energías renovables cobran mayor importancia, fijando dicho código los valores mínimos de aporte de energía sola para el calentamiento del ACS en función del consumo y la zona climática en que se encuentra la instalación.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada a la demanda y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales.

En la siguiente tabla se indican, para cada zona climática y diferente nivel de demanda de agua caliente sanitaria (ACS) a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual, considerándose los siguientes casos:

- a) general: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural, u otras.
- b) efecto Joule: suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.

Contribución solar mínima en %. Caso general.

Demanda total de ACS del edificio (I/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	70	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
>20.000	52	70	70	70	70

Contribución solar mínima en %. Efecto Joule.

Demanda total de ACS del edificio (I/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
>6.000	70	70	70	70	70

16.5.- Zonas climáticas.

En los mapas de radiación solar es donde normalmente se presentan los valores promedio de radiación solar diaria, mensual o anual. El uso de estos mapas de radiación es importante para determinar las zonas geográficas que tienen un alto potencial para su aprovechamiento y para el prediseño de los equipos que utilizan como fuente la energía solar.

Actualmente, las tablas o los mapas de radiación solar se elaboran a partir de mediciones vía satélite o a partir de los datos obtenidos en las ciudades o grandes poblaciones.

En ANEXO 2 Mapa 1 y en la Tabla 1 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación.

Zonas Climáticas:

Zona 1:	$H < 3,8$
Zona 2:	$3,8 \leq H < 4,2$
Zona 3:	$4,2 \leq H < 4,6$
Zona 4:	$4,6 \leq H < 5,0$
Zona 5:	$H \leq 5,0$

H se mide en, kWh/m².

16.6.- Demanda y Consumos de ACS.

El Análisis de las necesidades de ACS depende del tipo de uso del edificio, tipo de actividad, nivel de ocupación, etc.

Para el cálculo de las necesidades de ACS de un edificio se aplicarán las demandas de referencia a 60 °C de la Tabla 2 que se reseña en el Anexo 2 en la que se tendrá en cuenta el número de personas, camas Etc.

La demanda de agua caliente sanitaria se refiere a las necesidades de ACS que se tiene en la vivienda.

Esta demanda puede ser instantánea o acumulada.

En la instantánea la demandada se produce nada más al abrir el grifo y para la acumulada el agua necesaria esta almacenada en el explicar mejor.

16.6.1.- Consumo de ACS.

Por regla general, estimar las necesidades energéticas de una vivienda resulta difícil dado que los patrones de uso y el número de usuarios son datos desconocidos. De todos modos, a partir del programa funcional de la propiedad se puede deducir el número de personas y, con esto, estimar el consumo de agua caliente sanitaria.

La ordenanza solar en vigor establece un consumo de 30 litros por persona y día en edificios de viviendas; ver Anexo 2 Tabla 2.

Una vez obtenida la energía que produce el colector anualmente y las necesidades energéticas del edificio ya se tienen todos los datos necesarios para calcular la superficie de captación necesaria. Se debe verificar que la energía aportada por las placas solares en verano no sea mayor que las necesidades energéticas del edificio, y de lo contrario tenerlo en cuenta en el momento de hacer los cálculos.

La energía absorbida por el sistema de captación solar es distribuida a través de un circuito cerrado hasta el intercambiador de calor de placas que se encuentra separado del Acumulador, es externo.

Aquí en el Acumulador se produce el intercambio de energía entre el circuito primario l depósito de apoyo, el circuito de consumo.

Una vez obtenida la energía que produce el colector anualmente y las necesidades energéticas del edificio ya se tienen todos los datos necesarios para calcular la superficie de captación necesaria. Se debe verificar que la energía aportada por las placas solares en verano no sea mayor que las necesidades energéticas del edificio, y de lo contrario tenerlo en cuenta en el momento de hacer los cálculos y a la hora de actuar en el caso de sobrecalentamientos de los paneles.

16.7.- Clasificación de las instalaciones de ACS.

Las principales instalaciones de ACS se pueden clasificar en las siguientes:

- En función del grado de centralización del servicio se pueden clasificar en individuales y en centralizadas.
- En función del sistema de producción se clasifican en producción instantánea o por acumulación y producción mixta.

16.7.1.- Instalaciones de producción de ACS individuales.

Se emplean principalmente en viviendas y pueden ser de diferentes tipos.

1) Calentadores de gas instantáneos: las instalaciones más simples consisten en un calentador de agua alimentado por gas, que produce el ACS de forma instantánea, es decir, el agua fría de la red entra en el serpentín del calentador y se calienta en el tiempo en el que pasa por su interior del mismo.

Estos calentadores de gas son de tipo de quemador atmosféricos.

La principal desventaja que presentan es la potencia calorífica del aparato que solo son capaces de calentar un determinado caudal en litros por segundo a una determinada temperatura y si se solicita mayor caudal al abrirse un número mayor de grifos, la temperatura del agua caliente desciende notablemente.

2) Calderas mixtas de producción instantánea de ACS: consisten en calderas que dan servicio de calefacción y ACS. La normativa en la actualidad limita su potencia a 50 kw y exige que dé servicio al sistema de calefacción y ACS alternativamente dando prioridad al servicio de ACS. De esta manera cuando se produce demanda de ACS toda potencia se centra en satisfacer esta demanda dejando de alimentar el circuito de calefacción momentáneamente.

Generalmente estas calderas se dimensionan en función de la potencia calorífica necesaria para satisfacer las necesidades de ACS, que generalmente son superiores a las necesidades de calefacción. Por ello se exige que lleven una limitación de la potencia liberada por la caldera para el servicio de calefacción.

Este sistema resulta más costoso de funcionamiento que un sistema de tipo centralizado.

3) Calderas mixtas con producción de ACS por acumulación: estas calderas mixtas incorporan un depósito acumulador, que puede estar comprendido en el interior del volumen de la caldera o de forma separada a esta. El sistema de funcionamiento es similar al anterior con la diferencia de que el ACS que produce se almacena en el depósito acumulador lo que da mayor versatilidad y mejores prestaciones del sistema. Este tipo de sistemas son de mejor prestaciones que las de tipo instantáneo y su coste de funcionamiento es inferior, aunque la inversión inicial es más costosa.

16.7.2- Instalaciones centralizadas de producción de ACS:

Generalmente el ACS se produce en la central térmica del edificio y desde aquí se distribuye a los puntos de consumo mediante circuitos de tuberías. En los casos de instalaciones centralizadas se establece un circuito de recirculación de agua caliente desde los puntos más alejados hasta la central térmica, de tal manera que existe una ligera circulación de ACS por el sistema de distribución de forma permanente, con el objeto de evitar que el agua se enfríe en las tuberías en los períodos que no existen demanda, lo que ocasionaría que al abrir el grifo tardaría un cierto tiempo en salir agua caliente ya que se tendría que vaciar todo el agua de las tuberías entre el grifo y la central térmica, lo que produciría un gasto de agua innecesariamente. Para evitarlo se mantiene una ligera circulación de agua que hace que al abrir el grifo salga el agua caliente inmediatamente.

Existen 3 posibilidades de producción de ACS:

A) Sistema de producción de ACS instantáneos: no hay almacenamiento y toda el agua fría es recalentada en el momento en el que es demandada, el ACS se produce al paso. Generalmente se produce en un intercambiador de calor por cuyo circuito primario circula el agua caliente entre 80 y 90 °C y por el secundario circula el agua fría que se calienta al atravesarlo debido al intercambio térmico que se produce en el interior.

Estos sistemas presentan un rendimiento energetico muy malo ya que ante la menor demanda de ACS del edificio se debe poer en marcha la caldera para producirla. Estos sistemas estan expresamente prohibidos por la normativa IT.Icpero en la actualidad hay muchos edificios que los emplean por lo que se recomienda que se cambien por sistemas de acumulación.

B) Sistemas de producción por acumulación: son los sistemas más aconsejables desde el punto de racionalizacion del consumo de energía. En estos sistemas se dispone de uno o varios depósitos acumuladores de ACS. El agua caliente circula por un serpentín en su interior entorno a 70/90 °C calienta el agua del interior del acumulador. El agua fría entra normalmente por la parte inferior del depósito. Cuando existe demanda de ACS esta sale directamete del depósito acumulador hacia los puntos de consumo. En estas instalaciones el agua de retorno vuelve a los depósitos de acumulación. Estos depósitos de acumulación constituyen un colchon de regulación entre las variaciones de la demanda de ACS y el funcionamiento continuado de las calderas para satisfacerla. Ademas estos depósitos permiten disociar los momentos de máxima demanda de ACS en las horas punta, pudiendo producirla con anterioridad en períodos de tiempos mas prolongados y tenerla almacenada para utilizarla en los momentos puntuales. Las calderas son más pequeñas y mejor rendimiento.

La temperatura del ACS se regula por un sistema de control que dosifica la aportación de calor de las calderas al ACS del depósito.

En la actualidad los intercambiadores se sacan del depósito acumulador e instalar intercambiadores exteriores de placa produciendo un mejor rendimiento y facilitación del mantenimiento y limpieza.

Escojemos esta opción de producción de ACS mediante Caldera de calefacción y el interacumulador de A.C.S.

Los sistemas centralizados de interacumulador son los que están más extendidos cuando se trata de preparar agua sanitaria. Los interacumuladores se calientan de forma indirecta a través de un intercambiador de calor integrado. Las ventajas de este sistema radican en su rentabilidad (bajo consumo de energía), su comodidad (permanente disponibilidad de agua caliente), en la posibilidad de aplicar también el calor solar, y en la higiene. Desde un punto de vista higiénico, los interacumuladores de A.C.S. de acero inoxidable son especialmente idóneos. Para que el calentamiento del agua sanitaria se realice de manera higiénica, es necesario que los serpentines lleguen hasta el fondo del interacumulador. De esta forma se calienta todo el contenido del interacumulador y así no pueden formarse zonas frías, en las que puedan prosperar las bacterias como la Legionella. Las bacterias que llegan en el agua fría se convierten en inocuas al calentar el agua.

Una alternativa económica a los interacumuladores de A.C.S. de acero inoxidable de alta calidad y compatibles con los alimentos son los interacumuladores esmaltados. El esmalte es un recubrimiento vítreo que protege las paredes de acero del interacumulador de la corrosión. También en este caso se calienta toda el agua a consecuencia de las grandes superficies de intercambiadores de calor, evitándose así la formación de bacterias.

C) Sistemas de producción de ACS mixtos: son los generadores de calor que dando servicio de calefacción producen el ACS en su interior, por medio de serpentines inmersos o depósitos inmersos en la propia caldera. En la actualidad conviene sustituirlos ya que dan mal rendimiento energético al no poder separar las condiciones de funcionamiento de ambos servicios.

16.8.- Selección de un sistema de ACS.

Como para la instalación de calefacción conviene estudiar varios sistemas y ver las ventajas de los diferentes sistemas, la disposición del espacio para cada elemento, el tipo de combustible, las características ambientales, etc. Hay que tener principalmente en cuenta los criterios de selección como funcionales, económicos o viabilidad arquitectónica.

- funcionales: deberá adaptarse a las necesidades del edificio, así como deberá integrarse con el sistema de calefacción seleccionado, además se a de tener en cuenta el nivel de prestaciones que se desean. En este sentido el nivel de prestaciones determinará el grado de automatización del funcionamiento de la instalación, la calidad de confort del sistema, las necesidades de consumo de ACS.
- Criterios estructurales y arquitectónico: es muy importante considerar los condicionantes que el edificio impone al sistema del ACS. Como la posibilidad de disponer espacios para la ubicación de los elementos de la instalaión.
- Criterios económicos: este aspecto tiene importancia en el análisis previo a la selección del sistema de ACS, fundamentalmente en lo relativo a la inversión de la instalación solar. Finalmente Ccmo en el análisis de calefacción se debe de extrapolar a tiempo de amortización de la instalación los costes de inversión inicial, costes de consumo de energía, funcionamiento y los de mantenimiento; y seleccionar la solución más económica en su conjunto.

16.9.- Solución adoptada.

La obtención de energía solar es por acumulación con ayuda de una fuente auxiliar ya que el consumo no es instantaneo el sol no cubre toda la necesidades de ACS.

La instalación estará constituida por un conjunto de colectores planos que capten la radiación solar que incida sobre su superficie y la transformen en energía térmica, elevando la temperatura del fluido que circule por su interior.

La energía captada será transferida a continuación a un depósito acumulador de agua caliente. Después se traslada al depósito de apoyo en el que se instalará en serie un equipo convencional de apoyo o auxiliar, cuya potencia térmica debe ser suficiente para que pueda proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente.

Existen dos tipos de circulación del fluido calefactor; si es de circulación forzada o natural. En los proyectos en los que el depósito está situado por encima del colector, el propio agua circula por convección natural siempre que la energía solar en el colector aporte la suficiente energía al agua que asciende por el mismo, estableciéndose así un gradiente de densidades que provoca el movimiento del fluido por convección natural.

La energía auxiliar se aplica en la parte superior del depósito, y tiene como misión mantener el agua caliente en esta zona del depósito, a un nivel de temperatura mínimo, necesario y suficiente para cubrir las cargas y mantener la circulación.

En otros esquemas, con agua en circulación forzada, en los que no es necesario colocar el depósito por encima del colector, aunque sí es necesaria una bomba que, generalmente, va controlada por control diferencial que la acciona y pone en marcha cuando la temperatura detectada por un sensor colocado a la salida del colector está varios grados por encima de la temperatura del agua en la parte inferior del depósito.

Escogemos los datos de Pamplona por la cercanía a la orientación sur 0° la inclinación de 53° la que corresponde a máximo rendimiento en invierno para evitar sobrecalentamientos en el vaso de expansión o colectores en verano y no tener que estar tapándolos con algún sistema para evitar esta causa y además en invierno es cuando las necesidades de ACS serán mayores. Las tuberías de la instalación solar serán de cobre.

16.10- Pérdidas por Orientación, Inclinación y Sombras.

16.10.1.- Pérdidas por Orientación e Inclinación.

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

Estas pérdidas son debidas a la orientación en la que se encuentran los colectores con respecto al ecuador ya que en esta dirección se produce el máximo rendimiento. Según el ángulo de desviación que tienen respecto a esta dirección las pérdidas son mayores o menores.

En nuestro caso la orientación es Sur, esto implica que le corresponde un Acimut de 0° por lo que se considera la orientación óptima para obtener la máxima eficacia de los colectores.

La Latitud de la localidad de ubicación de la vivienda es de 43° . Además hay que tener en cuenta la inclinación de la cubierta.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de ángulo de inclinación, β definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y 90° para verticales; y del ángulo de acimut, α definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar.

Valores típicos son:

- 0 ° para módulos orientados al sur.
- 90 ° para módulos orientados al este.
- +90 ° para módulos orientados al oeste.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo no podran superar los limites de la siguiente tabla.

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

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio.

En todos los casos se han de cumplir las tres condiciones:

- pérdidas por orientación e inclinación.
- pérdidas por sombreado.
- y pérdidas totales, inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimos y sin sombra alguna.

Se considerará como orientación óptima el sur y 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 °

Para nuestro caso escojemos una inclinación de 53 ° ya que queremos conseguir el máximo rendimiento en invierno que es cuando mayor es el consumo de ACS.

Procedimiento para la corrección del ángulo de inclinación.

Una vez que conocemos el ángulo de acimut del captador se calculan los límites de inclinación que cumplan con las pérdidas óptimas para la inclinación.

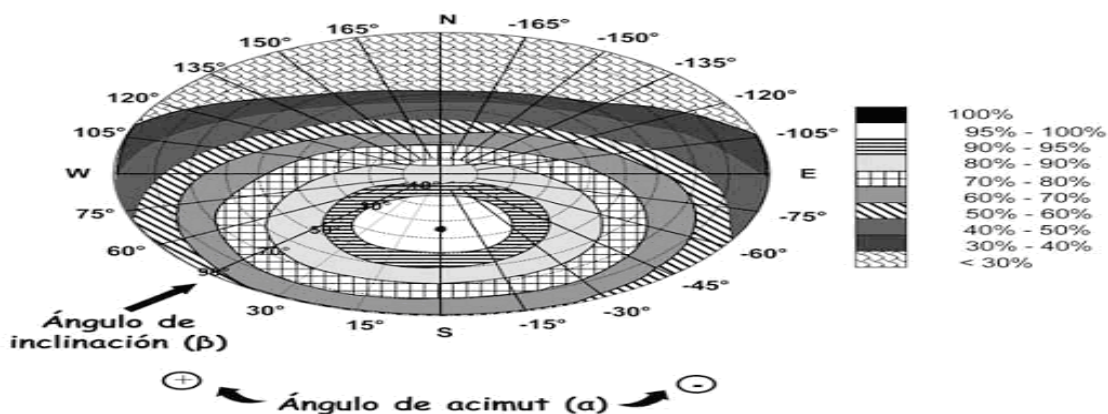


Figura 3.3
 Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

Según la figura que se refiere a un alitudud de 41 ° se corrige la inclinación en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la latitud de 41 ° según las formulas:

Inclinación máxima = inclinación 41 ° - (41 ° - Latitud).

Inclinación mínima = inclinación 41 ° - (41 ° - Latitud) siendo 5 ° su valor mínimo.

16.10.2.- Pérdidas por Sombras.

Las pérdidas por sombras son debidas a que se puedan encontrar algún objeto que pueda producir sombras sobre las superficies de los colectores o la propia colocación de distintas filas de colectores ya sea en serie o en paralelo pueden provocar sombras en las filas de atrás si no se guardan una distancia adecuada entre las filas.

Las chimeneas de ventilación u objetos similares pueden provocar sombras importantes por lo que se restringen las posibilidades de distribución de los colectores en cubierta.

Para un correcto aprovechamiento de la energía solar, la superficie de captación debe ubicarse de forma que se evite la proyección de sombras sobre el campo de captación que puedan reducir sensiblemente la aportación solar.

17.- COMPONENTES SISTEMA AGUA CALIENTE SANITARIA.

17.1.- Captadores solares.

La recogida directa de energía solar requiere dispositivos artificiales llamados colectores solares, diseñados para recoger energía, a veces después de concentrar los rayos del Sol. La energía, una vez recogida, se emplea en procesos térmicos. En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un fluido (agua mezclada con anticongelante) que luego se almacena para su posterior consumo.

El captador deberá estar orientado hacia el sur, con un margen máximo de $\pm 25^\circ$. Sólo en circunstancias dónde se proyecten sombras por edificaciones u obstáculos naturales o por mejorar la integración en el edificio, se podrá modificar esta orientación.

La inclinación del subsistema de captación deberá ser igual a la latitud geográfica, es decir, 43° . Esta inclinación puede variar entre $\pm 10^\circ$, según si las necesidades de agua caliente son preferentemente en invierno o en verano.

Si se prevén diferencias notables en la demanda según los diferentes meses o estaciones se podrá adoptar un ángulo de inclinación que resulte más favorable. En cualquier caso, hará falta la justificación analítica comparativa de que la inclinación adoptada corresponde al mejor aprovechamiento global en un ciclo anual conjunto.

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertirla en energía calorífica. La energía solar llega al colector en forma de onda electromagnética, con una potencia máxima en verano de 1100 W/m^2 y una longitud de onda de entre $0,3$ y $3 \mu\text{m}$. Esta energía va calentando el captador, que a su vez padece pérdidas de calor por conducción, convección y radiación.

Las pérdidas aumentan con la temperatura, hasta que se llega a un punto de equilibrio donde la energía captada es igual a la perdida y en consecuencia el cuerpo ya no se calienta más. A esta temperatura de equilibrio se la conoce como la temperatura de estagnación del colector y es en función de la radiación incidente y de las características propias de cada colector. Existen diferentes tipos de colectores y su elección viene determinada por las características de la instalación.

Se puede hacer una división en tres grandes grupos:

- Captadores concentradores.
- Captadores de tubo de vacío.
- Captadores planos.

El más adecuado y utilizado para conseguir aprovechar la radiación solar para calentar agua o aire a baja y media temperatura en climas mediterráneos es el colector de placa plana. Por este motivo su descripción será mucho más detallada que la de los otros dos tipos de colectores.

17.1.1.- Colectores de concentración.

Para aplicaciones como el aire acondicionado y la generación central de energía y de calor para cubrir las grandes necesidades industriales, los colectores de placa plana no suministran, en términos generales, fluidos con temperaturas bastante elevadas como para ser eficaces. Se pueden usar en una primera fase, y después el fluido se trata con medios convencionales de calentamiento. Como alternativa, se pueden utilizar colectores de concentración más complejos y costosos. Son dispositivos que reflejan y concentran la energía solar incidente sobre una zona receptora pequeña.

Como resultado de esta concentración, la intensidad de la energía solar se incrementa y las temperaturas del receptor pueden acercarse a varios cientos, o incluso miles, de grados Celsius. Los concentradores deben moverse para seguir al Sol si se quiere que actúen con eficacia; los dispositivos utilizados para ello se llaman helióstatos.

En los Captadores concentradores para obtener temperaturas superiores a 100 °C es necesario disminuir las pérdidas por calor en incrementar la intensidad de la energía solar. Para incrementar la intensidad se utilizan sistemas concentradores.

Su característica principal es el factor de concentración que relaciona la energía que llega al absorbedor con la energía que llegaría si no existiera el sistema concentrador.

Ver figura:



Los sistemas de este tipo con factores de concentración superiores a 2 presentan el problema que deben ser continuamente orientados hacia la dirección de máxima radiación si no se quiere que su rendimiento se vea muy perjudicado.

Esto genera una dificultad constructiva que repercute en el precio final de los captadores concentradores. Además, como consecuencia de las altas temperaturas que se pueden llegar a lograr, es obligatorio trabajar con superficies selectivas y materiales aislantes de mayor calidad que en el caso de los colectores planos.

Las principales aplicaciones de los colectores concentradores son la producción de calor para procesos industriales y la generación de electricidad a través de la conexión del fluido que sale del colector con una planta de energía térmica convencional.

17.1.2.- Captadores de tubo vacío.

Los colectores de vacío encuentran su principal aplicación en sistemas de media temperatura, como puedan ser sistemas de acondicionamiento de aire o algunos procesos industriales. También son especialmente apropiados para lugares fríos donde hay una gran diferencia entre la temperatura del colector y la del ambiente. En estas condiciones la mejora substancial del rendimiento de la instalación puede compensar el aumento de precio de este tipo de tecnología.

El hecho que la técnica del vacío ya fuera utilizada por las industrias fabricantes de tubos fluorescentes ha permitido una producción rentable y en gran cantidad de este tipo de colectores. El captador está formado por varios tubos solares que transforman la radiación solar en energía térmica útil. Los tubos van insertados en el colector por donde circula el fluido solar y que actúa de intercambiador de calor. De esta manera el calor captado en los tubos se transfiere al circuito hidráulico, aprovechando toda la energía para producir ACS o apoyar a la calefacción.

Figura Captador Tubo vacío:



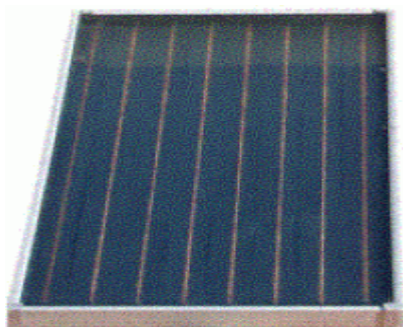
La radiación solar es captada por el absorbedor del tubo interior transformándose en calor útil. La envolvente de doble camisa de cristal al vacío evita las pérdidas de calor por conducción y convección. Y las pérdidas de radiación se reducen gracias al tratamiento superficial del cristal interior. La energía térmica que se genera en el interior del tubo de vacío se absorbe como calor latente por un fluido de trabajo y se cede al fluido del circuito solar en el condensador.

Según el método utilizado para el intercambio de calor entre la placa y el fluido caloportador se diferencian dos tipos de colectores de vacío: los de flujo directo y los de tubo de calor. En los de flujo directo el fluido circula directamente por un tubo en contacto con la placa absorbente. En los de tubo de calor se utiliza un fluido que mediante su evaporación y condensación transfiere calor de la placa absorbente al líquido a calentar.

Los captadores de tubo de vacío permiten una mayor producción de calor que con captadores planos para la misma acumulación, aprovechan la radiación difusa incluso en días nublados, alcanzan temperaturas de trabajo que permiten el apoyo a sistemas de calefacción con radiadores y reducen en gran medida las pérdidas caloríficas de todo tipo.

17.1.3.- Captadores planos.

En los procesos térmicos los colectores de placa plana interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador. Éste, en estado líquido o gaseoso, se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción. La energía transferida por el fluido portador, dividida entre la energía solar que incide sobre el colector y expresada en porcentaje, se llama eficiencia instantánea del colector. Los colectores de placa plana tienen, en general, una o más placas convectoras transparentes para intentar minimizar las pérdidas de calor de la placa de absorción en un esfuerzo para maximizar la eficiencia. Son capaces de calentar fluidos portadores hasta 82 °C y obtener entre el 40 y el 80 % de eficiencia.



Los colectores de placa plana se han usado de forma eficaz para calentar agua y para calefacción. Cuando la radiación electromagnética incide sobre el colector una parte es reflejada por la cubierta transparente, otra parte es absorbida y una tercera parte atraviesa la cubierta. La fracción de cada una de ellas depende del grueso del material transparente, de su composición y del ángulo de incidencia de la radiación.

El vidrio es transparente para longitudes de onda de entre 0,3 y 3 μm , resultando opaco para el resto. La mayor parte del espectro visible se encuentra comprendido entre longitudes de onda de 0,3 a 2,4 μm , motivo por el cual la luz solar atraviesa el vidrio sin problema y sólo una pequeña parte es reflejada o absorbida.

Unos centímetros por debajo de la cubierta transparente se encuentra el absorbedor, que es la parte del colector dónde se efectúa la conversión de energía electromagnética en térmica. A medida que se calienta el absorbedor emite radiación con una longitud de onda de entre 4,5 y 7,2 μm . Para estas longitudes de onda el vidrio resulta opaco y la mayor parte de la radiación emitida por el absorbedor es absorbida por el vidrio. Sólo una pequeña parte es reflejada por la parte interior del vidrio.

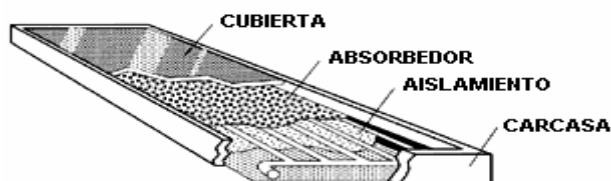
En consecuencia el vidrio se va calentando gracias a la radiación emitida por el absorbedor y también emite radiación, la mitad de la cual se pierde hacia el ambiente y la otra mitad se devuelve al absorbedor, creando el que se conoce como efecto invernadero

El siendo este tipo captadores el que elegimos para en el proyecto con modelo TOPSON F3 de la casa WOLF.

17.1.4.- Partes de los Captadores de placa plana.

Un colector de placa plana está compuesto por cuatro elementos básicos: la carcasa, el aislamiento, el absorbedor y una cubierta transparente superior, que actúa como cierre que reduce las pérdidas por radiación y convección, ayudando a producir el efecto invernadero en el colector.

Elementos básicos de un captador de placa plana.



a) La cubierta transparente.

Las propiedades que debe tener la cubierta transparente son:

- Provocar el efecto invernadero. Para conseguir esto, el material debe ser transparente para las longitudes de onda en que se encuentra la mayor parte de la radiación solar (entre 0,3 y 3 μm .) y opaco para longitudes de onda largas (superiores a 3 μm .) propias de la energía emitida por el absorbedor.
- Asegurar la estanqueidad del colector, tanto para el agua como para el aire.
- Tener una conductividad térmica baja, para que las pérdidas sean lo más pequeñas posibles.

Esta baja conductividad implicará que la cara interior del vidrio se encontrará a una temperatura mucho más alta que la cara exterior, con el consecuente riesgo de ruptura de la cubierta. Por tal de minimizar este riesgo, se debe buscar un material que tenga una baja conductividad térmica y a la vez un bajo coeficiente de dilatación. Dificultar la adherencia de la suciedad a la superficie exterior y ser resistente a granizadas.

Para reducir las pérdidas por convección existen colectores con una doble cubierta. Este tipo de colectores ofrecen temperaturas más elevadas que los de simple cubierta, aunque se debe tener en cuenta que la reflectividad y absorción por parte de la cubierta es superior. En el momento de decantarse por una u otra se debe valorar si la disminución de pérdidas por convección compensa la reducción de energía incidente sobre el absorbedor.

La climatología jugará un papel determinante en este tipo de elección. Como resultado de la experiencia se puede decir que el colector de doble vidrio es más adecuado que el de simple para temperaturas del fluido de trabajo superiores a 50 °C. En general la doble cubierta resulta interesante como mayor sea la diferencia entre la temperatura del fluido y la temperatura exterior.

El material más utilizado con diferencia para este tipo de cubierta es el vidrio. Se aconseja la utilización de vidrios recocidos o templados, puesto que sus propiedades ópticas no varían y las mecánicas mejoran notablemente.

La parte más crítica son las aristas, puesto que como que no están directamente expuestas en la radiación solar pueden encontrarse a temperaturas bastantes más bajas que el resto del vidrio. Por este motivo los tratamientos más habituales son o bien mejorar la resistencia de las aristas, o bien mejorar la resistencia del volumen a través de un tratamiento de templado.

También algunos plásticos transparentes pueden ser utilizados como cubierta. Las posibilidades van desde películas muy finas a láminas rígidas. Los plásticos ofrecen las mismas propiedades ópticas que los vidrios y presentan la ventaja de un peso inferior.

No obstante, su degradación cuando son expuestos durante largos periodos a la intemperie hace que actualmente todavía sean poco usados.

b) El absorbedor.

Últimamente han salido al mercado absorbedores de plástico usados normalmente sin cubierta y casi exclusivamente para la climatización de piscinas. Aparte de esta novedad, los absorbedores de captadores de placa plana acostumbran a ser metálicos, siendo el aluminio, el cobre y el acero inoxidable los materiales más utilizados. Se pueden distinguir tres modos principales de construcción de absorbedores:

- Absorbedor con aletas: Está constituido por diferentes tubos que se encuentran unidos entre sí por aletas que se encuentran sobre el mismo plano. Los tubos acostumbran a ser de cobre y las aletas pueden ser tanto de cobre como de acero o aluminio.
- Absorbedor de cojín: Está formado por dos planchas de acero soldadas formando un dibujo muy preciso. El líquido caloportador circula entre las dos planchas e irriga toda la superficie del absorbedor.
- Absorbedor “Rollbond”: Está compuesto por dos planchas, en este caso de aluminio, juntas según el sistema que se conoce con el nombre de “Rollbond”.

En este sistema “Rollbond”, el líquido circula dentro de los canales creados entre las dos planchas. Sea cual sea el modo de construcción del absorbedor uno de los puntos claves para aprovechar la energía incidente es tener un alto índice de absorción.

Las pinturas de color oscuro normalmente tienen elevados factores de absorción, pero también elevados factores de emisión, sobre todo a altas temperaturas.

Este elevado factor de emisión se traduce directamente en pérdidas por radiación.

El interés de lo que se conoce como capas selectivas es que tienen factores de emisión muy pequeños en el infrarrojo (que son las longitudes de onda características de la emisión del absorbedor) manteniendo elevados factores de absorción para longitudes de onda dentro del rango del espectro visible, que es dónde se encuentra la mayoría de la radiación solar. Los revestimientos selectivos más comunes son los basados en cromo o níquel.

En el momento de determinar la calidad de un absorbedor se deben valorar los siguientes aspectos:

- Pérdida de carga: Si está previsto que la instalación funcione con un sistema termosifón, es preciso que la pérdida de carga sea inferior a los 30 Pa, para que el movimiento no sea demasiado lento y la temperatura excesivamente elevada.
- Entradas y salidas del fluido del absorbedor: Se debe velar especialmente por las pérdidas de carga en estos puntos.
- Resistencia a la presión: En caso de que el colector pueda funcionar con agua de red el absorbedor debe ser capaz de soportar la presión suministrada.
- Corrosión interna: El circuito solar normalmente es una instalación cerrada. Se debe evitar la mezcla de elementos de hierro y cobre para evitar la corrosión del hierro.
- Capacidad térmica de del absorbedor: Interesa que la inercia térmica del absorbedor sea pequeña para que pueda dar una respuesta rápida en caso de radiación favorable. Esta característica es crucial en zonas dónde hay una alternancia continua entre nubes y cielo destapado.
- Homogeneidad de circulación del fluido: Es un aspecto que afecta directamente al rendimiento del colector, puesto que una irregularidad en la circulación del líquido provoca diferencias de temperatura entre distintos puntos del colector.
- Puentes térmicos: Se debe evitar que existan puentes térmicos entre el absorbedor y elementos no aislados del colector. En este aspecto también la entrada y la salida representan puntos críticos.
- Tratamiento de las superficies: Las superficies selectivas son más caras que las pinturas oscuras, pero como ya se ha comentado antes ofrecen unas propiedades ópticas muy interesantes.

c) El aislamiento.

La función del aislamiento es proteger de las pérdidas térmicas posteriores y laterales al absorbedor. Las características que debe cumplir un buen aislamiento son:

- Soportar temperaturas de hasta 150 °C sin degradarse.

- No desprender vapores dentro del rango de temperaturas a las que trabaja el colector.
- No envejecer con el tiempo.
- Soportar la humedad, puesto que esta puede aparecer ya sea por condensación dentro del colector o por ruptura de la carcasa.

d) La carcasa.

La misión de la carcasa es doble: de un lado proteger y soportar los diferentes elementos del colector y del otro actuar como elemento de enlace entre el conjunto del colector y los apoyos, que le darán la inclinación y la orientación. La duración mínima que debe ofrecer una carcasa es de 25 años.

Las propiedades que se deben exigir a este elemento son:

- Rigidez
- Resistencia a la corrosión y a la inestabilidad química.
- Estanqueidad. Existen colectores completamente estancos al aire, y que por lo tanto deben resistir las presiones y depresiones que se produzcan con el calentamiento y el enfriamiento del aire. También existen colectores que son estancos al agua pero no al aire, que aseguran el mantenimiento de la presión atmosférica en su interior mediante orificios.

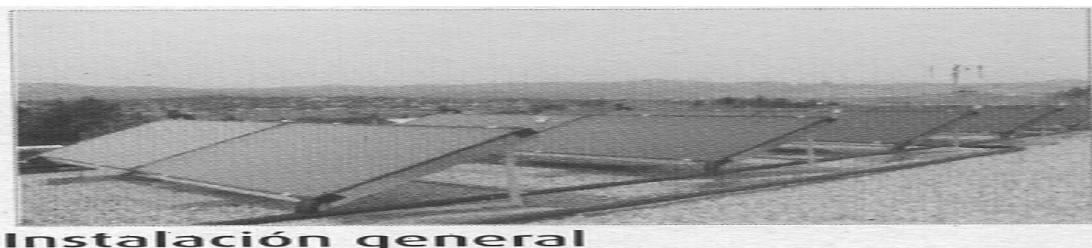
17.2.- Posibles formas de Integración de captadores solares en la edificación.

Nos referimos a la forma de incluir o colocar los colectores en la vivienda. Se consideran tres posibles formas de integrar los captadores:

- 1) General.
- 2) Superposición de módulos.
- 3) Integración arquitectónica.

En la forma general los módulos se instalan en una estructura que les albergue y proporcione la inclinación y orientación óptimas para el funcionamiento de la instalación. Se colocan en casos de cubierta plana o con muy poca inclinación.

Ver Figura:



Instalación general

En la superposición la colocación de los colectores se realiza paralela a la envolvente del edificio. Se debe instalar una estructura sobre la propia envolvente que sustente los captadores. La inclinación y orientación de los captadores será la que dispone la propia envolvente del edificio.



Integración arquitectónica de captadores solares térmicos

Por último en el caso se considera integración arquitectónica cuando los captadores cumplan una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

En este caso también la orientación y la inclinación será la de la propia envolvente del edificio.



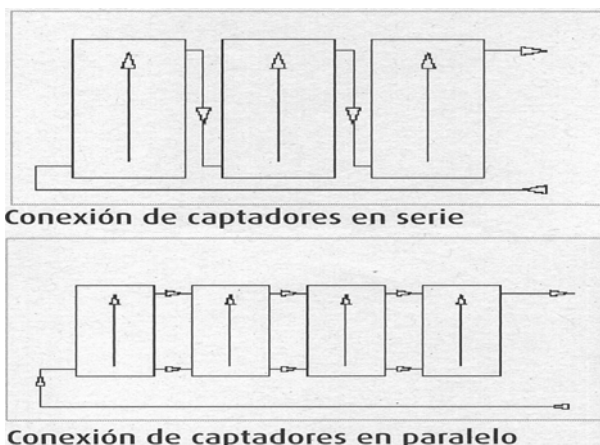
Superposición de captadores en cubierta plana

17.2.1.- Conexión de los colectores.

El criterio de distribución uniforme de caudal de fluido circulante es imprescindible para conseguir saltos de temperatura homogéneos que proporcionen rendimientos similares en cada captador.

Para conseguir esto se debe procurar un correcto equilibrio hidráulico. Por tanto, es necesario prestar especial atención al conexionado de los captadores de la instalación de energía térmica.

Los captadores se pueden conectar en Serie o en Paralelo.



A su vez los conjuntos de captadores o baterías se pueden conectar también en serie o en paralelo. Se denomina batería al conjunto de colectores instalados sobre una estructura común e interconectados entre ellos. Estas baterías deben estar constituidas preferentemente por el mismo número de captadores. Agrupación de captadores en una batería. La composición de una batería debe garantizar que todos los captadores dentro de ella funcionen de la misma forma.

El conexionado más común de los captadores dentro de una batería es el conexionado en paralelo, pero también se puede encontrar baterías de captadores conectadas en serie.

La mayoría de los captadores del mercado presentan cuatro conexiones de entrada, salida, por lo que se pueden conectar en paralelo directamente entre sí.

En caso de que sólo dispongan de dos conexiones, el paralelo se debe hacer mediante una tubería exterior o bien se conectan en serie.

El número de m² de superficie de captación que se puede conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

Para las instalaciones de producción de ACS que se deban acoger al CTE, el número de m² de superficie de captación que se puede conectar en serie depende de la zona climática correspondiente.

Estas zonas se marcan en el CTE y se han definido teniendo en cuenta la irradiación Global media diaria anual sobre superficie horizontal del lugar.

Zona climática	MJ / m ²	kWh / m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Se podrán conectar en serie:

Zonas climáticas I y II. hasta 10 m².

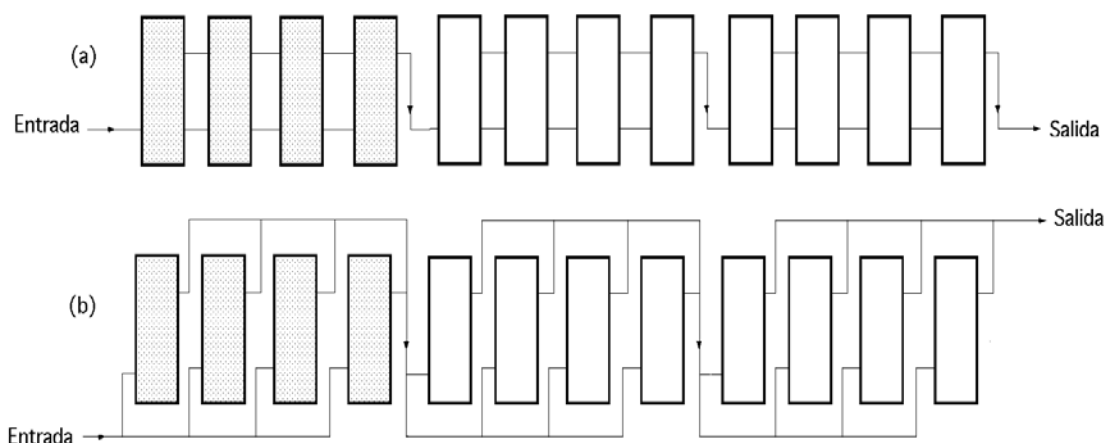
Zona climática III. hasta 8 m².

Zonas climáticas IV y V. hasta 6 m².

En casos de aplicaciones que no se acojan al CTE como calefacción usos industriales y refrigeración por absorción, si está justificado, el número de m² conectados en serie podrá ser superior, siempre y cuando sea permitido por el fabricante.

Por el criterio de necesidad de distribución uniforme de caudal de fluido circulante, cuando un campo de captadores está constituido por varios grupos, conectados en paralelo, estando a su vez cada uno de ellos constituido por varios baterías en serie, de similar número de captadores cada una, cada grupo constará de igual número de batería en serie.

Representación de las conexiones de baterías en paralelo y en serie.



Métodos de conectar bancos de colectores, a) Conexión de baterías en paralelo en serie

b) Conexión de baterías en serie en paralelo múltiple.

Las diferencias entre la conexión en serie y en paralelo de captadores o baterías de captadores presenta las siguientes ventajas con respecto a la conexión en paralelo:

- En la conexión en serie pasa el mismo caudal de fluido caloportador por cada captador o batería de captadores mientras que en la conexión en paralelo el caudal se distribuye en igual proporción para cada captador o batería de captadores. Es decir, a igual número de captadores para una conexión en serie el caudal es menor que para la conexión en paralelo.

Por consiguiente, en la conexión en serie al ser el caudal menor se obtiene un diámetro menor de las tuberías y una bomba de menor dimensiones.

- En la conexión en serie el fluido se va calentando según pasa por cada elemento, por lo que se consigue un salto térmico entre la entrada y salida, mayor que en la conexión en paralelo.

Como el rendimiento del captador disminuye cuando aumenta la temperatura de entrada del fluido, el rendimiento instantáneo de la conexión en serie es menor que el de la conexión en paralelo.

El modelo finalmente elegido es TopSon F3 de la marca WOLF.

17.3.- Depósito Acumulador.

Son depósitos desprovistos de serpentín de calentamiento en su interior, cumplen únicamente la función de almacenamiento, no la de producción de ACS. El sistema de acumulación lo constituyen uno o varios depósitos dispuestos como almacenamiento del agua caliente, para hacer frente al consumo de ACS en el momento en el que sea requerida, el cual no tiene por qué coincidir con el momento de producción del ACS.

Una característica específica de la energía solar es su intermitencia, es decir, que la energía solar sólo se produce durante unas ciertas horas al día.

Este hecho provoca la necesidad de incorporar sistemas acumuladores de energía en todas las aplicaciones donde el consumo no coincide exactamente con el momento de producción. La instalación deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 80 °C con el objeto de prevenirla legionelosis tal como se establece en el RD 865/2003 de 4 de julio.

Para ello en el caso de aplicaciones para el ACS, es conveniente realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que el sistema auxiliar pueda calentar la temperatura del sistema solar para poder cumplir con las medidas de prevención de legionella.

La vivienda tendrá su acumulación individualizada dónde se acumulará el agua precalentada en los colectores a través del circuito de energía solar térmica.

Según la normativa CTE y sus complementaciones, la acumulación de un sistema solar debe cumplir con la siguiente expresión:

$$50 < V/A_T < 180$$

Dónde:

V → Volumen de acumulación permitido.

A_T → Superficie de colectores.

Cada vivienda dispone de un acumulador mediante el cuál, a través de un serpentín o un método de intercambio de energía alojado en su interior, se intercambia el calor que se genera en las placas solares, cediendo de esta manera la energía captada al agua del circuito de consumo.

El modelo elegido es: Acumulador Esmaltado 300 E de la casa BAXIROCA. Con una capacidad de 300 litros. El fabricante del depósito acumulador indica que el caudal (Q_a) es capaz de calentar 512 litros a los 10 minutos, lo que implica un caudal de $3,07 \text{ m}^3/\text{h}$. Un diámetro de 35mm y velocidad de 0,76 m/s.

17.4.- Intercambiador de Placas.

El sistema de intercambio es uno de los elementos claves para el buen funcionamiento de la instalación de energía solar térmica.

A diferencia de una instalación convencional, para la que la temperatura de entrada al intercambiador es fija, en una instalación de energía solar térmica varía continuamente. Esta variación puede ser muy grande, desde los valores muy bajos en invierno hasta los valores muy altos en verano.

Por lo que se recomienda dimensionar los intercambiadores de calor dedicados a la producción de ACS a las siguientes temperaturas:

Aplicación	Tª entrada primario	Tª salida secundario	Tª entrada secundario
Agua caliente sanitaria	60 °C	50 °C	45 °C

Dimensiones del Intercambiador con el aislamiento:

Longitud 152 mm.
 Anchura 178 mm.
 Alto 240 mm.

El dimensionado del intercambiador se debe realizar en función de la potencia térmica que són capaces de transmitir los captadores.

El modelo elegido es VITOTRANS 100 modelo PWT nº de pedido 3003485 de la casa VISSMANN. Con una potencia de 9 kW

17.5.- InterAcumulador.

Los depósitos interacumuladores de ACS son los equipos en los que se produce y almacena el ACS. Constan de un depósito generalmente construido de chapa de acero galvanizada que contiene en su interior un serpentín de calentamiento, por cuyo interior circula el agua caliente procedente de la caldera, a través de este serpentín se cede el calor al agua acumulada en el depósito.

El agua fría de la red de suministro entra por la parte inferior del depósito, y se calienta por la transferencia de calor del serpentín, saliendo caliente para el consumo por la parte superior del depósito.

Este tipo de depósitos interacumuladores pueden ser de montaje en vertical u horizontal. Los depósitos se deben dimensionar teniendo en cuenta las necesidades de consumo en los momentos punta, de manera que cubra el consumo previsto para un período punta.

La potencia mínima del intercambiador, se determina para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/ m^2 .

Potencia de Intercambio (W) \geq superficie útil de captación (m^2) \cdot 500 (W/ m^2)

- Además para el caso de intercambiador incorporado al acumulador se debe cumplir la siguiente relación que nos especifica la norma (HE4, 3.3.4).

Formula:

$$S_{UT} \geq 0,15 \cdot A_T$$

Donde:

S_{UT} \rightarrow Superficie útil de intercambio en m^2 .

A_T \rightarrow Superficie total de captación en m^2 .

Es decir;

$$S_{UT} = 1,5 \geq 0,15 \cdot A_T \rightarrow 0,15 \cdot 2 = 0,30 \quad \text{Cumple la exigencia.}$$

El modelo elegido es VISSMANN VITOCCEL 100 H modelo CHA 130 litros de una potencia útil de 27 kW. La bomba elegida es el modelo SB TEMPUS-100 XL de la casa BAXIROCA a una velocidad de 1.900 r.p.m.

El diámetro de la instalación auxiliar es de 40mm.(interacumulador-caldera)

El punto de funcionamiento de la bomba:

$$H = 2,656 \text{ m.c.a.}$$

$$Q = 0,65 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 2,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

17.6.- Tuberías.

Las tuberías son de cobre y para el dimensionado de las mismas se ha procurado no sobrepasar una velocidad de 1,5 m/s y una pérdida de carga de 40 mm.c.a./m. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación.

En este apartado se recogen todos los elementos hidráulicos que componen el circuito solar y que permiten la correcta distribución e impulsión del líquido caloportador. El circuito solar es un circuito cerrado compuesto por unas tuberías, una bomba de circulación y los elementos de seguridad y medida correspondientes.

Las tuberías a instalar serán de cobre ya que las tuberías de PVC no son adecuadas para este tipo de aplicaciones puesto que en casos excepcionales el líquido caloportador puede llegar a lograr temperaturas demasiado elevadas para su uso.

El circuito solar recoge la energía suministrada por el sol en el campo de captación y la cede al depósito Acumular el cual pasa esa energía al depósito de apoyo trasladando la energía al circuito de consumo a través del serpentín del intercambiador que hay en el interior del InterAcumulador.

Para el cálculo hidráulico se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La velocidad del fluido en las tuberías: Debe estar comprendida entre 0,2 m/s y 1,5 m/s; las velocidades superiores a 1,5 m/s ocasionan ruidos, mientras que velocidades inferiores a 0,2 m/s favorecen las deposiciones de partículas en suspensión; No pasar de los 2 m/s en locales habilitados y tampoco pasar de los 3 m/s en locales no habiotables.
- Las pérdidas de carga deben ser inferiores a 400 mm.c.a ($\Delta P < 40$ mm c.a.). Fijandolas en el valor de 0,015 m.c.a/m. → 15 mm.c.a.

Pricipalmente el caudal total de fluido caloportador sale del local en el que se encuentra el Interacumulador y la caldera y se dirige al campo de captación, los colectores dónde es calentado. Una vez ha pasado por los captadores vuelve al local en el que se encuentra la caldera y el intercambiador, desde dónde es distribuido a las viviendas.

Varias tuberías salen desde el Interacumulador para llevar el fluido a todos los grifos o puntos de consumo que necesiten el ACS integradas de la vivienda.

Antes de llegar a cualquier grifo o puntos de consumo, las tuberías necesarias saldrán del Interacumulador distribuyendo el caudal total de la instalación de tal forma que se irán ramificando para dar el servicio individual a cada uno de ellos.

A medida que los grifo o puntos de consumo son abastecidas, el caudal que circula por la tubería principal disminuye, y en consecuencia se puede reducir el diámetro de la tubería.

Cada derivación individual a un punto de consumo verá limitado y regulado su caudal por una válvula de regulación dinámica. Esta válvula es capaz de mantener un caudal constante dentro del rango de presiones existente.

En primer lugar se calcula el caudal total que circula por el circuito primario que discurre desde el depósito Acumulador a los paneles de captación solar.

Para llevar a cabo el cálculo del caudal total se precisa conocer el caudal recomendado por el fabricante de los paneles, que en nuestro caso es de 90 litros/hora·m². Con este dato y conociendo las superficies totales y parciales de cada grupo de captación se pueden calcular el número de litros/hora necesarios.

En segundo lugar se determinan los diámetros de las tuberías. Las tuberías, tanto en el circuito primario como en el secundario serán de cobre.

A continuación debemos comprobar que para el diámetro obtenido se cumplen las siguientes condiciones:

- La pérdida de carga por metro lineal de tubo no supere los 40 mmca.
- La velocidad de circulación del líquido esté comprendida entre 0,2 y 1,5 m/s.

17.7.- Aislamiento.

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

El material de aislamiento es un elastómero con conductividad térmica de 0,037 W/mK y espesor de 30 mm.

Esto implica que las tuberías de hasta 40 mm de diámetro exterior y que se encuentren en el interior del edificio se aislarán con 30 mm de grosor.

Para las tuberías que discurran por el exterior, el aislamiento será 10 mm más grueso, o sea de 40 mm. Se protegerá contra las radiaciones ultravioletas y contra los agentes atmosféricos en general, utilizando un recubrimiento exterior de aluminio.

17.8.- Vaso de Expansión.

Cada circuito solar requiere de un vaso de expansión dado que se trata de un circuito cerrado sometido a variaciones de temperatura, presión y volumen.

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

El dimensionado de este elemento depende del volumen total del circuito primario, y se calcula según la norma UNE 100-155-88.

Todas las ecuaciones que aparecen en este apartado son extraídas de la norma nombrada. Se define el coeficiente de expansión (Ce) como la relación entre el volumen de fluido expandido y el volumen del fluido contenido en la instalación.

Para temperaturas de entre 30 ° y 120 ° se puede usar la siguiente expresión para calcular (Ce):

$$Ce = (33,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2.708,3) \cdot 10^{-6}$$

Donde: T → Temperatura Acumulador.

El coeficiente de presión (Cp) para vasos de expansión solar según los fabricantes tiene un valor de 2,10.

El dimensionado de este elemento depende del volumen existente en los captadores solares y del volumen total del circuito primario, así como la presión de tara de la válvula de seguridad y la presión de trabajo de la instalación.

El volumen de líquido caloportador de la instalación se ha hallado mediante la suma de los volúmenes de las tuberías, de las que van del Interacumulador a los captadores.

Asimismo, se deben añadir el volumen contenido en los serpentines de los intercambiadores, del acumulador y el volumen contenido en los captadores.

El modelo del vaso de expansión solar es VES de la marca Giacomini.

Datos técnicos:

Temperatura de trabajo: de -10 a +110 °C.

Temperatura máxima: +130 °C (máx. 2 horas).

Presión de precarga: 3 bar.

Presión de trabajo: 8 bar.

Capacidad: 8 litros.

17.9.- Sistema de Bombeo.

El grupo de bombeo del circuito solar es el que se encarga de hacer circular el líquido caloportador por el circuito primario. El correcto dimensionado de las bombas de impulsión debe tener en cuenta el caudal que circula por el circuito solar y las pérdidas de carga que el fluido debe vencer a su paso.

Esta pérdida de carga, debe considerar las pérdidas en los campos de colectores, en el sistema de tuberías y en los diferentes elementos de regulación.

Este dato, junto con el caudal, determina las características técnicas de la bomba de circulación del sistema.

Para calcular la potencia aproximada de la bomba necesaria hacemos uso de la siguiente expresión:

$$P = C \cdot \Delta P$$

Dónde: P → Potencia eléctrica, C → Caudal y ΔP → Pérdida de carga de la instalación.

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

La bomba solar es la QUANTUM gama SXM – 25 a una velocidad de 2380 r.p.m.

El punto de funcionamiento.

$$H = 6,908 \text{ m.c.a.}$$
$$Q = 180 \text{ l/h} \rightarrow 0,180 \text{ m}^3/\text{h}$$

17.10.- Fluido Caloportador.

El fluido caloportador es aquel que pasa a través del absorvedor de los captadores absorbiendo la energía térmica captada por los mismos y transfiriéndosela a una de las aplicaciones de la instalación.

El empleo de un fluido de trabajo adecuado influirá claramente en la fiabilidad y durabilidad de la instalación.

Las principales características que se debería exigir al fluido utilizado serán:

- Calor específico elevado.
- Temperatura de ebullición elevada.

- Temperatura de congelación baja.
- Alta estabilidad en el rango de trabajo tanto en presiones como temperaturas.
- Protección frente a la corrosión.

El tipo de fluido que más se emplea es una mezcla de agua con anticongelante. Esta mezcla provoca la variación de las propiedades físicas del agua. Por esta razón la instalación deberá cumplir con unas determinadas exigencias; siendo las más importantes las siguientes:

- Estabilidad: como la mayoría de los anticongelantes fallan o se degradan con temperaturas cercanas de 120 °C, esto puede provocar productos que puedan deteriorar o corroer la instalación; por lo que se deberán poner factores de medidas para evitarlos.
- Toxicidad: la mayoría de las mezclas son tóxicas debido a los anticongelantes por lo que hay que evitar el contacto entre esta mezcla y el agua de consumo a través del intercambiador de calor.

El fluido se deberá seleccionar teniendo en cuenta estos factores además de los descritos en el pliego de condiciones así como las condiciones específicas del fabricante de los captadores o las características climatológicas del lugar.

17.11.- Válvulas.

En el circuito solar se emplean diferentes válvulas que a continuación se detallan:

· Válvula de retención:

Evita que el líquido caloportador pueda circular en sentido inverso al de impulsión de la bomba de calefacción o del primario.

· Válvula de seguridad:

Se define como válvula de seguridad a un "dispositivo que se inserta en algún punto del circuito y que está diseñado de forma tal que al subir la presión por encima de un valor determinado, llamado presión de tarado, se abre automáticamente". Está conectada a un depósito que a la vez sirve para la carga del circuito. De esta manera se evita perder líquido caloportador en caso que se supere en el circuito la presión de tara y, sirve también, como testimonio de sobrepresiones.

Las calderas con vaso de expansión cerrado, equipos de producción y almacenamiento de agua caliente y, en general, los circuitos que no estén en contacto con la atmósfera llevarán una válvula de seguridad generalmente acompañada de un manómetro.

Teniendo en cuenta que a mayor temperatura mayor presión suele colocarse en el tubo de ida y en las proximidades de la caldera. El fabricante del colector marca como presión máxima de trabajo 10 bares. La válvula de seguridad será tarada a esta presión para evitar presiones superiores que puedan estropear el campo de captación.

Para asegurar el caudal idóneo en cada grupo de captadores, se montaran válvulas de regulación de caudal en la entrada de cada campo de captación.

Igualmente se instalaran válvulas de corte en la entrada y salida de cada hilera de colectores. Además se montaran purgadores de aire manuales en la parte alta de cada campo y en cualquier punto alto relativo.

18.- RESUMEN PRESUPUESTO.

TOTAL INSTALACIÓN CALEFACCIÓN. ----- 10.603,66 €

TOTAL INSTALACIÓN SOLAR. ----- 8.916,32 €

TOTAL SUMINISTRO AGUA FRÍA Y ACS. ----- 4.315,54 €

TOTAL CAPITULOS. ----- 23.835,52 €

Gastos generales y Beneficios industriales (15%). ----- 3.575,25

IVA (16%). ----- 3.813,68

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN. ----- 31.224,45 €

El presupuesto total de Ejecución asciende a **TREINTA Y UN MIL DOSCIENTOS VEITICUATRO CON CUARENTA Y CINCO EUROS.**

ANEXO 1

TABLA 1

Material	Densidad aparente kg/m^3	Conductividad térmica λ	
		$kcal/hm\ ^\circ C$	$W/m\ ^\circ C$
ROCAS Y SUELOS NATURALES			
Rocas y terrenos			
- Rocas compactas	2500-3000	3,00	3,50
- Rocas porosas	1700-2500	2,00	2,33
- Arena con humedad natural	1700	1,20	1,40
- Suelo coherente humedad natural	1800	1,80	2,10
Arcilla	2100	0,80	0,93
Materiales suelos de relleno desecados al aire, en forjados, etc.			
- Arena	1500	0,50	0,58
- Grava rodada o de machaqueo	1700	0,70	0,81
- Escoria de carbón	1200	0,16	0,19
- Cascote de ladrillo	1300	0,35	0,41
PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES			
Revestimientos continuos			
- Morteros de cal y bastardos	1600	0,75	0,87
- Mortero de cemento	2000	1,20	1,40
- Enlucido de yeso	800	0,26	0,30
- Enlucido de yeso con perlita	570	0,16	0,18
Hormigones normales y ligeros			
- Hormigón armado (normal)	2400	1,40	1,63
- Hormigón con áridos ligeros	600	0,15	0,17
- Hormigón con áridos ligeros	1000	0,28	0,33
- Hormigón con áridos ligeros	1400	0,47	0,55
- Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,29	0,34
- Hormigón celular con áridos silíceos	1000	0,58	0,67
- Hormigón celular con áridos silíceos	1400	0,94	1,09
- Hormigón celular sin áridos	305	0,08	0,09
Hormigón en masa con grava normal:			
con áridos ligeros	1600	0,63	0,73
con áridos ordinarios, sin vibrar	2000	1,00	1,16
con áridos ordinarios, vibrado	2400	1,40	1,63
- Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,10	0,12
- Hormigón en masa con arcilla expandida	1500	0,47	0,55
Fábrica de bloques de hormigón incluidas juntas (1)			
- Con ladrillos silicocalcáreos macizo	1600	0,68	0,79
- Con ladrillos silicocalcáreos perforado	2500	0,48	0,56
- Con bloques huecos de hormigón	1000	0,38	0,44

- Con bloques huecos de hormigón	1200	0,42	0,49
- Con bloques huecos de hormigón	1400	0,48	0,56
- Con bloques hormigón celular curado vapor	600	0,30	0,35
- Con bloques hormigón celular curado vapor	800	0,35	0,41
- Con bloques hormigón celular curado vapor	1000	0,40	0,47
- Con bloques hormigón celular curado aire	800	0,38	0,44
- Con bloques hormigón celular curado aire	1000	0,48	0,56
- Con bloques hormigón celular curado aire	1200	0,60	0,70
Placas o paneles			
- Cartón-yeso	900	0,16	0,18
- Hormigón con fibra de madera	450	0,07	0,08
- Placas de escayola	800	0,26	0,30
LADRILLOS Y PLAQUETAS			
- Fábrica de ladrillo macizo	1800	0,75	0,87
- Fábrica de ladrillo perforado	1600	0,65	0,76
- Fábrica de ladrillo hueco	1200	0,42	0,49
- Plaquetas	2000	0,90	1,05
VIDRIO (2)			
- Vidrio plano para acristalar	2500	0,82	0,95
METALES			
- Fundición y acero	7850	50	58
- Cobre	8900	330	384
- Bronce	8500	55	64
- Aluminio	2700	175	204
MADERA			
- Maderas frondosas	800	0,18	0,21
- Maderas de coníferas	600	0,12	0,14
- Contrachapado	600	0,12	0,14
- Tablero aglomerado de partículas	650	0,07	0,08
PLÁSTICOS Y REVESTIMIENTOS DE SUELOS			
- Linóleo	1200	0,16	0,19
- Moquetas, alfombras	1000	0,04	0,05
MATERIALES BITUMINOSOS			
- Asfalto	2100	0,60	0,70
- Betún	1050	0,15	0,17
- Láminas bituminosas	1100	0,16	0,19
MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS			
- Arcilla expandida	300	0,073	0,085
- Arcilla expandida	450	0,098	0,114
- Aglomerado de corcho UNE 5.690	110	0,034	0,039
- Espuma elastomérica	60	0,029	0,034
Fibra de vidrio:			
Tipo I	10 - 18	0,038	0,044
Tipo II	19 - 30	0,032	0,037
Tipo III	31 - 45	0,029	0,034

Tipo IV	46 - 65	0,028	0,033
Tipo V	66 - 90	0,028	0,033
Tipo VI	91	0,031	0,036
Lana mineral:			
Tipo I	30 - 50	0,036	0,042
Tipo II	51 - 70	0,034	0,040
Tipo III	71 - 90	0,033	0,038
Tipo IV	91 - 120	0,033	0,038
Tipo V	121 - 150	0,033	0,038
- Perlita expandida	130	0,040	0,047
Poliestireno expandido UNE 53.310			
Tipo I	10	0,049	0,057
Tipo II	12	0,038	0,044
Tipo III	15	0,032	0,037
Tipo IV	20	0,029	0,034
Tipo V	25	0,028	0,033
-Poliestireno extrusionado	33	0,028	0,033
-Polietileno reticulado	30	0,033	0,038
-Polisocianurato, espuma de	35	0,022	0,026
Poliuretano conformado, espuma de			
Tipo I	32	0,020	0,023
Tipo II	35	0,020	0,023
Tipo III	40	0,020	0,023
Tipo IV	80	0,034	0,040
Poliuretano conformado, espuma de			
Tipo I	32	0,020	0,023
Tipo II	35	0,020	0,023
Tipo III	40	0,020	0,023
Tipo IV	80	0,034	0,040
Poliuretano aplicado <i>in situ</i>, espuma de			
Tipo I	35	0,020	0,023
Tipo II	40	0,02	0,023
- Urea formol, espuma de	10 - 12	0,029	0,034
-Urea formol, espuma de	12 - 14	0,030	0,035
-Vermiculita expandida	120	0,030	0,035
-Vidrio celular	160	0,038	0,044

TABLA 2

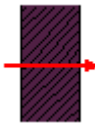


Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento: De separación con espacio exterior o local abierto			Situación del cerramiento: De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal. $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,13 (0,11)	0,07 (0,06)	0,20 (0,17)	0,13 (0,11)	0,13 (0,11)	0,26 (0,22)
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente 	0,11 (0,09)	0,06 (0,05)	0,17 (0,14)	0,11 (0,09)	0,11 (0,09)	0,22 (0,18)
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,20 (0,17)	0,06 (0,05)	0,26 (0,22)	0,20 (0,17)	0,20 (0,17)	0,40 (0,34)
Resistencias térmicas superficiales en $m^2 h \cdot C/kcal (m^2 \cdot C/W)$						

TABLA 3

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara, en mm				
	10	20	50	100	150
Cámara de aire vertical y flujo horizontal	0,16 (0,14)	0,19 (0,16)	0,21 (0,18)	0,20 (0,17)	0,19 (0,16)
Cámara de aire horizontal y flujo ascendente	0,16 (0,14)	0,17 (0,15)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)
Cámara de aire horizontal y flujo descendente	0,17 (0,15)	0,21 (0,18)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)
Resistencia térmica de la cámara R_c en $m^2 h \cdot C/kcal (m^2 \cdot C/W)$					

TABLA 4

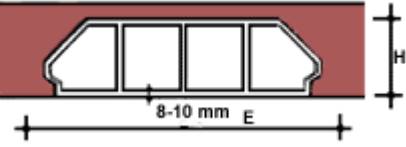
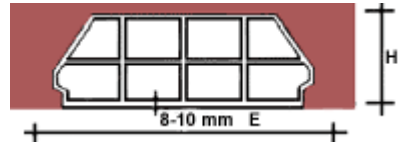
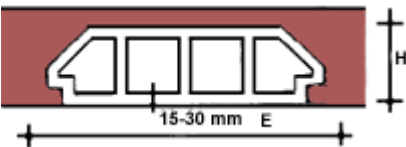
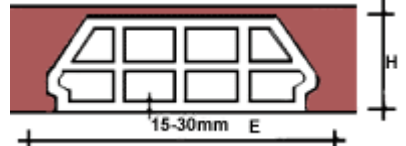
Tipo de forjado	Distancia de entrevigado E en cm	Altura H de la bovedilla, en cm				
		8	12	16	20	25
Bovedilla cerámica		8	12	16	20	25
	< 45	0,09 (0,08)	0,13 (0,11)			
	45 a 65	0,13 (0,11)	0,16 (0,14)			
	> 65	0,14 (0,12)	0,19 (0,16)			
Bovedilla cerámica		8	12	16	20	25
	< 45		0,15 (0,13)	0,20 (0,17)	0,24 (0,21)	0,29 (0,25)
	45 a 65		0,22 (0,19)	0,27 (0,23)	0,30 (0,26)	0,36 (0,31)
	> 65		0,27 (0,23)	0,31 (0,27)	0,35 (0,30)	0,40 (0,34)
Bovedilla de hormigón		8	12	16	20	25
	< 65		0,13 (0,11)	0,15 (0,13)	0,17 (0,15)	0,21 (0,18)
	≥ 65		0,14 (0,12)	0,16 (0,14)	0,19 (0,16)	0,22 (0,19)
Bovedilla de hormigón		8	12	16	20	25
	< 65				0,26 (0,22)	0,29 (0,25)
	≥ 65				0,27 (0,23)	0,31 (0,27)
Resistencia térmica R. en $m^2 h \text{ } ^\circ C/kcal (m^2 \text{ } ^\circ C/W)$						

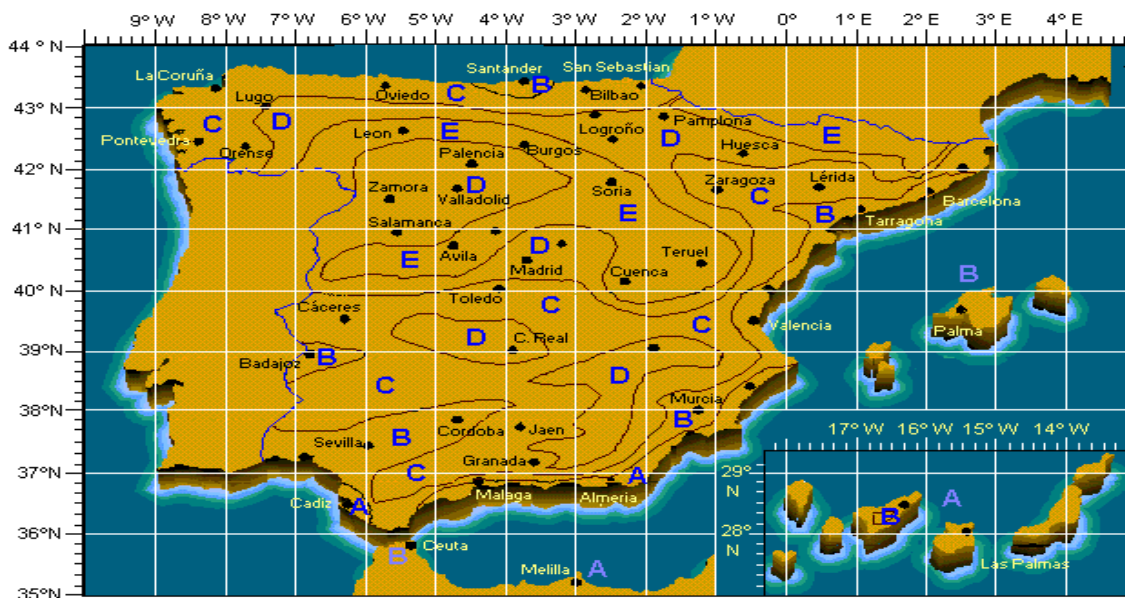
TABLA 5

Tipo de acristalamiento	Espesor nominal de la cámara de aire, en mm	Tipo de carpintería	Inclinación del hueco con respecto a la horizontal	
			60°	< 60°
Sencillo		Madera	4,3 (5,0)	4,7 (5,5)
		Metálica	5,0 (5,8)	5,6 (6,5)
Doble	6	Madera	2,8 (3,3)	3,0 (3,5)
		Metálica	3,4 (4,0)	3,7 (4,3)
	9	Madera	2,7 (3,1)	2,8 (3,3)
		Metálica	3,4 (3,9)	3,6 (4,2)
	12	Madera	2,5 (2,9)	2,7 (3,1)
		Metálica	3,2 (3,7)	3,4 (4,0)
Doble ventana	≥ 30	Madera	2,2 (2,6)	2,3 (2,7)
		Metálica	2,6 (3,0)	2,8 (3,2)
Hormigón translúcido	-----	-----	3,0 (3,5)	3,2 (3,7)
			Coeficiente de transmisión térmica K en $\text{kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\text{W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)	

TABLA 6

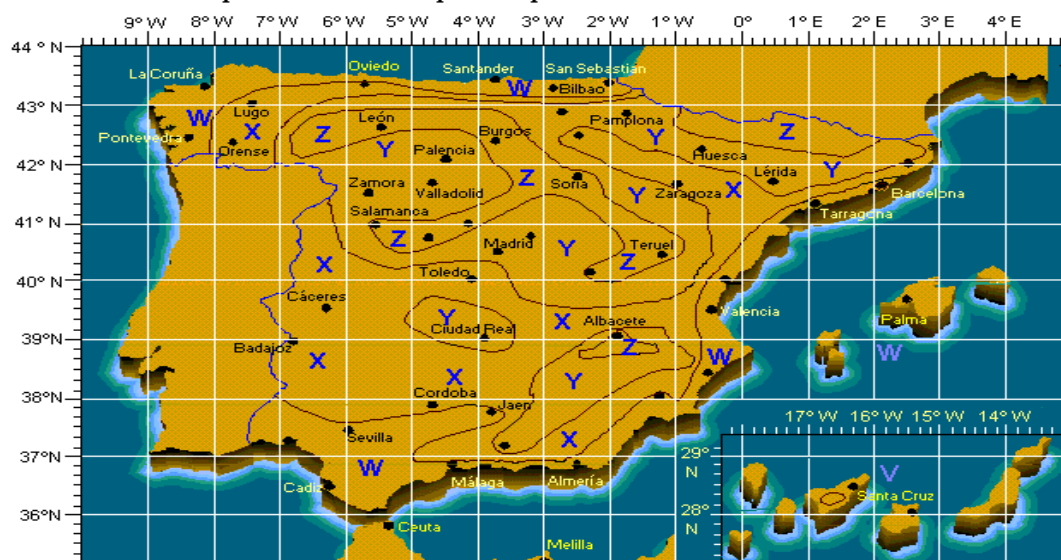
Tipo de puerta		Separación con exterior	Separación con local no calefactado
Madera	Opaca	3,0 (3,5)	1,7 (2,0)
	Acrisolamiento simple en < 30 %	3,4 (4,0)	
	Acrisolamiento simple en 30 a 60 %	3,9 (4,5)	
	Acrisolamiento doble	2,8 (3,3)	
Metálica	Opaca	5,0 (5,8)	3,9 (4,5)
	Acrisolamiento simple	5,0 (5,8)	
	Acrisolamiento doble con cámara de 6 mm en < 30 %	4,7 (5,5)	
	Acrisolamiento doble con cámara de 6 mm en 30 a 70 %	4,1 (4,8)	
Vidrio sin carpintería		5,0 (5,8)	3,9 (4,5)
	Coeficiente de transmisión térmica K , en $kcal/h m^2 \text{ } ^\circ C$ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)		

MAPA 1
Mapa de Zonificación por grados día año



Zona	grados/día anuales
A	≤ 400
B	401 a 800
C	801 a 1.300
D	1.300 a 1.800
E	>1.800

MAPA 2
Mapa de Zonificación por temperaturas mínimas medias de enero



Zona climática Mapa 2	V	W	X	Y	Z
Temperatura exterior para cálculo de condensaciones en °C	10	5	3	0	-2

Cálculos

TABLA 7

PROVINCIA	MAPA	MAPA
	1	2
Población		
Estepona	A	W
Fuengirola	A	W
Málaga	A	W
Marbella	A	W
Ronda	C	W
Vélez - Málaga	A	W
MURCIA		
Alcantarilla	B	W
Cartagena	A	W
Cieza	B	X
Jumilla	C	Y
Lorca	B	X
Molina de Segura	B	W
Murcia	B	W
Yecla	C	Y
NAVARRA		
Pamplona	D	Y
Tudela	D	X
ORENSE	.	.
Orense	C	X
OVIEDO		
Aller	C	X
Avilés	C	W
Cangas de Narcea	C	X
Gijón	C	W
Langreo	C	X
Luarca	C	W
Mieres	C	X
Oviedo	C	X
S. Martín del R.	C	X
Siero	C	X
Tineo	C	X
PALENCIA		
Palencia	D	Y
LAS PALMAS		
Arrecife	A	V
Arucas	A	V
Las Palmas	A	V
S. Bartolomé	A	V
Sta. Lucía	A	V
Telde	A	V
PONTEVEDRA		
Cangas	C	W
La Estrada	C	W

TABLA 8

Zona climática Mapa 2	V	W	X	Y	Z
Temperatura del terreno en °C	12	8	7	6	5

TABLA 9

MAYORACION POR ORIENTACION		
MUROS		
	Muros exteriores con componente Norte	20 %
	Muros exteriores con componente Noroeste	20 %
	Muros exteriores con componente Oeste	15 %
	Muros exteriores con componente Suroeste	10 %
	Muros exteriores con componente Noreste	15 %
	Muros exteriores con componente Sureste	10 %
	Muros exteriores con componente Este	15 %
	Muros exteriores con componente Sur	5 %
HUECOS		
	Huecos exteriores con componente Norte	20 %
	Huecos exteriores con componente Noroeste	20 %
	Huecos exteriores con componente Oeste	15 %
	Huecos exteriores con componente Suroeste	10 %
	Huecos exteriores con componente Noreste	15 %
	Huecos exteriores con componente Sureste	10 %
	Huecos exteriores con componente Este	15 %
	Huecos exteriores con componente Sur	5 %

TABLA 10

FUNCIONAMIENTO	Instalaciones de Aire caliente	Instalaciones de radiadores		Instalaciones de Panel radiante con tubos empotrados en la estructura
		De vapor	De agua caliente	
Continuo con reducción nocturna	12	10	8	5
Con utilización de 16-18 horas diarias	15	12	10	8
Con utilización de 12-16 horas diarias	20	15	12	10
Con utilización de 8-12 horas diarias	25	20	15	12
Con utilización de 6-8 horas diarias	30	25	20	15
Con utilización de 4-6 horas diarias	35	30	25	20

Cálculos

TABLA 11

f Coeficiente de infiltración

T Tipo Hueco	f en m ³ /hm	Tipo Hueco	f en m ³ /hm
<u>Ventanas de madera</u> Sencilla, Cristal Simple Sencilla, Doble Cristal Doble o Sencilla muy Estanca	3,0 2,5 2,0	<u>Puertas Interiores</u> No Estancas Estancas	40 15
<u>Ventanas metálicas</u> Sencilla, Cristal Simple Sencilla, Doble Cristal Doble o Sencilla muy Estanca	1,5 1,5 1,2	<u>Puertas Exteriores</u> Como las Ventanas	

TABLA 12

R Coeficiente característico del local

Tipo Hueco	R
<u>Carpintería Exterior madera</u> - Puertas Interior Estancas $A_E / A_I < 1,5$ $1,5 \leq A_E / A_I \leq 3$ - Puertas Interior No Estancas $A_E / A_I < 3$ $3 \leq A_E / A_I \leq 9$	0,9 0,7 0,9 0,7
<u>Carpintería Exterior metálica</u> - Puertas Interior Estancas $A_E / A_I < 2,5$ $2,5 \leq A_E / A_I \leq 6$ - Puertas Interior No Estancas $A_E / A_I < 6$ $6 \leq A_E / A_I \leq 9$	0,9 0,7 0,9 0,7

TABLA 13

H = Coeficiente característico del edificio

VIENTO	Tipo Edificio	Situación		
		I	II	III
Normal	A	0,80	1,37	2,01
	B	1,14	1,94	2,81
Intenso	A	1,37	2,01	2,75
	B	1,94	2,81	3,78

TABLA 14

Local	Nº Renovaciones / h
Salón	1,5
Dormitorios	1,5
Aseo	2
Baño	2
Cocina	2
Vestíbulo	1
Distribuidor	1

TABLA 15

Valor límite máximo de KG en kcal / h m² °C (W/m² °C)

Tipo de energía para calefacción	Factor de forma f (m-1)	Zona climática según Mapa 1 (art. 13.º)				
		A	B	C	D	E
Caso I Combustibles sólidos, Líquidos o gaseosos	≤ 0,25	2,10 (2,45)	1,61 (1,89)	1,40 (1,61)	1,26 (1,47)	1,19 (1,40)
	≥ 1,00	1,20 (1,40)	0,92 (1,08)	0,80 (0,92)	0,72 (0,84)	0,68 (0,80)
Caso II Edificios sin calefacción energía eléctrica directa por efecto Joule	≤ 0,25	2,10 (2,45)	1,40 (1,61)	1,05 (1,19)	0,91 (1,05)	0,77 (0,91)
	≥ 1,00	1,20 (1,40)	0,80 (0,92)	0,60 (0,68)	0,52 (0,60)	0,45 (0,52)

Cálculos

TABLA 16

Coeficiente a en kcal / h m³ °C (W/m³ °C)

Tipo de energía para calefacción	Zona climática según Mapa 1 (art. 13.º)				
	A	B	C	D	E
Caso I Combustibles sólidos, Líquidos o gaseosos	0,30 (0,35)	0,23 (0,27)	0,20 (0,23)	0,18 (0,21)	0,17 (0,20)
Caso II Edificios sin calefacción energía eléctrica directa por efecto Joule	0,30 (0,35)	0,20 (0,23)	0,15 (0,17)	0,13 (0,15)	0,11 (0,13)

TABLA 17

Calculo de la altura libre H sobre cubierta.

Ángulo α de Inclinación del tejado	Distancia "a" en m de la chimenea a la parte superior de la cubierta					
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	más de 2,00
5° a 10°	1,10	1,20	1,30	1,35	1,45	1,55
11° a 20°	1,10	1,30	1,45	1,65	1,85	2,00
21° a 30°	1,10	1,40	1,70	2,00	2,25	2,55
31° a 40°	1,10	1,50	1,95	2,35	2,75	•
41° a 50°	1,10	1,70	2,30	2,90	•	•
51° a 60°	1,10	1,95	2,85	•	•	•
	Altura H en m					

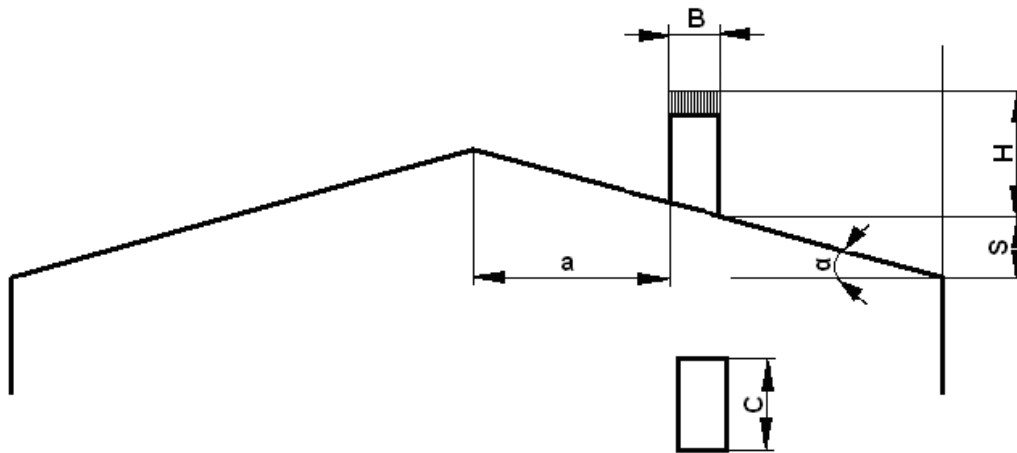
• Altura excesiva, es aconsejable volver a estudiar la situación de la chimenea respecto a la parte superior del tejado.

TABLA 18

Calculo del diámetro del conducto de evacuación.

Tipo de combustible	Potencia calorífica en kcal/h			
Sólido	hasta 8.000	de 8.000 hasta 13.000	de 13.000 hasta 20.000	de 20.000 hasta 26.000
Gas	hasta 12.000	de 12.000 hasta 18.000	de 18.000 hasta 30.000	de 30.000 hasta 40.000
Diámetro D en mm.	90	110	130	150

Figura 1



ANEXO 2

TABLA 1

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

TABLA 2

Consumos de ACS

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel****	70	por cama
Hotel***	55	por cama
Hotel/Hostal**	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión*	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábrica y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

TABLA 3 Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (I/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	70	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
>20.000	52	70	70	70	70

Temperatura media del agua de la red, en °C (Fuente: CENSOLAR)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ÁLAVA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
2 ALBACETE	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
3 ALICANTE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
4 ALMERÍA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
5 ASTURIAS	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
6 ÁVILA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
7 BADAJOZ	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
8 BALEARES	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
9 BARCELONA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
10 BURGOS	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
11 CÁCERES	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
12 CÁDIZ	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
13 CANTABRIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
14 CASTELLÓN	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
15 CEUTA	8	9	10	12	13	13	14	13	13	12	11	8	11,3
16 CIUDAD REAL	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
17 CÓRDOBA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
18 LA CORUÑA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
19 CUENCA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
20 GERONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
21 GRANADA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
22 GUADALAJARA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
23 GUIPÚZCOA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
24 HUELVA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
25 HUESCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
26 JAÉN	8	9	11	13	14	15	17	16	14	13	11	7	12,3
27 LEÓN	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
28 LÉRIDA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
29 LUGO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
30 MADRID	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
31 MÁLAGA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
32 MELILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
33 MURCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
34 NAVARRA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
35 ORENSE	5	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,2
36 PALENCIA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
37 LAS PALMAS	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
38 PONTEVEDRA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
39 LA RIOJA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
40 SALAMANCA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
41 STA. C. DE TENERIFE	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
42 SEGOVIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
43 SEVILLA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
44 SORIA	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
45 TARRAGONA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
46 TERUEL	4	5	7	9	10	11	12	11	10	9	7	4	8,3
47 TOLEDO	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
48 VALENCIA	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8	12,3
49 VALLADOLID	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
50 VIZCAYA	6	7	9	11	12	13	14	13	12	11	9	6	10,3
51 ZAMORA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3
52 ZARAGOZA	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5	9,3

Cálculos

Temperatura ambiente media diaria durante las horas de sol, en °C
 (Fuente: CENSOLAR)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1 ÁLAVA	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
2 ALBACETE	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
3 ALICANTE	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
4 ALMERÍA	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
5 ASTURIAS	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
6 ÁVILA	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
7 BADAJOZ	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
8 BALEARES	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
9 BARCELONA	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
10 BURGOS	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
11 CÁCERES	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
12 CÁDIZ	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
13 CANTABRIA	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
14 CASTELLÓN	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
15 CEUTA	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
16 CIUDAD REAL	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
17 CÓRDOBA	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
18 LA CORUÑA	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
19 CUENCA	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
20 GERONA	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
21 GRANADA	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
22 GUADALAJARA	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
23 GUIPÚZCOA	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
24 HUELVA	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
25 HUESCA	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
26 JAÉN	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
27 LEÓN	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
28 LÉRIDA	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
29 LUGO	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
30 MADRID	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6
31 MÁLAGA	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20,7
32 MELILLA	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20,6
33 MURCIA	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3
34 NAVARRA	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14,3
35 ORENSE	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15,8
36 PALENCIA	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13,8
37 LAS PALMAS	20	20	21	22	23	24	25	20	26	25	23	21	22,5
38 PONTEVEDRA	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16,6
39 LA RIOJA	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15,3
40 SALAMANCA	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
41 STA. C. DE TENERIFE	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22,8
42 SEGOVIA	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13,5
43 SEVILLA	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19,3
44 SORIA	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12,6
45 TARRAGONA	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17,9
46 TERUEL	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13,6
47 TOLEDO	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16,9
48 VALENCIA	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18,8
49 VALLADOLID	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13,3
50 VIZCAYA	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15,4
51 ZAMORA	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14,3
52 ZARAGOZA	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16,8

Radiación promedio diaria sobre superficie horizontal, en MJ
 (Fuente: CENSOLAR)

		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
1	ÁLAVA	4,6	6,9	11,2	13	14,8	16,6	18,1	17,3	14,3	9,5	5,5	4,1	11,3
2	ALBACETE	6,7	10,5	15	19,2	21,2	25,1	26,7	23,2	18,8	12,4	8,4	6,4	16,1
3	ALICANTE	8,5	12	16,3	18,9	23,1	24,8	25,8	22,5	18,3	13,6	9,8	7,6	16,8
4	ALMERÍA	8,9	12,2	16,4	19,6	23,1	24,6	25,3	22,5	18,5	13,9	10	8	16,9
5	ASTURIAS	5,3	7,7	10,6	12,2	15	15,2	16,8	14,8	12,4	9,8	5,9	4,6	10,9
6	ÁVILA	6	9,1	13,5	17,7	19,4	22,3	26,3	25,3	18,8	11,2	6,9	5,2	15,1
7	BADAJOS	6,5	10	13,6	18,7	21,8	24,6	25,9	23,8	17,9	12,3	8,2	6,2	15,8
8	BALEARES	7,2	10,7	14,4	16,2	21	22,7	24,2	20,6	16,4	12,1	8,5	6,5	15
9	BARCELONA	6,5	9,5	12,9	16,1	18,6	20,3	21,6	18,1	14,6	10,8	7,2	5,8	13,5
10	BURGOS	5,1	7,9	12,4	16	18,7	21,5	23	20,7	16,7	10,1	6,5	4,5	13,6
11	CÁCERES	6,8	10	14,7	19,6	22,1	25,1	28,1	25,4	19,7	12,7	8,9	6,6	16,6
12	CÁDIZ	8,1	11,5	15,7	18,5	22,2	23,8	25,9	23	18,1	14,2	10	7,4	16,5
13	CANTABRIA	5	7,4	11	13	16,1	17	18,4	15,5	13	9,5	5,8	4,5	11,3
14	CASTELLÓN	8	12,2	15,5	17,4	20,6	21,4	23,9	19,5	16,6	13,1	8,6	7,3	15,3
15	CEUTA	8,9	13,1	18,6	21	24,3	26,7	26,8	24,3	19,1	14,2	11	8,6	18,1
16	CIUDAD REAL	7	10,1	15	18,7	21,4	23,7	25,3	23,2	18,8	12,5	8,7	6,5	15,9
17	CÓRDOBA	7,2	10,1	15,1	18,5	21,8	25,9	28,5	25,1	19,9	12,6	8,6	6,9	16,7
18	LA CORUÑA	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1	11,5
19	CUENCA	5,9	8,8	12,9	17,4	18,7	22	25,6	22,3	17,5	11,2	7,2	5,5	14,6
20	GERONA	7,1	10,5	14,2	15,9	18,7	19	22,3	18,5	14,9	11,7	7,8	6,6	13,9
21	GRANADA	7,8	10,8	15,2	18,5	21,9	24,8	26,7	23,6	18,8	12,9	9,6	7,1	16,5
22	GUADALAJARA	6,5	9,2	14	17,9	19,4	22,7	25	23,2	17,8	11,7	7,8	5,6	15,1
23	GUIPÚZCOA	5,5	7,7	11,3	11,7	14,6	16,2	16,1	13,6	12,7	10,3	6,2	5	10,9
24	HUELVA	7,6	11,3	16	19,5	24,1	25,6	28,7	25,6	21,2	14,5	9,2	7,5	17,6
25	HUESCA	6,1	9,6	14,3	18,7	20,3	22,1	23,1	20,9	16,9	11,3	7,2	5,1	14,6
26	JAÉN	6,7	10,1	14,4	18	20,3	24,4	26,7	24,1	19,2	11,9	8,1	6,5	15,9
27	LEÓN	5,8	8,7	13,8	17,2	19,5	22,1	24,2	20,9	17,2	10,4	7	4,8	14,3
28	LÉRIDA	6	9,9	18	18,8	20,9	22,6	23,8	21,3	16,8	12,1	7,2	4,8	15,2
29	LUGO	5,1	7,6	11,7	15,2	17,1	19,5	20,2	18,4	15	9,9	6,2	4,5	12,5
30	MADRID	6,7	10,6	13,6	18,8	20,9	23,5	26	23,1	16,9	11,4	7,5	5,9	15,4
31	MÁLAGA	8,3	12	15,5	18,5	23,2	24,5	26,5	23,2	19	13,6	9,3	8	16,8
32	MELILLA	9,4	12,6	17,2	20,3	23	24,8	24,8	22,6	18,3	14,2	10,9	8,7	17,2
33	MURCIA	10,1	14,8	16,6	20,4	24,2	25,6	27,7	23,5	18,6	13,9	9,8	8,1	17,8
34	NAVARRA	5	7,4	12,3	14,5	17,1	18,9	20,5	18,2	16,2	10,2	6	4,5	12,6
35	ORENSE	4,7	7,3	11,3	14	16,2	17,6	18,3	16,6	14,3	9,4	5,6	4,3	11,6
36	PALENCIA	5,3	9	13,2	17,5	19,7	21,8	24,1	21,6	17,1	10,9	6,6	4,6	14,3
37	LAS PALMAS	11,2	14,2	17,8	19,6	21,7	22,5	24,3	21,9	19,8	15,1	12,3	10,7	17,6
38	PONTEVEDRA	5,5	8,2	13	15,7	17,5	20,4	22	18,9	15,1	11,3	6,8	5,5	13,3
39	LA RIOJA	5,6	8,8	13,7	16,6	19,2	21,4	23,3	20,8	16,2	10,7	6,8	4,8	14
40	SALAMANCA	6,1	9,5	13,5	17,1	19,7	22,8	24,6	22,6	17,5	11,3	7,4	5,2	14,8
41	STA. C. DE TENERIFE	10,7	13,3	18,1	21,5	25,7	26,5	29,3	26,6	21,2	16,2	10,8	9,3	19,1
42	SEGOVIA	5,7	8,8	13,4	18,4	20,4	22,6	25,7	24,9	18,8	11,4	6,8	5,1	15,2
43	SEVILLA	7,3	10,9	14,4	19,2	22,4	24,3	24,9	23	17,9	12,3	8,8	6,9	16
44	SORIA	5,9	8,7	12,8	17,1	19,7	21,8	24,1	22,3	17,5	11,1	7,6	5,6	14,5
45	TARRAGONA	7,3	10,7	14,9	17,6	20,2	22,5	23,8	20,5	16,4	12,3	8,8	6,3	15,1
46	TERUEL	6,1	8,8	12,9	16,7	18,4	20,6	21,8	20,7	16,9	11	7,1	5,3	13,9
47	TOLEDO	6,2	9,5	14	19,3	21	24,4	27,2	24,5	18,1	11,9	7,6	5,6	15,8
48	VALENCIA	7,6	10,6	14,9	18,1	20,6	22,8	23,8	20,7	16,7	12	8,7	6,6	15,3
49	VALLADOLID	5,5	8,8	13,9	17,2	19,9	22,6	25,1	23	18,3	11,2	6,9	4,2	14,7
50	VIZCAYA	5	7,1	10,8	12,7	15,5	16,7	17,9	15,7	13,1	9,3	6	4,6	11,2
51	ZAMORA	5,4	8,9	13,2	17,3	22,2	21,6	23,5	22	17,2	11,1	6,7	4,6	14,5
52	ZARAGOZA	6,3	9,8	15,2	18,3	21,8	24,2	25,1	23,4	18,3	12,1	7,4	5,7	15,6

Cálculos

Datos geográficos de capitales españolas (Fuente: CENSOLAR)

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (de la capit
1 ÁLAVA	542	42,9	2,7 W
2 ALBACETE	686	39,0	1,8 W
3 ALICANTE	7	38,4	0,5 W
4 ALMERÍA	65	36,9	2,4 W
5 ASTURIAS	232	43,4	5,8 W
6 ÁVILA	1126	40,7	4,9 W
7 BADAJOZ	186	38,9	7,0 W
8 BALEARES	28	39,6	2,6 E
9 BARCELONA	95	41,4	2,2 E
10 BURGOS	929	42,3	3,7 W
11 CÁCERES	459	39,5	6,4 W
12 CÁDIZ	28	36,5	6,3 W
13 CANTABRIA	69	43,5	3,8 W
14 CASTELLÓN	27	40,0	0
15 CEUTA	206	35,9	5,3 W
16 CIUDAD REAL	628	39,0	3,9 W
17 CÓRDOBA	128	37,9	4,8 W
18 LA CORUÑA	54	43,4	8,4 W
19 CUENCA	949	40,1	2,1 W
20 GERONA	95	42,0	2,7 E
21 GRANADA	775	37,2	3,7 W
22 GUADALAJARA	685	40,6	3,2 W
23 GUIPÚZCOA	181	43,3	2,0 W
24 HUELVA	4	37,3	6,9 W
25 HUESCA	488	42,1	0,4 W
26 JAÉN	586	37,8	3,8 W
27 LEÓN	908	42,6	5,6 W
28 LÉRIDA	323	41,7	1,2 E
29 LUGO	465	43,0	7,6 W
30 MADRID	667	40,4	3,7 W
31 MÁLAGA	40	36,7	4,4 W
32 MELILLA	47	35,3	3,0 W
33 MURCIA	42	38,0	1,1 W
34 NAVARRA	449	42,8	1,6 W
35 ORENSE	139	42,3	7,8 W
36 PALENCIA	734	42,0	4,5 W
37 LAS PALMAS	6	28,2	15,4 W
38 PONTEVEDRA	19	42,4	8,6 W
39 LA RIOJA	380	42,5	2,4 W
40 SALAMANCA	803	41,0	5,6 W
41 STA. CRUZ DE TENERIFE	37	28,5	16,2 W
42 SEGOVIA	1002	41,0	4,1 W
43 SEVILLA	30	37,4	6,0 W
44 SORIA	1063	41,8	2,5 W
45 TARRAGONA	60	41,1	1,2 E
46 TERUEL	915	40,4	1,1 W
47 TOLEDO	540	39,9	4,0 W
48 VALENCIA	10	39,5	0,4 W
49 VALLADOLID	694	41,7	4,7 W
50 VIZCAYA	32	43,3	3,0 W
51 ZAMORA	649	41,5	5,7 W
52 ZARAGOZA	200	41,7	0,9 W

Cálculos

MAPA 1



	Llucmajor	III	MALAGA	Antequera	IV	Ecija	V	
	Mahon	III		Benalmadena	V	Lebrija	V	
	Manacor	III		Estepona	V	Mairena del Aljarafe	V	
	Palma de Mallorca	III		Fuengirola	V	Moron de la Frontera	V	
	Santa Eulalia del Rio	III		Malaga	V	Los Palacios y Villafraanca	V	
JAEN	Alcala la Real	IV		Marbella	V	La Rinconada	V	
	Andujar	V		Mijas	V	San Juan de Aznalfarache	V	
	Jaen	V		Rincon de la Victoria	V	Sevilla	V	
	Linares	V		Ronda	III	Utrera	V	
	Martos	V		Torremolinos	V			
	Ubeda	V		Velez-Malaga	V			
LA RIOJA	Logroño	II	MELILLA	Melilla	V	SORIA	Soria	III
LAS PALMAS	Arrecife	V	MURCIA	Aguilas	V	TARRAGONA	Reus	III
	Arucas	V		Alcantarilla	V		Tarragona	III
	Galdar	V		Caravaca de la Cruz	V		Tortosa	IV
	Ingenio	V		Cartagena	V		Valls	III
	Las Palmas de Gran Canaria	V		Cieza	V		El Vendrell	II
	San Bartolome de Tirajana	V		Junilla	V	TERUEL	Teruel	II
	Santa Lucia	V		Lorca	V	TOLEDO	Talavera de la Reina	V
	Telde	V		Molina de Segura	V		Toledo	IV
LEON	Leon	III		Murcia	V	VALENCIA	Alaquas	V
	Ponferrada	II		Torre-Pacheco	V		Aldata	V
	San Andres del Rabanedo	II		Totana	V		Agemesi	V
LUGO	Lugo	II		Vecla	V		Alzira	V
LLEIDA	Lleida	III	NAVARRA	Barañain	I		Burjassot	V
MADRID	Alcala de Henares	IV		Pamplona	I		Carcaixent	V
	Alcobendas	V		Tudela	II		Catarroja	V
	Alcorcon	V	OURENSE	Ourense	I		Cullera	V
	Aranjuez	V	PALENCIA	Palencia	II		Gandia	V
	Arganda del Rey	V	PONTEVEDRA	Cangas	I		Manises	V
	Colmenar Viejo	V		A Estrada	I		Mislata	V
	Collado Villalba	V		Lalin	I		Oliva	V
	Coslada	V		Marin	I		Ontinyent	V
	Fuenlabrada	V		Pontevedra	I		Paterna	V
	Getafe	V		Redondela	I		Quart de poblet	V
	Leganes	V		Vigo	I		Sagunto	V
	Madrid	V		Vilagarcia de Arousa	I		Sueca	V
	Majadahonda	III	SALAMANCA	Salamanca	III		Torrent	V
	Mostoles	V	SANTA CRUZ DE TENERIFE	Arona	V		Valencia	V
	Parla	V		Icod de los Vinos	V		Xativa	V
	Pinto	V		La Orotava	V	VALLADOLID	Medina del Campo	III
	Pozuelo de Alarcon	V		Puerto de la Cruz	V		Valladolid	II
	Rivas-Vaciamadrid	IV		Los Realejos	V	VIZCAYA	Barakaldo	I
	Las Rozas de Madrid	III		San Cristobal de Tenerife	V		Bassuri	I
	San Fernando de Henares	IV		Santa Cruz de Tenerife	V		Bilbao	I
	San Sebastian de los Reyes	IV		Tacoronte	V		Durango	I
	Torrejon de Ardoz	V	SEGOVIA	Segovia	III		Erandio	I
	Tres Cantos	III	SEVILLA	Alcala de Guadaira	V		Galdakao	I
	Valdemoro	IV		Camas	V		Getxo	I
				Carmona	V		leioa	I
				Coria del Rio	V		Portugalete	I
				Dos Hermanas	V		Santurtzi	I
							Sestao	I
						ZAMORA	Zamora	III
						ZARAGOZA	Zaragoza	IV

Cálculos

ANEXO 3

TABLA 1

Tipo de Aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría, l/s	Caudal instantáneo mínimo de ACS, l/s
Lavamanos	0.50	0.03
Lavabo	0.10	0.065
Ducha	0.20	0.10
Bañera de 1.40m o más	0.30	0.20
Bañera de menos de 1.40m	0.20	0.15
Bidé	0.10	0.065
Fregadero doméstico	0.20	0.10
Fregadero no doméstico	0.30	0.20
Lavavajillas doméstico	0.15	0.10
Lavavajillas industrial	0.25	0.20
Lavadero	0.20	0.10
Lavadora doméstica	0.20	0.15
Lavadora industrial (8kg)	0.60	0.40
Grifo aislado	0.15	0.10
Inodoro con cisterna	0.10	-
Inodoro con fluxor	1.25	-
Urinarios con grifo temporizado	0.15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0.04	-
Grifo garaje	0.20	-
Vertedero	0.20	-

TABLA 2

Tipo de aparato	Diámetro nominal mínimo del ramal	
	Tubos acero. (")	Tubos cobre, Plástico (mm)
Lavamanos	½	12
Lavabo, bidé	½	12
Ducha	½	12
Bañera de menos de 1.40m	¾	20
Bañera de más de 1.40m	¾	20
Inodoro con cisterna	½	12
Inodoro con fluxor	1 - 1 ½	25-40
Urinarios con grifo temporizado	½	12
Urinarios con cisterna (c/u)	½	12
Fregadero doméstico	½	12
Fregadero industrial	¾	20
Lavavajillas doméstico	½	12
Lavavajillas industrial	¾	20
Lavadora doméstica	¾	20
Lavadora industrial	1	25
Vertedero	¾	20

Cálculos

TABLA 3

Tramo considerado	Diámetro mínimo de alimentación, mm	
	Acero (")	Cobre, Plstico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	$\frac{3}{4}$	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial.	$\frac{3}{4}$	20
Columna (montante o descendente)	$\frac{3}{4}$	20
Distribuidor principal	1	25
Alimentación de equipos de climatización		
<50 kW	$\frac{1}{2}$	12
50-250kW	$\frac{3}{4}$	20
250-500kW	1	25
>500kW	$1\frac{1}{4}$	32



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

CÁLCULOS

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril de 2011



	Pág.
1.- CALEFACCIÓN. -----	5
1.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS. -----	5
1.1.1.- Paredes. -----	6
1.1.1.1.- Fachada. -----	6
1.1.1.2.- Pared Interior. -----	6
1.1.1.3.- Pared Interior Cerámica. -----	7
1.1.1.4.- Pared Exterior Cerámica. -----	7
1.1.2.- Soleras. -----	8
1.1.2.1.- Solera Madera. -----	8
1.1.2.2.- Solera Cerámica. -----	8
1.1.3.- Forjados. -----	9
1.1.3.1.- Forjado Madera. -----	9
1.1.3.2.- Forjado Cerámico. -----	9
1.1.4.- Cubierta. -----	10
1.1.4.1.- Cubierta. -----	10
1.1.5.- Carpintería. -----	10
1.1.5.1.- Carpintería Interior. -----	10
1.1.5.1.1.- Puerta TIPO 3. -----	10
1.1.5.1.2.- Puerta TIPO 4. -----	10
1.1.5.2.- Carpintería Exterior. -----	11
1.1.5.2.1.- Puerta TIPO 2. -----	11
1.1.5.2.2.- Puerta TIPO 1. -----	11
1.1.5.2.3.- Puerta TIPO 5. -----	11
1.1.5.2.4.- Ventana TIPO 1. -----	11
1.1.5.2.5.- Ventana TIPO 2. -----	11
1.1.5.2.6.- Ventana TIPO 3. -----	12
1.2.- CONDICIONES DE DISEÑO. -----	13
1.2.1.- Condiciones Exteriores. -----	13
1.2.2.- Condiciones Interiores. -----	13
1.3.- CARGAS TÉRMICA. -----	14
1.3.1.- Pérdidas por Transmisión. -----	14
1.3.1.1.- Salón. -----	15
1.3.1.2.- Dormitorio 1. -----	15
1.3.1.3.- Dormitorio 2. -----	15
1.3.1.4.- Dormitorio 3. -----	16
1.3.1.5.- Distribuidor. -----	16
1.3.1.6.- Baño. -----	16
1.3.1.7.- Aseo. -----	17
1.3.1.8.- Cocina. -----	17
1.3.1.9.- Vestíbulo. -----	17

1.3.2.- Suplemento por Orientación.	18
1.3.2.1.- Salón.	18
1.3.2.2.- Dormitorio1.	18
1.3.2.3.- Dormitorio 2.	18
1.3.2.4.- Dormitorio 3.	19
1.3.2.5.- Distribuidor.	19
1.3.2.6.- Baño.	19
1.3.2.7.- Aseo.	20
1.3.2.8.- Cocina.	20
1.3.2.9.- Vestíbulo.	20
1.3.3.- Ganancias por Iluminación.	21
1.3.3.1.- Salón.	21
1.3.3.2.- Dormitorio 1.	21
1.3.3.3.- Dormitorio 2.	21
1.3.3.4.- Dormitorio 3.	22
1.3.3.5.- Distribuidor.	22
1.3.3.6.- Baño.	22
1.3.3.7.- Aseo.	23
1.3.3.8.- Cocina.	23
1.3.3.9.- Vestíbulos.	23
1.3.4.- Interrupción Horaria.	24
1.3.5.- Pérdidas por entrada de aire exterior.	24
1.3.5.1.- Pérdidas por Infiltración.	25
1.3.5.1.1.- Salón.	25
1.3.5.1.2.- Dormitorio 1.	26
1.3.5.1.3.- Dormitorio 2.	26
1.3.5.1.4.- Dormitorio 3.	26
1.3.5.1.5.- Distribuidor.	27
1.3.5.1.6.- Baño.	27
1.3.5.1.7.- Aseo.	27
1.3.5.1.8.- Cocina.	27
1.3.5.1.9.- Vestíbulo.	28
1.3.5.2.- Pérdidas por Ventilación.	28
1.3.5.2.1.- Salón.	29
1.3.5.2.2.- Dormitorio 1.	29
1.3.5.2.3.- Dormitorio 2.	29
1.3.5.2.4.- Dormitorio 3.	30
1.3.5.2.5.- Distribuidor.	30
1.3.5.2.6.- Baño.	30
1.3.5.2.7.- Aseo.	31
1.3.5.2.8.- Cocina.	31
1.3.5.2.9.- Vestíbulo.	31
1.3.6.- Resumen Cargas térmicas del Local.	32

1.4.-	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN KG.	-----	33
1.4.1.-	Ficha Justificativa del cálculo del KG del edificio.	-----	34
1.5.-	DIMENSIONAMIENTO DE LOS RADIADORES.	-----	35
1.5.1.-	Salto Térmico.	-----	35
1.5.2.-	Número de Elementos.	-----	36
1.6.-	ELECCIÓN DE LA CALDERA.	-----	37
1.6.1.-	Demanda de Calefacción.	-----	37
1.6.2.-	Demanda de ACS.	-----	38
1.7.-	SELECCIÓN DEL QUEMADOR.	-----	39
1.8.-	CHIMENEA.	-----	39
1.9.-	TUBERÍAS.	-----	40
1.9.1.-	Caudal.	-----	40
1.9.2.-	Pérdidas Lineales.	-----	41
1.9.3.-	Pérdidas Secundarias.	-----	43
1.10.-	BOMBA DE CALEFACCIÓN.	-----	57
1.11.-	VASO DE EXPANSIÓN.	-----	57
1.12.-	CIRCUITO AUXILIAR INTERACUMULADOR - CALDERA.	-	59
1.13.-	AISLANTE.	-----	60
1.13.-	RESUMEN DE LAS CARGAS.	-----	60
2.-	INSTALACIÓN SOLAR.	-----	61
2.1.-	CONDICIONES EXTERIORES.	-----	61
2.1.2.-	Consumo de Agua Caliente Sanitaria.	-----	62
2.1.3.-	Demanda de Agua Caliente Sanitaria.	-----	62
2.1.4.-	Cálculo de la Radiación Solar.	-----	63
2.1.4.1.-	Horas útiles de sol.	-----	64
2.1.4.2.-	Intensidad radiante.	-----	65
2.1.4.3.-	Rendimiento Del Captador.	-----	65
2.2.-	CALOR ÚTIL DEL COLECTOR.	-----	66
2.3.-	SUPERFICIE TOTAL CAPTADORES NECESARIA.	-----	67
2.3.1.-	Número de Captadores. (Nº)	-----	68

2.4.-	PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN e INCLINACIÓN, SOMBRAS.	68
2.4.1.-	Pérdidas por Orientación e Inclinación.	69
2.4.2.-	Pérdidas por Sombras.	69
2.5.-	INTERCAMBIADOR.	69
2.6.-	ACUMULADOR.	70
2.7.-	TUBERÍAS.	71
2.7.1.-	Caudal.	71
2.8.-	PÉRDIDAS.	71
2.8.1.-	Secundarias.	72
2.9.-	BOMBA CIRCUITO PRIMARIO.	72
2.10.-	BOMBA CIRCUITO SECUNDARIO.	73
2.11.-	VASO DE EXPANSIÓN.	73
2.12.-	AISLANTE.	74
3.-	INSTALACIÓN ACS Y AGUA FRÍA.	75
3.1.-	RED PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DEL ACS.	75
3.2.-	RED DE DISTRIBUCIÓN A CUARTOS HUMEDOS.	76
3.2.1.-	Cocina.	76
3.2.2.-	Baño.	77
3.2.3.-	Aseo.	78
3.3.-	RED DE DISTRIBUCIÓN A LOS APARATOS.	78
3.4.-	RED DE RETORNO DE ACS.	78

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.

1.- CALEFACCIÓN.

El objetivo de este apartado es definir los procedimientos y formulas utilizadas para el cálculo del dimensionado de la instalación de calefacción de una vivienda unifamiliar. La vivienda cuenta con su propia instalación individual de calefacción; esta instalación será de agua como fluido calefactor o transmisor del calor. La red de distribución es bitubular horizontal y su retorno es simple. Los elementos emisores serán de aluminio.

1.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS.

En este apartado se van a definir las diferentes capas de aislamiento de que se componen cada uno de los cerramientos de cada local del edificio, además se calcularan los correspondientes coeficientes de transmisión de calor K de cada uno de ellos.

Según lo establecido en la Norma Básica de Edificación (NBE-CT79) anexo 2 establece las formulas para el coeficiente de transmisión del calor K de un cerramiento compuesto por diferentes materiales es:

$$\frac{1}{K} = \sum \frac{e}{\lambda} + \left(\frac{1}{h_{\text{int}}} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} \right)$$

K → Coeficiente de transmisión térmica.

e → Espesor del cerramiento.

λ → Coeficiente de conductividad térmica.

(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) → Resistencias térmicas superficiales.

Siendo e / λ la resistencia térmica de cada cerramiento.

Si además el cerramiento compuesto contiene una cámara de aire la formula empleada para el cálculo de la correspondiente conductividad térmica será:

$$\frac{1}{K} = \sum \frac{e}{\lambda} + Rc + \left(\frac{1}{h_{\text{int}}} + \frac{1}{h_{\text{ext}}} \right)$$

K → Coeficiente de transmisión térmica.

e → Espesor del cerramiento.

λ → Coeficiente de conductividad térmica.

Rc → Resistencia térmica de la cámara de aire.

(1 / h_{int} + 1 / h_{ext}) → Resistencias térmicas superficiales.

Las conductividades térmicas de las diferentes composiciones de cada uno de los cerramientos según lo establecido en la NBE-CT79 (Anexo 1 Tabla 1).
 Pueden tomarse valores más estrictos cuando el material del aislante disponga de datos avalados por una marca o sello de calidad o se dispongan de ensayos certificados.
 Los datos de la Tabla 1 están dados a una temperatura de 0 °C.
 Las Resistencias térmicas superficiales están sacadas de la Tabla 2 Anexo 1.

1.1.1.- Paredes.

1.1.1.1.- Fachada.

FACHADA	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Ladrillo Perforado	115	0,65	0,177
Mortero de cemento	10	1,20	0,083
Poliestireno Extrusionado	30	0,028	1,071
Cámara de aire	50		0,210
Ladrillo Hueco	40	0,42	0,095
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
SUMA R			1,694

Nota: la cámara de aire sale Tabla 3 Anexo 1.

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,20 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 1,894$$

$$\text{K} = 1 / 1,894 = 0,528 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.1.2.- Pared Interior.

PARED INTERIOR	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
Ladrillo Hueco	70	0,42	0,167
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
SUMA R			0,283

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,26 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 0,543$$

$$\text{K} = 1 / 0,543 = 1,842 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.1.3.- Pared Interior Cerámica.

Es el cerramiento correspondiente a las paredes interiores de la cocina, aseo y baño

PARED INTERIOR CERAMICA	Esesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
Ladrillo Hueco	40	0,42	0,095
Mortero de cemento	10	1,20	0,083
Baldosa cerámica de gress	10	0,54	0,019
SUMA R			0,255

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,26 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\mathbf{RT \text{ (total)} = 0,515}$$

$$\mathbf{K = 1 / 0,515 = 1,942 \text{ kcal / h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

1.1.1.4.- Pared Exterior Cerámica.

Este cerramiento se refiere a las paredes del baño y cocina que dan al exterior del edificio.

PARED EXTERIOR CERAMICA	Esesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Ladrillo Perforado	115	0,65	0,177
Mortero de cemento	10	1,20	0,083
Poliestireno Extrusionado	30	0,028	1,071
Cámara de aire	50		0,210
Ladrillo Hueco	40	0,42	0,095
Mortero de cemento	10	1,20	0,083
Baldosa cerámica de gress	10	0,54	0,019
SUMA R			1,738

Nota: la cámara de aire sale Tabla 3 Anexo 1.

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,20 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\mathbf{RT \text{ (total)} = 1,938}$$

$$\mathbf{K = 1 / 1,872 = 0,516 \text{ kcal / h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}}$$

1.1.2.- Soleras.

1.1.2.1.- Solera Madera.

SOLERA MADERA	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Parquet de Madera de Roble	10	0,18	0,056
Mortero de cemento	30	1,20	0,025
Gravillín	40	0,70	0,057
Solera de hormigón	100	1,40	0,071
Poliestireno Extrusionado	30	0,028	1,071
Bloques huecos de hormigón	200	0,42	0,476
Lamina impermeabilizante	10	0,16	0,062
SUMA R			1,818

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext.}} = 0,17 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 1,988$$

$$\text{K} = 1 / 1,988 = 0,503 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.2.2.- Solera Cerámica.

SOLERA CERAMICA	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Baldosa cerámica de gress	10	0,54	0,019
Mortero de cemento	30	1,20	0,025
Gravillín	40	0,70	0,057
Solera de hormigón	100	1,40	0,071
Poliestireno Extrusionado	3	0,028	1,071
Bloques huecos de hormigón	200	0,42	0,476
Lamina impermeabilizante	10	0,16	0,062
SUMA R			1,781

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext.}} = 0,17 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 1,951$$

$$\text{K} = 1 / 1,951 = 0,513 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.3.- Forjados.

1.1.3.1.- Forjado Madera.

FORJADO MADERA	Espesor cerramiento E (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
Boved. Cerámica entrevigado 45	200		0,300
Gravillín	50	0,70	0,071
Mortero de cemento	30	1,20	0,025
Parquet de Madera de Roble	10	0,18	0,056
SUMA R			0,510

Nota: Bovedilla Cerámica distancia entrevigado 45cm (0,20 m) Tabla 4 Anexo 1.

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,40 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 0,910$$

$$K = 1 / 0,910 = 1,099 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.3.2.- Forjado Cerámico.

FORJADO CERAMICO	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ⁻² ·°C·kcal)
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
Boved. Cerámica entrevigado 45	20		0,300
Gravillín	50	0,70	0,071
Mortero de cemento	30	1,20	0,025
Baldosa cerámica de gress	10	0,54	0,019
SUMA R			0,473

Nota: Bovedilla Cerámica distancia entrevigado 45cm (0,20 m) Tabla 4 Anexo 1.

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext}} = 0,40 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 0,873$$

$$K = 1 / 0,873 = 1,145 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.4.- Cubierta.

1.1.4.1.- Cubierta.

CUBIERTA	Espesor cerramiento e (mm)	Conductividad térmica λ (kcal·h ⁻¹ ·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	Resistencia Térmica R (h·m ² ·°C·kcal)
Teja cerámica	20		0,160
Mortero de cemento	60	1,20	0,050
Tablero cerámico	40		0,090
Cámara de aire	50		0,190
Poliestireno Extrusionado	30	0,028	1,071
Boved. Cerámica entrevigado 45	200		0,300
Guarnecido y Enlucido de yeso	15	0,26	0,058
SUMA R			1,919

Resistencias Térmicas superficiales: $1 / h_{\text{int}} + 1 / h_{\text{ext.}} = 0,22 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C} / \text{kcal}$

$$\text{RT (total)} = 2,139$$

$$\text{K} = 1 / 2,139 = 0,467 \text{ kcal} / \text{h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.1.5.- Carpintería.

1.1.5.1.- Carpintería Interior.

1.1.5.1.1.- Puerta TIPO 3.

Son las puertas correspondientes al Salón y a la Cocina; estas puertas son de madera con un acristalamiento simple del 30 – 60 % cuyo valor del coeficiente de transmisión térmica es:

$$\text{K} = 3,9 \text{ (kcal} / \text{hm}^2\text{ }^\circ\text{C)}$$

Las medidas de estas puertas son: (80 cm x 200 cm x 3 cm)

1.1.5.1.2.- Puerta TIPO 4.

Son las puertas correspondientes al Aseo, Baño y Dormitorios; estas puertas son de madera opacas cuyo valor del coeficiente de transmisión térmica es:

$$\text{K} = 1,7 \text{ (kcal} / \text{hm}^2\text{ }^\circ\text{C)}$$

Las medidas de estas puertas son: (80 cm x 200 cm x 3 cm)

1.1.5.2.- Carpintería Exterior.

1.1.5.2.1.- Puerta TIPO 2.

Es la puerta correspondiente al acceso de la vivienda, está puerta es de madera opaca y el valor del coeficiente de transmisión térmica es:

$$K = 3 \text{ (kcal / hm}^2\text{°C)}$$

Sus medidas son: (90 cm x 200 cm x 4,5 cm)

1.1.5.2.2.- Puerta TIPO 1.

Es la puerta correspondiente al garaje, está puerta es metálica y opaca cuyo valor del coeficiente de transmisión térmica es:

$$K = 5 \text{ (kcal / hm}^2\text{°C)}$$

Sus medidas son: (250 cm x 250 cm x 3 cm)

1.1.5.2.3.- Puerta TIPO 5.

Está puerta corresponde a la entrada de la terraza, la puerta es metálica acristalamiento doble entre 30 – 60 % cuyo valor del coeficiente de transmisión térmica es:

$$K = 4,7 \text{ (kcal / hm}^2\text{°C)}$$

Sus medidas son: (80 cm x 200 cm x 3 cm)

1.1.5.2.4.- Ventana TIPO 1.

La ventana es la de la Cocina que es de cristal doble Climalit (4 + 6 + 4 mm) con carpintería metálica y con persiana Interior de color medio.

Coeficiente de transmisión térmica $K = 3,4 \text{ (kcal / hm}^2\text{°C)}$

La cámara de aire es de 6mm.

Medidas: (130 cm x 140 cm x 1,2 cm)

1.1.5.2.5.- Ventana TIPO 2.

La ventana es la del Salón que también es de cristal doble Climalit (4 + 6 + 4 mm) con carpintería metálica y con persiana Interior de color medio.

Coefficiente de transmisión térmica $K = 3,4$ (kcal / hm²°C)

La cámara de aire es de 6 mm.

Medidas: (150 cm x 140 cm x 1,2 cm)

1.1.5.2.6.- Ventana TIPO 3.

Corresponde al Baño de la primera planta que también es de cristal doble Climalit (4+6+4mm) con carpintería metálica y con persiana Interior de color medio.

Coefficiente de transmisión térmica $K = 3,4$ (kcal / hm²°C)

La cámara de aire es de 6 mm.

Medidas: (100 cm x 65 cm x 1,2 cm)

Nota:

Los coeficientes de conductividad de las ventanas y puertas salen de las tablas de la NBE-CT-79 anexo 2, según las referencia en el Anexo 1 Tabla 5 y Tabla 6).

1.2.- CONDICIONES DE DISEÑO.

1.2.1.- Condiciones Exteriores.

A los efectos de fijar las condiciones térmicas de los edificios y sus cerramientos, se establecen dos zonificaciones climáticas diferentes. La primera es la zonificación dada en el Mapa 1 (Ver Anexo 1 Mapa 1); que está basada en los datos de grados/día con base 15 - 15 dado en el Artículo 13 ° Grados/día 15 - 15, temperaturas exteriores y zonificaciones establecido en la NBE-CT-79.

Según este apartado nuestras condiciones son:

MAPA 1

ZONA	Grados / día anuales
D	1.300 a 1.800

La segunda zonificación dada en el Mapa 2 (Anexo 1 Mapa 2) que se encuentra en el mismo reglamento que la primera zonificación, está basada en los valores de las temperaturas mínimas medias del mes de enero.

Las condiciones según este mapa son:

MAPA 2

ZONA	TEMPERATURA EXTERIOR
Y	0 °C

Para completar las condiciones exteriores de diseño el Artículo 14 ° Temperaturas del terreno establecido en la NBE-CT-79 (Ver Anexo 1 Tabla 7). Según la zonificación y en el caso de soleras, muros o techos en contacto directo con el terreno, se estimarán la siguiente temperatura del terreno.

TEMPERATURA TERRENO	6 °C
---------------------	------

1.2.2.- Condiciones Interiores.

En este apartado se establecen las condiciones interiores de confort de las diferentes zonas del edificio tal como se indican en el ITE 02.2.2 del RITE.

Estos parámetros de diseño dependen principalmente de la estación del año y del uso que se le va a dar al edificio.

COCINA	20 °C
DORMITORIOS	20 °C
SALON	20 °C
ASEO	20 °C
BAÑO	20 °C
VESTIBULO	18 °C
DISTRIBUIDOR	18 °C
LOCAL NO CALEFACTADO	10 °C

1.3.- CARGA TÉRMICA.

En este apartado se va a proceder a clasificar y determinar las diferentes causas y métodos de cálculos que existen para obtener las pérdidas caloríficas del edificio y de este modo poder dimensionar tanto los elementos de calefacción necesarios para poder aclimatar los distintos locales del edificio como sus correspondientes instalaciones.

Las principales cargas térmicas serán provenientes de:

- 1.- Transmisión calorífica a través de los cerramientos.
- 2.- Suplementos de orientación.
- 3.- Ganancias por iluminación.
- 4.- Por infiltraciones y necesidades de ventilación.

1.3.1.- Pérdidas por Transmisión.

Para este apartado sólo tendremos en cuenta los cerramientos que sufran pérdidas de calor hacia el exterior del edificio por lo que no se tendrá en cuenta los cerramientos que separen espacios a la misma temperatura.

Estas pérdidas se dan en los cerramientos, ventanas y puertas sus principales formas de propagación son: por el contacto entre los diferentes materiales de los cerramientos ya que se encuentran a distintas temperaturas (conducción), por la fuerza de viento debido a la diferencia de densidades (convección) y por la influencia de los rayos del sol (radiación).

La formula empleada es:

$$Q_c = K \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

K → Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (kcal / hm²°C).
Obtenido según NBE CT-79.

A → Superficie del cerramiento (m²).

T_i → Temperatura interior de diseño del local (°C).

T_e → Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°C).

1.3.1.1.- Salón.

SALON	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (kcal/h)
Fachada	41,40	20	0	20	0,537	444,636
Pared Int.	13,55	20	10	10	1,842	249,591
Ventana	4,200	20	0	20	3,400	285,600
Solera madera	31,70	20	6	14	0,503	223,231
Q TOTAL					kcal/h	1.203,058

1.3.1.2.- Dormitorio 1.

DORMITORIO 1	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (Kcal/h)
Fachada	26,36	20	0	20	0,537	283,106
Pared Int.	2,700	20	10	10	1,842	49,7340
Ventana	2,100	20	0	20	3,400	142,800
Puerta	1,600	20	0	20	4,700	150,400
Forjado madera	14,54	20	0	20	1,099	319,589
Cubierta	17,83	20	0	20	0,467	166,532
Q TOTAL					kcal/h	945,630

1.3.1.3.- Dormitorio 2.

DORMITORIO 2	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (Kcal/h)
Fachada	20,43	20	0	20	0,537	219,364
Ventana	2,100	20	0	20	3,400	142,800
Cubierta	20,11	20	0	20	0,467	187,803
Q TOTAL					kcal/h	549,967

1.3.1.4.- Dormitorio 3.

DORMITORIO 3	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (kcal/h)
Fachada	18,15	20	0	20	0,537	194,931
Pared Int.	6,20	20	10	10	1,842	114,204
Ventana	2,10	20	0	20	3,400	142,800
Cubierta	16,05	20	0	20	0,467	149,914
Q TOTAL					kcal/h	601,849

1.3.1.5.- Distribuidor.

DISTRIBUIDOR	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (kcal/h)
Fachada	8,975	18	0	18	0,537	86,7523
Forjado madera	8,360	18	10	8	1,099	73,5011
Cubierta	12,008	18	0	18	0,467	100,941
Q TOTAL					kcal/h	261,194

1.3.1.6.- Baño.

BAÑO	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (kcal/h)
Pared ext cerámica	13,30	20	0	20	0,534	142,044
Ventana	0,650	20	0	20	3,400	44,2000
Forjado cerámico	9,050	20	10	10	1,145	103,622
Cubierta	8,606	20	0	20	0,467	80,3843
Q TOTAL					kcal/h	370,250

1.3.1.7.- Aseo.

ASEO	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (kcal/h)
Pared int. cerámica	9,7750	20	10	10	0,294	28,7385
Solera cerámica	3,6300	20	6	14	1,781	90,5100
Forjado madera	3,6300	20	10	10	1,099	39,8937
Q TOTAL					kcal/h	159,1422

1.3.1.8.- Cocina.

COCINA	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (Kcal/h)
Pared ext cerámica	16,40	20	0	20	1,672	548,416
Pared int. cerámica	2,700	20	10	10	0,294	7,93800
Ventana	1,820	20	0	20	3,400	123,760
Solera cerámica	10,12	20	6	14	1,781	252,332
Q TOTAL					kcal/h	932,446

1.3.1.9.- Vestíbulo.

VESTIBULO	Superficie (m ²)	T int. (°C)	T ext. (°C)	ΔT (°C)	K (kcal/hm ² °C)	Q (Kcal/h)
Fachada	5,000	18	0	18	0,537	48,3300
Pared Int.	10,30	18	10	8	1,842	151,781
Puerta	1,800	18	0	18	3,000	97,2000
Solera madera	8,240	18	6	12	0,503	49,7366
Q TOTAL					kcal/h	347,048

1.3.2.- Suplemento por Orientación.

A las pérdidas de calor producidas por la transmisión se le aplica un suplemento debido a las diferentes orientaciones de los cerramientos para hacer unos cálculos más reales ya que las incidencias climatológicas son distintas según la orientación en que se encuentre un cerramiento u otro.

Este suplemento se establece de acuerdo a lo establecido en el reglamento ITE del RITE, ubicado (Ver Anexo 1 Tabla 8).

1.3.2.1.- Salón.

SALON	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	444,636	Norte	20	533,563
Pared Int.	249,591		0	249,591
Ventana	285,600	Norte	20	342,720
Solera madera	223,231		0	223,231
Qc' TOTAL			(kcal/h)	1.349,105

1.3.2.2.- Dormitorio 1.

DORMITORIO 1	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	283,106	Oeste	15	325,572
Pared Int.	49,7340		0	49,7340
Ventana	142,800	Sur	5	149,940
Puerta	150,400	Este	15	172,960
Forjado madera	319,589		0	319,589
Cubierta	166,532		0	166,532
Qc' TOTAL			(kcal/h)	1.184,324

1.3.2.3.- Dormitorio 2.

DORMITORIO 2	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	219,364	Norte	20	263,237
Ventana	142,800	Norte	20	171,360
Cubierta	187,803		0	187,803
Qc' TOTAL			(kcal/h)	622,400

1.3.2.4.- Dormitorio 3.

DORMITORIO 3	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	194,931	Norte	20	233,917
Pared Int.	114,204		0	114,204
Ventana	142,800	Norte	20	171,360
Cubierta	149,914		0	149,914
Qc' TOTAL			(kcal/h)	669,395

1.3.2.5.- Distribuidor.

DISTRIBUIDOR	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	86,7523	Oeste	15	99,7651
Forjado madera	73,5011		0	73,5011
Cubierta	100,941		0	100,941
Qc' TOTAL			(kcal/h)	274,207

1.3.2.6.- Baño.

BAÑO	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Pared ext cerámica	142,044	Oeste	15	163,351
Ventana	44,2000	Sur	5	46,4100
Forjado cerámico	103,622		0	103,622
Cubierta	80,3843		0	80,3843
Qc' TOTAL			(kcal/h)	393,767

1.3.2.7.- Aseo.

ASEO	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Pared int. Cerámica	28,7385		0	28,7385
Solera cerámica	90,5100		0	90,5100
Forjado madera	39,8937		0	39,8937
Qc' TOTAL			(kcal/h)	159,1422

1.3.2.8.- Cocina.

COCINA	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Pared ext cerámica	548,416	Oeste	15	630,678
Pared int. Cerámica	7,93800		0	7,93800
Ventana	123,760	Sur	5	129,948
Solera cerámica	252,332		0	252,332
Qc' TOTAL			(kcal/h)	1.020,896

1.3.2.9.- Vestíbulo.

VESTIBULO	Q (kcal/h)	Orientación	Incremento %	Qc (kcal/h)
Fachada	48,3300	Sur	5	50,7465
Pared Int.	151,781		0	151,781
Puerta	97,2000	Sur	5	102,060
Solera madera	49,7366		0	49,7366
Qc' TOTAL			(kcal/h)	354,324

1.3.3.- Ganancias por Iluminación.

Tanto las instalaciones eléctricas de iluminación como los diferentes motores de los distintos electrodomésticos generan un calor residual aumentando la temperatura del aire de la habitación provocando una ganancia térmica la cual afectara a las condiciones de confort y al dimensionado final de la habitación.

1.3.3.1.- Salón.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,18 kW x 860	154,80
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	154,80

1.3.3.2.- Dormitorio 1.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,12 kW x 860	103,20
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	103,20

1.3.3.3.- Dormitorio 2.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,12 kW x 860	103,20
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	103,20

1.3.3.4.- Dormitorio 3.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,09 kW x 860	77,40
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	77,40

1.3.3.5.- Distribuidor.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,040 kW x 860	34,40
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	34,40

1.3.3.6.- Baño.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,040 kW x 860	34,40
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	34,40

1.3.3.7.- Aseo.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,030 kW x 860	25,80
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	25,80

1.3.3.8.- Cocina.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0 kW x 860	0,00
Incandescente	0,09 kW x 860 x 1,25	96,75
	Qi TOTAL	96,75

1.3.3.9.- Vestíbulo.

Iluminación	Potencia eléctrica instalada (kW)	Qi (kcal/h)
Fluorescente	0,04 kW x 860	34,40
Incandescente	0 kW x 860 x 1,25	0,00
	Qi TOTAL	34,40

1.3.4.- Interrupción Horaria.

Consiste en detener el funcionamiento de la caldera durante las horas nocturnas para conseguir un ahorro de energía.

En nuestro régimen de funcionamiento consideraremos que la calefacción funcionará continuamente en las épocas más frías con una interrupción horaria de 22:00 h a 7:00 h siendo esta lo máxima que nos permite para cumplir el IT.IC 04.6.2 por lo que se nos quedan en 15 horas / día.

De acuerdo con la tabla (Ver Tabla 9 Anexo 1) el incremento será:

HUECO	Qc' – Qi	Incremento	Qr	Qr'
Salón	1.194,305	12 %	143,317	1.337,622
Dormitorio 1	1.081,127	12 %	129,735	1.210,862
Dormitorio 2	519,200	12 %	62,3040	581,5040
Dormitorio 3	591,995	12 %	71,0394	663,0344
Distribuidor	234,807	12 %	28,1768	262,9838
Baño	359,367	12 %	43,1240	402,4910
Aseo	133,342	12 %	15,8599	149,3431
Cocina	924,146	12 %	110,875	1.035,021
Vestíbulo	319,924	12 %	38,3909	358,3149

Formula:

$$Qr' = (Qc' - Qi) + Qr$$

1.3.5.- Pérdidas por entrada de aire exterior.

La necesidad de renovar el aire de la habitación o el simple hecho de entrada de aire por los huecos da lugar a este apartado.

La entrada de aire procedente del exterior hace que la temperatura de nuestro local disminuya por consiguiente se establecen unas pérdidas de calor que se tendrán que tener en cuenta a la hora de acondicionar cada una de las habitaciones del edificio.

Las dos principales formas de entrada de aire del exterior son:

- 1.- Por infiltración.
- 2.- Por ventilación.

Según lo establecido en el RITE - ITE 02.2.2 nos define la calidad del aire interior y su ventilación o número de renovaciones / hora que se debe de emplear para la renovación del aire de la habitación.

1.3.5.1.- Perdidas por Infiltración.

La infiltración, es flujo de aire que entra a la habitación a través de las grietas o ranuras que existen en los distintos cerramientos que componen el edificio

Formula:

$$V_i = (\sum_i f_i \cdot L_i) \cdot R \cdot H$$

Siendo:

f → Coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento. (m³/hm) (Anexo 1 Tabla 10)

L → Longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento. (m)

R → Coeficiente característico del local. (Anexo 1 Tabla 11)

H → Coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio. (Anexo 1 Tabla 12)

Las puertas son todas estancas.

Las ventanas son de cristal doble, Estancas y con carpintería metálica.

Por lo que; $f \rightarrow 1,2 \text{ m}^3/\text{hm}$.

1.3.5.1.1.- Salón.

Volumen: (79,25 m³)

1 Puertas TIPO 3

2 Ventanas TIPO 2

$H = 1,94$

$A_E / A_I = 2,625 \rightarrow R = 0,7$

$L = 2 [(4 \times 0,375) + (1,40 \times 3)] = 11,40$

$V_i = 1,2 \times 11,40 \times 0,7 \times 1,94 = 18,58 \text{ m}^3$

1.3.5.1.2.- Dormitorio 1.

Volumen: (46,92 m³)

1 Puerta TIPO 4
 1 Ventanas TIPO 2
 1 Puerta TIPO 5

$$H = 1,94$$

$$A_E / A_I = 1,3125 \rightarrow R = 0,9$$

$$L = (4 \times 0,375) + (1,40 \times 3) + (2 \times 0,80) + (2 \times 2) = 11,30$$

$$V_i = 1,2 \times 11,30 \times 0,9 \times 1,94 = \mathbf{23,76 \text{ m}^3}$$

1.3.5.1.3.- Dormitorio 2.

Volumen: (41,17 m³)

1 Puertas TIPO 4
 1 Ventanas TIPO 2

$$H = 1,94$$

$$A_E / A_I = 1,3125 \rightarrow R = 0,9$$

$$L = (4 \times 0,375) + (1,40 \times 3) = 5,70$$

$$V_i = 1,2 \times 5,70 \times 0,9 \times 1,94 = \mathbf{11,94 \text{ m}^3}$$

1.3.5.1.4.- Dormitorio 3.

Volumen: (32,87 m³)

1 Puertas TIPO 4
 1 Ventanas TIPO 2

$$H = 1,94$$

$$A_E / A_I = 1,3125 \rightarrow R = 0,9$$

$$L = (4 \times 0,375) + (1,40 \times 3) = 5,70$$

$$V_i = 1,2 \times 5,70 \times 0,9 \times 1,94 = \mathbf{11,94 \text{ m}^3}$$

1.3.5.1.5.- Distribuidor.

No entra aire del Exterior por lo que no se calcula este apartado.

Volumen: (20,90 m³)

4 Puertas TIPO 4

1.3.5.1.6.- Baño.

Volumen: (22,62 m³)

1 Puertas TIPO 4

1 Ventanas TIPO 3

H = 1,94

$A_E / A_I = 0,4063 \rightarrow R = 0,9$

$L = (4 \times 0,25) + (0,65 \times 3) = 2,95$

$V_i = 1,2 \times 2,95 \times 0,9 \times 1,94 = 6,181 \text{ m}^3$

1.3.5.1.7.- Aseo.

No entra aire del Exterior por lo que no se calcula este apartado.

Volumen: (7,46 m³)

1 Puertas TIPO 4

1.3.5.1.8.- Cocina.

Volumen: (25,30 m³)

1 Puertas TIPO 3

1 Ventanas TIPO 1

H = 1,94

$A_E / A_I = 1,1375 \rightarrow R = 0,9$

$L = (2 \times 1,30) + (1,40 \times 3) = 6,80$

$V_i = 1,2 \times 6,80 \times 0,9 \times 1,94 = 14,25 \text{ m}^3$

1.3.5.1.9.- Vestíbulo.

Volumen: (20,60 m³)

1 Puertas TIPO 4

2 Puertas TIPO 3

1 Puertas TIPO 2

H = 1,94

$A_E / A_I = 0,5625 \rightarrow R = 0,9$

$L = (2 \times 0,90) + (2 \times 2) = 5,80$

$V_i = 1,2 \times 5,80 \times 0,9 \times 1,94 = 12,15 \text{ m}^3$

1.3.5.2.- Perdidas por Ventilación.

Estas pérdidas se establecen cuando se abren las puertas o ventanas para que entre aire del exterior a la hora de renovar el volumen de aire de la habitación.

Formula.

$$Q_a = V_a \cdot C_p \cdot P_e \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

$V_a = V_i + V_r \rightarrow$ Caudal de aire exterior frío que se introduce en el local (m³/h).

$t_i \rightarrow$ Temperatura interior de diseño del local (°C).

$t_e \rightarrow$ Temperatura exterior de diseño (°C).

$C_p \rightarrow$ Calor específico del aire a presión constante (kcal / kg°C).

$P_e \rightarrow$ Peso específico del aire (kgf / m³).

$$V_r = V \cdot n \quad V_a = V_i + V_r$$

$V \rightarrow$ Volumen del local (m³)

$n \rightarrow$ N° de renovaciones / hora Según el RITE - ITE 02.2.2 (Anexo 1 Tabla 13)

$V_r \rightarrow$ Volumen de aire que entra debido a la ventilación.

1.3.5.2.1.- Salón.

V_i	V	N	V_r	V_a
18,58	79,25	1,5	118,87	137,45

SALON	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
Ventilación	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg/m^3)	($^\circ C$)	(kcal/h)
	137,45	0,24	1,21	20	798,31

1.3.5.2.2.- Dormitorio 1.

V_i	V	N	V_r	V_a
23,76	46,92	1,5	70,38	94,14

DORMITORIO	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
1	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg/m^3)	($^\circ C$)	(kcal/h)
Ventilación	94,14	0,24	1,21	20	546,76

1.3.5.2.3.- Dormitorio 2.

V_i	V	N	V_r	V_a
11,94	41,17	1,5	61,75	73,69

DORMITORIO	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
2	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg/m^3)	($^\circ C$)	(kcal/h)
Ventilación	73,69	0,24	1,21	20	427,99

1.3.5.2.4.- Dormitorio 3.

V_i	V	N	V_r	V_a
11,94	32,87	1,5	49,30	61,24

DORMITORIO 3 Ventilación	V_a (m^3) 61,24	C_p (kcal / $kg^{\circ}C$) 0,24	P_e (kg / m^3) 1,21	ΔT ($^{\circ}C$) 20	Q_a (kcal / h) 355,68
--------------------------------	-----------------------------	--	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

1.3.5.2.5.- Distribuidor.

V_i	V	N	V_r	V_a
0	20,90	1	20,90	20,90

DISTRIBUIDOR Ventilación	V_a (m^3) 20,90	C_p (kcal / $kg^{\circ}C$) 0,24	P_e (kg / m^3) 1,21	ΔT ($^{\circ}C$) 8	Q_a (kcal / h) 48,555
-----------------------------	-----------------------------	--	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

1.3.5.2.6.- Baño.

V_i	V	N	V_r	V_a
6,181	22,62	2	45,24	51,42

BAÑO Ventilación	V_a (m^3) 51,42	C_p (kcal / $kg^{\circ}C$) 0,24	P_e (kg / m^3) 1,21	ΔT ($^{\circ}C$) 20	Q_a (kcal / h) 298,48
---------------------	-----------------------------	--	---------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

1.3.5.2.7.- Aseo.

	V_i	V	N	V_r	V_a
	0	7,46	2	14,92	14,92
ASEO	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
Ventilación	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg / m^3)	($^\circ C$)	(kcal / h)
	14,92	0,24	1,21	2	8,6655

1.3.5.2.8.- Cocina.

	V_i	V	N	V_r	V_a
	14,25	25,30	2	50,60	64,85
COCINA	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
Ventilación	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg / m^3)	($^\circ C$)	(kcal / h)
	64,85	0,24	1,21	20	376,65

1.3.5.2.9.- Vestíbulo.

	V_i	V	N	V_r	V_a
	12,15	20,60	1	20,60	32,75
VESTIBULO	V_a	C_p	P_e	ΔT	Q_a
Ventilación	(m^3)	(kcal / $kg^\circ C$)	(kg / m^3)	($^\circ C$)	(kcal / h)
	32,75	0,24	1,21	20	190,21

1.3.6.- Resumen Cargas Térmicas del Local.

En este apartado se recopilan todas las pérdidas y ganancias térmicas de los anteriores apartados como son:

- La transmisión.
- El suplemento por orientación.
- Las pérdidas por infiltración y renovación de aire.
- La ganancia debido a la iluminación de la habitación.

Una vez recopiladas las pérdidas debido a los apartados anteriores, las pérdidas totales que tienen el edificio o cada habitación serán la suma de todos ellos teniendo en cuenta que las de iluminación son ganancias y se restan.

Para asegurarnos a las necesidades reales se multiplica por un factor de seguridad.

La formula final queda:

$$Q_t = (Q_c' + Q_r - Q_i + Q_a) \cdot F_s$$

Q_c' → Pérdidas por transmisión más el suplemento por orientación.

$- Q_i$ → Ganancias por iluminación.

Q_r → Suplemento por interrupción horaria.

Q_a → Pérdidas por infiltración y ventilación.

Q_t → Pérdidas totales de la habitación.

F_s → Coeficiente de seguridad 1,05.

HUECO	Q_c'	$- Q_i$	Q_r	Q_a	Q_t (kcal/h)
SALÓN	1.349,105	154,80	143,317	798,31	2.242,73
ASEO	159,1422	25,80	15,8599	8,6655	165,761
COCINA	1.020,896	96,75	110,897	376,65	1.482,28
VESTIBULO	354,3240	34,40	38,3909	190,21	575,950
TOTAL PLANTA BAJA			$\sum Q_t$ (kcal/h)		4.466,72

HUECO	Q_c'	$- Q_i$	Q_r	Q_a	Q_t (kcal/h)
DORMITORIO1	1.184,324	103,20	129,735	546,76	1.845,50
DORMITORIO2	622,4000	103,20	62,3040	427,99	1.059,96
DORMITORIO3	669,3950	77,40	71,0394	355,68	1.069,64
DISTRIBUIDOR	274,2070	34,40	28,1768	48,555	327,120
BAÑO	393,7670	34,40	43,1240	298,48	736,020
TOTAL PRIMERA PLANTA			$\sum Q_t$ (kcal/h)		5.038,24

1.4.- COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN KG.

El coeficiente de transmisión térmica global KG de un edificio no será superior a los valores señalados en la Tabla 14 (Anexo 1), dados en función de su factor de forma f, de la zona climática donde se ubique el edificio, según el Mapa 1 (Anexo 1) de zonificación climática por grados/día dado en el artículo 13 °, y del tipo de energía empleada en el sistema de calefacción del edificio, según sea éste unitario, individual o colectivo.

El coeficiente K_G limita las pérdidas de calor de un edificio, en la situación de invierno, quedando además limitadas en cierto modo las ganancias de calor en la .situación de verano.

En la Tabla 14 Anexo 1 se han indicado los valores de KG para los valores límites de f

Si $f \leq 0,25 \text{ (m}^{-1}\text{)}$. $KG_{\text{max.}}$ 1,26 (kcal / $\text{hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)

Si $f \geq 1,00 \text{ (m}^{-1}\text{)}$. $KG_{\text{max.}}$ 0,72 (kcal / $\text{hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$)

Para valores intermedios del coeficiente f entonces KG se calculará con la Fórmula:

$$KG = a \left(3 + \frac{1}{f} \right) =$$

Donde:

‘f’ es el factor de forma del edificio.

‘a’ es un coeficiente que se obtiene de la Tabla 15 Anexo 1 en función del tipo de energía y zona climática.

En el cálculo de la ficha justificativa se ha determinado con la envolvente de la fachada del edificio y el volumen de total del edificio; en lugar de utilizar la envolvente de cada local y su volumen como se ha utilizado en el cálculo de las pérdidas caloríficas de cada local.

En nuestro caso:

Zona: D.

Caso I: Combustibles Sólidos, Líquidos o Gaseosos.

$$a = 0,18 \text{ kcal/h m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$f = \frac{383,01\text{m}^2}{537,19\text{m}^3} = 0,71$$

$$KG = 0,18 \left(3 + \frac{1}{0,71} \right) = 0,79$$

1.4.1.- Ficha justificativa del cálculo del KG del edificio.

El presente cuadro expresa que los valores de K especificados para los distintos elementos constructivos del edificio cumplen los requisitos exigidos en los artículos 4º y 5º de la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79 «Condiciones Térmicas en los Edificios».

Elemento Constructivo		Superf. S m ²	Coefficiente K kcal/h m ² °C (W/m ² °C) (1)	S . K kcal/h °C (W/°C)	Coef. Corrector n	n . Σs . K kcal/h °C	
Apartado E							
Cerramientos en contacto con el ambiente exterior	Huecos exteriores verticales, puertas, ventanas	Tipo	S _E	K _E	S _E S _E	1	ΣS _E K _E
		Ventanas	12,97	3,40	44,10	1	82,87
		Puerta Tipo 1	1,60	4,70	7,52		
	Puerta Tipo 2	6,25	5,00	31,25			
	Cerramientos verticales o inclinados mas de 60° con la horizontal	Fachada	185,50	0,53	98,32	1	103,72
Forjados sobre espacios exteriores					1	0,00	
Apartado N							
Cerramientos de separación con otros edificios o locales no calefactados	Cerramientos verticales de separación con locales no calefactados o medianeras	Tipo	S _E	K _E	S _E S _E	0,5	ΣS _E K _E
						0,5	0,00
	Forjados sobre espacios cerrados no calefactados de altura > 1 m						
Huecos, puertas, ventanas					0,5	0,00	
Apartado Q							
Cerramientos de techo o cubierta	Huecos, lucernarios, claraboyas	Tipo	S _E	K _E	S _E S _E	0,8	ΣS _E K _E
						0,8	0,00
	Azoteas (3)						
Cubiertas inclinadas menos de 60° con la horizontal	Cubierta	114,92	0,47	54,01	0,8	43,21	
Apartado S							
Cerramientos de separación con el terreno (2)	Soleras	Tipo	S _E	K _E	S _E S _E	0,5	ΣS _E K _E
		Solera	82,58	0,50	41,29	0,5	82,87
	Forjados sobre cámara de aire de altura ≤ 1 m						
Muros enterrados o semienterrados					0,5	0,00	
Σ TOTAL						Σ TOTAL (4)	250,44

$$\text{Factor de forma } f_{en} m^{-1} = \frac{\text{Superficie total } S}{\text{Volumen total } V} = \frac{383,01}{537,19} \cdot \frac{1}{2} = \boxed{0,71}$$

Exigencia de la Norma (art.4º)

Cumplimiento de la exigencia de la Norma

Tipo de Energía I-II →	Factor de forma 0,71	Zona Climática (3) →	K _G ≤ 0,79	K _G del edificio = $\frac{250,44}{383,01} = \frac{4}{1} = \boxed{0,65} \leq \boxed{0,79}$ (5)
---------------------------	-------------------------	-------------------------	-----------------------	--

(1) Estos coeficientes deben cumplir los requisitos exigidos en el artículo 5º de la Norma. Para los edificios situados en las islas Canarias será suficiente cumplimentar esta columna.

(2) Como se indica en 3.2, pueden emplearse coeficientes lineales de transmisión de calor ks en vez de Ks siempre que cumpla la condición de que: ks.Ls = Ks.Ss, en kcal/h °C(W/°C).

(3) Se pueden incluir en este apartado las azoteas ajardinadas y forjados enterrados.

1.5.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS RADIADORES.

Una vez conocidas las necesidades caloríficas de cada habitación de la vivienda se procederá a dimensionar y seleccionar el modelo de los diferentes emisores de calor necesarios para poder cubrir dichas pérdidas térmicas.

Para eso se necesita saber las condiciones del fluido calefactor a la entrada y salida de los radiadores.

La temperatura del agua a la entrada del radiador es;	$T_e \rightarrow 90 \text{ }^\circ\text{C.}$
La temperatura del agua a la salida del radiador es;	$T_s \rightarrow 70 \text{ }^\circ\text{C.}$
La temperatura ambiental es;	$T_a \rightarrow 20 \text{ }^\circ\text{C.}$
Temperatura media anual de agua de red;	$T_{red} \rightarrow 9,3 \text{ }^\circ\text{C.}$

1.5.1.- Salto Térmico.

Se denomina salto térmico ΔT ; a la diferencia entre la temperatura de entrada y salida del radiador para una temperatura ambiental determinada.

$$T_m = \frac{T_e + T_s}{2}$$

- Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} \geq 0,17$

Entonces el salto térmico ΔT será:
$$\Delta T = T_m - T_s = \frac{(T_e + T_s)}{2} - T_a$$

- Si $\frac{\Delta T_s}{\Delta T_e} < 0,17$

Entonces el salto térmico ΔT será:
$$\Delta T = \frac{T_e - T_s}{Ln \frac{\Delta T_e}{\Delta T_s}}$$

$T_m \rightarrow$ Temperatura media.

$T_e \rightarrow$ Temperatura entrada del fluido al radiador.

$T_s \rightarrow$ Temperatura salida del fluido al radiador.

$T_a \rightarrow$ Temperatura ambiente.

En nuestro caso el salto térmico es de $60 \text{ }^\circ\text{C.}$

1.5.2.- Número de Elementos.

Una vez que se conocen las distintas pérdidas térmicas de cada habitación de la vivienda se procederá a determinar el número de elementos del que se compone el emisor de cada una de las diferentes habitaciones para poder cubrir dichas necesidades energéticas.

$$N^{\circ} = \text{Potencia necesaria} / \text{Potencia del emisor}$$

$$N^{\circ} = Q_t / Q_e$$

HUECO	Q_t (W) Potencia Necesaria	Q_t (kcal/h) Potencia Necesaria	Q_e (W) Potencia Emisor	N ^o Elementos	Pot Potencia Instalada
Salón	2.601,57	2.242,73	203,36	12,79 ≈ 14	2.847,04 W
Dormitorio 1	2.140,78	1.845,50	203,36	10,53 ≈ 12	2.440,32 W
Dormitorio 2	1.229,55	1.059,96	160,15	7,677 ≈ 8	1.281,20 W
Dormitorio 3	1.240,78	1.069,64	160,15	7,748 ≈ 8	1.281,20 W
Distribuidor	379,460	327,120	116,93	3,245 ≈ 4	467,72 W
Baño	853,780	736,020	160,15	5,331 ≈ 6	960,90 W
Aseo	192,283	165,761	116,93	1,644 ≈ 2	233,86 W
Cocina	1.719,44	1.482,28	203,36	8,455 ≈ 10	2.033,60 W
Vestíbulo	668,102	575,950	160,15	4,172 ≈ 6	960,90 W

Nota: en el Salón se ha colocado dos radiadores de igual dimensión y potencia por lo que cada uno de ellos aportara la mitad de las necesidades del local.

Los módulos de que se compone cada radiador se han redondeado a un número par, por si es necesario dividirlo en dos partes, bien por la forma y dimensiones del local donde van a situarse o por ser un radiador muy grande y ser más conveniente para su montaje tal como ocurre en el salón; con lo que quedan dos radiadores de 7 elementos cada uno.

Los emisores elegidos han sido los siguientes modelos de la marca RAYCO.

Magno + 425.

Magno + 600.

Magno + 800.

Los cuales tienen una potencia por elemento para un salto térmico de 50 °C según la norma EN - 442 de: 92 W → (79,12 kcal/h); 126 W → (108,36 kcal/h); 160 W → (137,60 kcal/h) (Ver Bibliografía).

Como en nuestro caso el salto Térmico es de 60 °C según el fabricante la potencia calorífica por elemento del emisor esta se ha de corregir multiplicándose por un determinado factor de corrección; $n \rightarrow 1,271$

Por lo que nuestra potencia térmica de cada elemento corregida será:

$$\text{Pot} (\Delta T \text{ } ^\circ\text{C}) = \text{Pot} (50 \text{ } ^\circ\text{C}) \cdot n =$$

$$\text{Magno} + 425 \rightarrow 92 \cdot 1,271 = 116,932 \text{ W} \rightarrow 116,93 \text{ W.}$$

$$\text{Magno} + 600 \rightarrow 126 \cdot 1,271 = 160,146 \text{ W} \rightarrow 160,15 \text{ W.}$$

$$\text{Magno} + 800 \rightarrow 160 \cdot 1,271 = 203,360 \text{ W.}$$

1.6.- ELECCIÓN DE LA CALDERA.

En la caldera tiene lugar el intercambio de calor entre el que emite el combustible quemado y el fluido calefactor que lo recibe.

La caldera se dimensionara teniendo en cuenta el total de las necesidades de la calefacción y del Agua Caliente Saliente sin tener en cuenta el aporte de los paneles solares ya que estos se suponen que son solo una fuente de energía de apoyo; por lo que se tendrá en cuenta las máximas demandas simultáneamente tanto las de ACS como la calefacción.

1.6.1.- Demanda de Calefacción.

En este apartado se dimensionar la caldera para cubrir las necesidades caloríficas de calefacción de la vivienda por lo que se tendrá en cuenta la suma de todas las potencias de los emisores instalados.

Además habrá que considerar que las perdidas en los conductos debido a la fricción del agua con las paredes de las tuberías y demás componentes de la instalación son del 4 %.

La Potencia Total instalada es de: 12.506,74 W. \rightarrow 12,50674 kW.

Por consiguiente la potencia total necesaria para la caldera destinada a la calefacción se tiene que corregir por el factor debido a las pérdidas quedando:

$$\text{Pot}_{\text{Calef.}} = 12,507 \cdot 1,04 = 13,01 \text{ kW.} = 13.010 \text{ W.}$$

1.6.2.- Demanda de ACS.

La energía que tiene que aportar la caldera para las necesidades del ACS se dimensionará cuando el aporte solar es nulo, los paneles solares no aporten nada de energía; es decir se tendrá en cuenta el total de las necesidades caloríficas para el ACS. Por lo que se considerará que sea como mínimo igual a la potencia del intercambiador.

Las necesidades caloríficas para calentar el agua fría de red desde la temperatura media anual de 9,3 °C hasta la temperatura de 60 °C la del acumulador.

Debe de poder cubrir como mínimo la mitad del consumo diario de agua caliente sanitaria.

$$Q_{ACS} = 85 \cdot 4,186 \cdot (60 - 9,3) = 18.039,56 \text{ KJ} \rightarrow 18.039.567 \text{ J.}$$

Según el fabricante la capacidad de respuesta de la caldera es de 30 minutos para cubrir el total de las necesidades de ACS; por consiguiente la potencia será:

$$Pot_{ACS} = 18.039.567 \text{ (J)} / 1800 \text{ (s)} = 10.021,98 \text{ (W)}.$$

La potencia Total de la caldera es la suma de las dos necesidades tanto de la calefacción y del ACS. Si se tiene en cuenta un aumento de la demanda no prevista de las necesidades caloríficas debido a las inclemencias climáticas y además las pérdidas globales entonces habrá que utilizar un coeficiente de seguridad ($C_f = 1,1$) para sobredimensionar la caldera para hacer frente a los posibles imprevistos.

Suponiendo un rendimiento estacionario de la caldera del 97 % $\rightarrow 0,97$.

$$POT_{cal} = \frac{POT_{ACS} + POT_{calef}}{\eta} \cdot C_f = \frac{13.010 + 10.022}{0,97} \cdot 1,1 = 26.118,74$$

Pot_{Calef} \rightarrow Potencia necesaria para la calefacción.

Pot_{ACS} \rightarrow Potencia necesaria para el ACS.

η \rightarrow Rendimiento de la caldera.

El modelo elegido de la caldera es el VITODENS 200 W modelo WB1B de la marca VIESSMANN.

La caldera será de condensación.

El rango de carga térmica nominal de dicha caldera es de 6,2 kW a 30,5 kW.

1.7.- SELECCIÓN DEL QUEMADOR.

El dimensionado del quemador le corresponderá al fabricante de la caldera que tendrá que ajustarlo a las necesidades de la caldera ya que el propio quemador viene integrado de fábrica con la caldera que nos será suministrada por el propio fabricante.

Dicho quemador y la propia caldera deberán estar certificados con los correspondientes certificados CE y las homologaciones necesarias para su comercialización.

El quemador será de combustión forzada y de gas natural.

Dicho quemador es modulante modelo MatriX cilíndrico de la marca VISSMANN que sirve para funcionamiento estanco o atmosférico.

1.8.- CHIMENEA.

Es por donde se debe de evacuar los gases o humos procedentes de la combustión que se produce dentro de la caldera.

Como mínimo deberá sobrepasar una altura mínima de 1 metro por encima de la cumbre de la cubierta o punto del tejado en el que se encuentra.

Para la altura libre de la chimenea se tendrá en cuenta lo establecido en la norma tecnológica de la edificación para humos y gases (NTE-ISH).

El edificio consta de dos plantas con una altura entre plantas de 2,5 metros.

La distancia de la chimenea hasta la parte superior del tejado es; $a = 2,00$ m. (ver figura 1 Anexo 1).

El ángulo de inclinación o pendiente del tejado es de 35 %.

La caldera es para combustible líquido o gas, con una potencia calorífica de 32 kW.

Por lo que la altura libre de la chimenea según Anexo 1 Tabla 17 es: $H = 2,75$ m.

La altura total de la chimenea será: $H_t = n^{\circ} \text{ plantas} \cdot \text{altura entre plantas} + \text{altura libre}$.
 $H_t = 7,75$ m.

Según el fabricante de la caldera la altura máxima para la chimenea es de 8 metros por lo que si se cumple esta condición.

El cálculo de las dimensiones del propio conducto de la chimenea no es necesario ya que según el fabricante de la caldera el diámetro de la chimenea es de 60 mm, y según la norma NTE-ISH dice que el diámetro interior de la chimenea que le corresponde es de 150 mm, (Ver Anexo 1 Tabla 18); lo cual el diámetro que dice el fabricante si cumple con lo establecido en dicha norma.

La entrada de aire para la ventilación de la caldera tendrá un diámetro de 100 mm.

Este conducto para la evacuación de humos, es decir la propia chimenea será de acero.

1.9.- TUBERÍAS.

Una vez que se han dimensionado y elegidos los modelos de emisores adecuados, es necesario hacer llegar hasta ellos el fluido calefactor de la manera más eficaz posible por lo que se hace necesario determinar la instalación de tuberías por las que transcurrirá dicho fluido calefactor (Agua).

Para su dimensionado se tendrá en cuenta la temperatura media de los radiadores

$$T_m = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Las tuberías serán de cobre y sin ningún tipo de soldaduras a lo largo de ellas.

1.9.1.- Caudal.

Como ya conocemos los diámetros de las tuberías

$$\dot{m} = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T} \text{ (kg/s)}$$

$$\Delta T = 90 - 70 = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$C_p \rightarrow$ Calor específico del agua a presión constante. 4.186 J / kg °C

$Q \rightarrow$ Potencia instalada en cada tramo. W

Nota: en el Salón se ha colocado dos radiadores de igual dimensión y potencia por lo que cada uno de ellos aportara la mitad de las necesidades del local.

Local	Pot instalada (W)	\dot{m} (kg/s)
Radiador 1 Salón	1.423,52 W	0,0170
Radiador 5 Salón	1.423,52 W	0,0170
Radiador 8 Dormitorio 1	2.440,32 W	0,0291
Radiador 6 Dormitorio 2	1.281,20 W	0,0153
Radiador 7 Dormitorio 3	1.281,20 W	0,0153
Radiador 10 Distribuidor	467,72 W	0,0056
Radiador 9 Baño	960,90 W	0,0115
Radiado 2 Aseo	233,86 W	0,0028
Radiador 3 Cocina	2.033,60 W	0,0243
Radiador 4 Vestíbulo	960,90 W	0,0115

1.9.2.- Pérdidas Lineales.

Se van a calcular las pérdidas debidas a la fricción entre el fluido y las paredes de las tuberías que existen a lo largo de la instalación de tuberías que completan la totalidad de la instalación.

Por lo que se tendrá que tener en cuenta las necesidades caloríficas de cada tramo así como el caudal que circula por el mismo tramo, tal y como se describe en el esquema de la distribución de las tuberías. (Ver plano 10). Suponemos que los mismos puntos tanto de retorno como los de ida están a la misma cota aunque se llamen diferentes, (el agua va y vuelve al mismo punto) los diámetros se redondean a otro superior no se coloca los medios y el mínimo será de 10 mm.

Como la instalación de calefacción se compone de tuberías de cobre a este tipo de instalaciones según el fabricante de tuberías de cobre le corresponden una pérdida de presión por metro de longitud de tubería de 0,015 m.c.a./m.

$$\Delta P_{\text{Total}} = \Delta P \cdot L$$

La velocidad del agua debe de estar entre los 0,2 m/s y 1,5 m/s.

Planta Baja.

TRAMO	Q (W)	\dot{m} (l/h)	L (m)	v (m/s)	D (mm)	ΔP (mm.c.a./m)	ΔP_{Total} (mm.c.a.)
Cal – A	6.075,40	261,24	10,95	0,40	16	15	164,25
A – R1	1.423,52	61,200	0,397	0,26	10	15	5,9500
A – B	4.651,88	200,33	11,94	0,38	15	15	179,10
B – R2	233,860	10,080	0,198	0,20	10	15	2,9700
B – C	4.418,02	189,98	9,350	0,36	14	15	140,25
C – R3	2.033,36	87,435	0,290	0,30	12	15	4,3500
C – D	2.384,66	102,54	7,480	0,33	12	15	112,20
D – R4	960,900	41,400	0,404	0,28	10	15	6,0600
D – R5	1.423,52	61,200	5,621	0,26	10	15	84,310
R5 – E	1.423,52	61,200	5,621	0,26	10	15	84,310
R4 – E	960,900	41,400	0,404	0,28	10	15	6,0600
E – F	2.384,66	102,54	7,480	0,33	12	15	112,20
R3 – F	2.033,36	87,435	0,290	0,30	12	15	4,3500
F – G	4.418,02	189,98	9,350	0,36	14	15	140,25
R2 – G	233,860	10,080	0,198	0,20	10	15	2,9700
G – H	4.651,88	200,33	11,94	0,38	15	15	179,10
R1 – H	1.423,52	61,200	0,397	0,26	10	15	5,9500
H – Cal	6.075,40	261,24	10,95	0,40	16	15	164,25

PÉRDIDAS

1.398,88 mm.c.a.

1,399 m.c.a.

Nota: En las temperaturas en las que nos encontramos suponemos que la densidad del agua es de; $\rho \rightarrow 1.000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$. Por lo que se podrá aplicar a la hora de realizar los cálculos que $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ kg}$.

Primera Planta.

TRAMO	Q (W)	\dot{m} (l/h)	L (m)	v (m/s)	D (mm)	ΔP (mm.c.a./m)	ΔP_{Total} (mm.c.a.)
Cal – A	6.431,34	276,48	10,91	0,41	16	15	163,65
A – R6	1.281,20	55,080	0,451	0,29	10	15	6,7600
A – B	5.150,14	221,40	5,449	0,39	15	15	81,730
B – R7	1.281,20	55,080	0,441	0,29	10	15	6,6100
B – C	3.868,94	166,32	17,62	0,35	14	15	264,30
C – R8	2.440,32	104,76	0,387	0,32	12	15	5,8000
C – D	1.428,62	61,560	10,57	0,28	10	15	158,55
D – R9	960,900	41,400	1,853	0,26	10	15	27,795
D – R10	467,720	20,160	1,986	0,23	10	15	29,790
R10 – E	467,720	20,160	1,986	0,23	10	15	29,790
R9 – E	960,900	41,400	1,853	0,26	10	15	27,795
E – F	1.428,62	61,560	10,57	0,28	10	15	158,55
R8 – F	2.440,32	104,76	0,387	0,32	12	15	5,8000
F – G	3.868,94	166,32	17,62	0,35	14	15	264,30
R7 – G	1.281,20	55,080	0,441	0,29	10	15	6,6100
G – H	5.150,14	221,40	5,449	0,39	15	15	81,730
R6 – H	1.281,20	55,080	0,451	0,29	10	15	6,7600
H – Cal	6.431,34	276,48	10,91	0,41	16	15	163,65

PÉRDIDAS 1.489,97 mm.c.a. 1,490 m.c.a

Simbología:

Q → Potencia de cada tramo.

\dot{m} → Caudal másico de cada tramo.

L → Longitud del tramo.

v → Velocidad del fluido.

D → Diámetro de tubería.

ΔP → Pérdidas de carga de la tubería.

PÉRDIDAS PRIMARIAS TOTALES	2.888,9 mm.c.a.	2,889 m.c.a.
-------------------------------	-----------------	--------------

1.9.3.- Pérdidas Secundarias.

Estas pérdidas son las debidas a los distintos componentes que se encuentran a lo largo de la instalación.

PLANTA BAJA.

TRAMO	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
(Cal – A)			
T Derivación a ramal	1	2,5	2,5
Codo 90°	2	0,50	1,0
Válvula retención paso de escuadra	1	5,40	5,40
Válvula de cierre	1	0,18	0,18
Caldera	1	3,0	3,0

$$\text{Diámetro} = 16 \text{ (mm)} \quad \text{LT} = 12,08 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Final del Tramo} = 10,95 \text{ m} + 12,08 \text{ m} = 23,03 \text{ m.}$$

$$\text{Perdidas Totales del tramo} = 23,03 \cdot 15 = 345,45 \text{ mm.c.a.}$$

TRAMO	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
(A – R1)			
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,50	2,5

$$\text{Diámetro} = 10 \text{ (mm)} \quad \text{LT} = 4,82 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Final del Tramo} = 0,397 \text{ m} + 4,82 \text{ m} = 5,22 \text{ m.}$$

$$\text{Perdidas Totales del tramo} = 5,22 \cdot 15 = 78,3 \text{ mm.c.a.}$$

TRAMO (A – B)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	2,5	5,0
Codo 90°	2	0,50	1,0
Diámetro = 15 (mm)		LT = 6 m	

Longitud Final del Tramo = 11,94 m + 6 m = 17,94 m.

Perdidas Totales del tramo = 17,94 · 15 = 269,1 mm.c.a.

TRAMO (B – R2)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 10 (mm)		LT = 4,82 m	

Longitud Final del Tramo = 0,198 m + 4,82 m = 0,95 m.

Perdidas Totales del tramo = 0,95 · 15 = 14,31 mm.c.a.

TRAMO (B – C)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	2,5	5,0
Codo 90°	4	0,5	2,0
Diámetro = 14 (mm)		LT = 7 m	

Longitud Final del Tramo = 9,35 m + 7 m = 16,35 m.

Perdidas Totales del tramo = 16,35 · 15 = 245,25 mm.c.a

TRAMO (C – R3)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

$$\text{Diámetro} = 12 \text{ (mm)} \quad \text{LT} = 4,82 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Final del Tramo} = 0,290 \text{ m} + 4,82 \text{ m} = 5,11 \text{ m.}$$

$$\text{Perdidas Totales del tramo} = 5,11 \cdot 15 = 76,65 \text{ mm.c.a.}$$

TRAMO (C – D)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	1,8	3,6
Codo 90°	3	0,38	1,14

$$\text{Diámetro} = 12 \text{ (mm)} \quad \text{LT} = 4,74 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Final del Tramo} = 7,480 \text{ m} + 4,74 \text{ m} = 12,22 \text{ m.}$$

$$\text{Perdidas Totales del tramo} = 12,22 \cdot 15 = 183,3 \text{ mm.c.a.}$$

TRAMO (D – R4)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

$$\text{Diámetro} = 10 \text{ (mm)} \quad \text{LT} = 4,82 \text{ m}$$

Longitud Final del Tramo = 0,404 m + 4,82 m = 5,22 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,22 · 15 = 78,3 mm.c.a.

TRAMO (D – R5)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm) LT = 4,82 m

Longitud Final del Tramo = 5,621 m + 4,82 m = 10,44 m.

Perdidas Totales del tramo = 10,48 · 15 = 156,61 mm.c.a.

TRAMO (R5 – E)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
Codo 90°	3	0,38	1,14
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm) LT = 3,78 m

Longitud Final del Tramo = 5,621 m + 3,78 m = 9,40 m.

Perdidas Totales del tramo = 9,40 · 15 = 141,01 mm.c.a.

TRAMO (R4 – E)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 10 (mm)		LT = 2,98 m	

Longitud Final del Tramo = 0,404 m + 2,98 m = 3,38 m.

Perdidas Totales del tramo = 3,38 · 15 = 50,7 mm.c.a.

TRAMO (E – F)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,10	0,20
Codo 90°	3	0,38	1,14
Diámetro = 12 (mm)		LT = 1,34 m	

Longitud Final del Tramo = 7,48 m + 1,34 m = 8,82 m.

Perdidas Totales del tramo = 8,82 · 15 = 132,3 mm.c.a.

TRAMO (R3 – F)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 12 (mm)		LT = 3,12 m	

Longitud Final del Tramo = 0,29 m + 3,12 m = 3,41 m.

Perdidas Totales del tramo = 3,41 · 15 = 51,15 mm.c.a.

TRAMO (F – G)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,15	0,3
Codo 90°	4	0,5	2,0
Diámetro = 14 (mm)		LT = 2,3 m	

Longitud Final del Tramo = 9,35 m + 2,3 m = 11,65 m.

Perdidas Totales del tramo = 11,65 · 15 = 174,75 mm.c.a.

TRAMO (R2 – G)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 10 (mm)		LT = 3,12 m	

Longitud Final del Tramo = 0,198 m + 3,12 m = 3,32 m.

Perdidas Totales del tramo = 3,32 · 15 = 49,8 mm.c.a.

TRAMO (G – H)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,15	0,30
Codo 90°	2	0,50	1,0
Diámetro = 15 (mm)		LT = 1,3 m	

Longitud Final del Tramo = 11,94 m + 1,3 m = 13,24 m.

Perdidas Totales del tramo = 13,24 · 15 = 198,6 mm.c.a.

TRAMO (R1 – H)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm) LT = 3,12 m

Longitud Final del Tramo = 0,397 m + 3,12 m = 3,52 m.

Perdidas Totales del tramo = 3,52 · 15 = 52,75 mm.c.a.

TRAMO (H – Cal)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,15	0,15
Codo 90°	2	0,50	1,0
Válvula retención paso de escuadra	1	5,4	5,40
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Caldera	1	3,0	3,0

Diámetro = 16 (mm) LT = 9,69 m

Longitud Final del Tramo = 10,94 m + 9,69 m = 20,63 m.

Perdidas Totales del tramo = 20,45 · 15 = 309,45 mm.c.a.

PRIMERA PLANTA.

TRAMO (Cal – A)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	2,5	2,5
Codo 90°	3	0,50	1,5
Válvula retención paso de escuadra	1	5,40	5,40
Válvula de cierre	1	0,18	0,18
Caldera	1	3,0	3,0

Diámetro = 16 (mm)

LT = 12,58 m

Longitud Final del Tramo = 10,91 m + 12,58 m = 23,49 m.

Perdidas Totales del tramo = 23,49 · 15 = 352,35 mm.c.a.

TRAMO (A – R6)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,50	2,5

Diámetro = 10 (mm)

LT = 4,82 m

Longitud Final del Tramo = 0,451 m + 4,82 m = 5,27 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,27 · 15 = 79,05 mm.c.a.

TRAMO (A – B)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	2,5	5,0
Diámetro = 15 (mm)		LT = 5 m	

Longitud Final del Tramo = 5,449 m + 5 m = 10,45 m.

Perdidas Totales del tramo = 10,45 · 15 = 156,73 mm.c.a.

TRAMO (B – R7)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 10 (mm)		LT = 4,82 m	

Longitud Final del Tramo = 0,441 m + 4,82 m = 5,26 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,26 · 15 = 78,9 mm.c.a.

TRAMO (B – C)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	2,5	5,0
Codo 90°	2	0,5	1,0
Diámetro = 14 (mm)		LT = 6 m	

Longitud Final del Tramo = 17,62 m + 6 m = 23,62 m.

Perdidas Totales del tramo = 23,62 · 15 = 354,3 mm.c.a

TRAMO (C – R8)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 12 (mm) LT = 4,82 m

Longitud Final del Tramo = 0,387 m + 4,82 m = 5,21 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,21 · 15 = 78,15 mm.c.a.

TRAMO (C – D)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	2	1,8	3,6
Codo 90°	1	0,38	0,38

Diámetro = 10 (mm) LT = 3,98 m

Longitud Final del Tramo = 10,57 m + 3,98 m = 14,55 m.

Perdidas Totales del tramo = 14,55 · 15 = 218,25 mm.c.a.

TRAMO (D – R9)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	2	0,38	0,76
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm) LT = 5,2 m

Longitud Final del Tramo = 1,853 m + 5,2 m = 7,05 m.

Perdidas Totales del tramo = 7,05 · 15 = 105,79 mm.c.a.

TRAMO (D – R10)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	1,8	1,8
Codo 90°	2	0,38	0,76
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm)

LT = 5,2 m

Longitud Final del Tramo = 1,986 m + 5,2 m = 7,19 m.

Perdidas Totales del tramo = 7,19 · 15 = 107,85 mm.c.a.

TRAMO (R10 – E)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	2	0,38	0,76
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm)

LT = 3,50 m

Longitud Final del Tramo = 1,986 m + 3,50 m = 5,49 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,49 · 15 = 82,29 mm.c.a.

TRAMO (R9 – E)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	2	0,38	0,76
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm)

LT = 3,50 m

Longitud Final del Tramo = 1,853 m + 3,50 m = 5,35 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,35 · 15 = 80,29 mm.c.a.

TRAMO (E – F)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,10	0,20
Codo 90°	2	0,38	0,76
Diámetro = 10 (mm)		LT = 0,96 m	

Longitud Final del Tramo = 10,57 m + 0,96 m = 11,53 m.

Perdidas Totales del tramo = 11,53 · 15 = 172,95 mm.c.a.

TRAMO (R8 – F)	Cantidad	Longitud Equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 12 (mm)		LT = 3,12 m	

Longitud Final del Tramo = $0,387 \text{ m} + 3,12 \text{ m} = 3,51 \text{ m}$.

Perdidas Totales del tramo = $3,51 \cdot 15 = 52,65 \text{ mm.c.a.}$

TRAMO (F – G)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,15	0,3
Codo 90°	2	0,5	1,0
Diámetro = 14 (mm)		LT = 1,3 m	

Longitud Final del Tramo = $17,62 \text{ m} + 1,3 \text{ m} = 18,92 \text{ m}$.

Perdidas Totales del tramo = $18,92 \cdot 15 = 283,8 \text{ mm.c.a.}$

TRAMO (R7 – G)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5
Diámetro = 10 (mm)		LT = 3,12 m	

Longitud Final del Tramo = $0,441 \text{ m} + 3,12 \text{ m} = 3,56 \text{ m}$.

Perdidas Totales del tramo = $3,56 \cdot 15 = 53,4 \text{ mm.c.a.}$

TRAMO (G – H)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	2	0,15	0,30
Diámetro = 15 (mm)		LT = 0,3 m	

Longitud Final del Tramo = 5,449 m + 0,3 m = 5,75 m.

Perdidas Totales del tramo = 5,75 · 15 = 86,25 mm.c.a.

TRAMO (R6 – H)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,10	0,10
Codo 90°	1	0,38	0,38
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Radiador	1	2,5	2,5

Diámetro = 10 (mm)

LT = 3,12 m

Longitud Final del Tramo = 0,451 m + 3,12 m = 3,57 m.

Perdidas Totales del tramo = 3,57 · 15 = 53,55 mm.c.a.

TRAMO (H – Cal)	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Confluencia de ramal	1	0,15	0,15
Codo 90°	3	0,50	1,5
Válvula retención paso de escuadra	1	5,4	5,40
Válvula de cierre	1	0,14	0,14
Caldera	1	3,0	3,0

Diámetro = 16 (mm)

LT = 10,19 m

Longitud Final del Tramo = 10,91 m + 10,19 m = 21,10 m.

Perdidas Totales del tramo = 21,10 · 15 = 316,5 mm.c.a.

PERDIDAS TOTALES	5.320,83 mm.c.a.	5,321 m.c.a.
------------------	------------------	--------------

1.10.- BOMBA DE CALEFACIÓ.

La bomba es la encargada de hacer circular el agua por las distintas redes de tuberías desde los emisores hasta la caldera. Además otra de la función más importante de la bomba de circulación consiste en vencer las resistencias que presenta el circuito al tránsito del agua por el interior de las tuberías haciéndola que fluya mejor a través de ellas y proporcione la velocidad y presión necesaria para un correcto funcionamiento.

Pérdidas primarias en los tramos rectos según el apartado anterior son: 2,889 m.c.a.

Las pérdidas secundarias de la instalación de calefacción son: 5,321 m.c.a.

Nuestras pérdidas de carga en la caldera según las gráficas proporcionadas por el propio fabricante dan un valor de 250 mbar \rightarrow 2,5 m.c.a.

Las pérdidas totales que debe de superar la bomba son de:

$$H_t = 288,89 + 532,08 + 554 = 10,71 \text{ m.c.a.}$$

Para elegir el modelo de bomba más adecuado esta deberá superar esas perdidas y además el caudal será el total de la instalación. $Q = 537,84 \text{ l/h.} \rightarrow 0,53784 \text{ m}^3/\text{h.}$

La bomba elegida es de la marca WILO modelo TOP-S 30/10 3 ~ PN 10 a 2600 r.p.m.

Temperatura del fluido: -20 °C hasta 130 °C.

Presión de trabajo máx.: 10 bar.

Presión nominal: PN 10.

Temperatura ambiente: máx. 40 °C.

1.11.- VASO DE EXPANSIÓN.

La capacidad útil del depósito viene dada por la siguiente expresión:

$$V_0 = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{radiadores}} + V_{\text{caldera}} + V_{\text{Intercambiador}} + V_{\text{InterAcumulador}}$$

$V_0 =$ Volumen tuberías + Volumen radiadores + Volumen caldera + Volumen Intercambiador calefacción + Volumen InterAcumulador.

Según las tablas del fabricante para las tuberías de cobre nos especifica que tienen una capacidad de 0,248 litros/metro.

$$V_{\text{tuberías}} = 0,248 \cdot 183,607 = 45,43 \text{ m}^3$$

Para calcular el volumen de los radiadores hay que tener en cuenta la capacidad que tiene cada elemento que compone el radiador. La capacidad de un elemento del radiador es de:

Magno + 425 ----- 0,3900 litros.

Magno + 600 ----- 0,4905 litros.

Magno + 800 ----- 0,6590 litros.

$V_{\text{radiadores}} = \text{Volumen de un elemento} \cdot \text{Número de elementos}$

$$V_{\text{radiador} + 425} = 0,3900 \cdot 6 = 2,34 \text{ litros.}$$

$$V_{\text{radiador} + 600} = 0,4905 \cdot 28 = 13,73 \text{ litros.}$$

$$V_{\text{radiador} + 800} = 0,6590 \cdot 42 = 27,68 \text{ litros.}$$

Volumen total de los radiadores será la suma de cada uno de los volúmenes anteriores.

$$V_{\text{radiadores}} = 43,75 \text{ litros.}$$

Según el fabricante el modelo de la caldera elegido tiene un volumen de agua de

$$V_{\text{caldera}} = 50 \text{ litros.}$$

Volumen del Intercambiador de la caldera es de 0,7 litros para la calefacción.

El Volumen del serpentín del InterAcumulador es de 5,5 litros. La capacidad total del depósito será función del coeficiente de utilización η . Es necesario calcular dicho coeficiente que depende de la altura manométrica de la instalación y de la presión máxima de trabajo.

$$V_{\text{útil.}} = V_0 \cdot a$$

$a \rightarrow 0,029$ coeficiente de dilatación del agua a una temperatura de 80 °C.

Formulas:

$$V_v = \frac{V_{\text{útil.}}}{\eta} =$$

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Siendo:

$P_f \rightarrow$ Presión de tarado de la válvula de seguridad = 7 bar

$P_i \rightarrow$ Presión del agua de la red = 3 bar

$$\eta = \frac{(7+1) - (3+1)}{(7+1)} = \frac{8 - 4}{8} = 0,50$$

$$V_v = 4,22 / 0,50 = 8,44 \rightarrow 10 \text{ litros.}$$

La capacidad total del depósito de expansión incorporado en la caldera es de 10 litros.

$$V_v = 10 \text{ litros.}$$

Como el deposito del vaso de expansión cumple con lo establecido no hace falta colocar uno nuevo en la instalación; en el de que no cumpliera lo establecido el instalador debería colocar un nuevo vaso de expansión.

1.12.- CIRCUITO AUXILIAR INTERACUMULADOR - CALDERA.

El circuito de ACS esta dividido en dos partes, la primera parte es el circuito de reparto, es decir el que va desde el intercambiador a los diferentes cuartos húmedos.

El segundo circuito es en el que se transporta el agua calentada desde la caldera hasta el Interacumulador donde se transfiere el calor al ACS almacenado en el propio Interacumulador a la espera de ser repartida. La capacidad del depósito auxiliar será por lo menos la mitad de la capacidad del depósito Acumulador. En nuestro caso son 125 litros. El Interacumulador elegido es el VISSMANN VITOCCEL 100 H Modelo CHA de Volumen 130 litros. Con una potencia de 27 kW.

El caudal que circula por este tramo depende de la potencia del propio Interacumulador.

$$P_{\text{Int}} = q \times \rho \times C_p \times \Delta T$$

P_{Int} = Potencia del Interacumulador. (27 kW).

q = Caudal l/s.

ρ = Densidad del agua a 80 °C. (986,6 kg/m³).

C_p = Calor específico del agua. (4.186 J/kg K).

ΔT = Salto térmico por el serpentín. (Consideramos un salto térmico de 10 °C).

$$27.000 \text{ W} = q \times 986,6 \text{ kg/m}^3 \times 4.186 \text{ J/kg K} \times 10 \text{ °C} \rightarrow \text{despejando el caudal}$$

$$q = 0,00065 \text{ m}^3/\text{s} = 2,35 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Conociendo el caudal y las pérdidas de carga en las tuberías de cobre, calculamos de la gráfica para tuberías el diámetro y la velocidad.

Q (m ³ /h)	v (m/s)	D (mm)	ΔP (m.c.a)
2,35	0,68	40	0,015

Pérdidas Longitud: Como para las tuberías de cobre las pérdidas son de 0,015 m.c.a/m en este caso serán:

$$H_r = 0,015 \times 8,42 = 0,126 \text{ m.c.a.} \rightarrow$$

Pérdidas Secundarias: El tramo es Caldera –Interacumulador – Caldera.

Aparato	Unidades	Longitud Equivalente	Longitud Total
Interacumulador	1	2,1	2,1
Caldera	1	3,5	3,5
Intercaldera	1	2,1	2,1

Las pérdidas secundarias: $H_f = 0,015 \times 7,7 = 0,1155 \text{ m.c.a.}$

Pérdidas Interacumulador: El fabricante dice que las pérdidas para el modelo elegido son de 4 mbar \rightarrow 0,04 m.c.a.

Pérdidas Caldera: Según los apartados anteriores 250 mbar \rightarrow 2,5 m.c.a.

La bomba elegida es el modelo SB TEMPUS-100 XL de la cas BAXIROCA a una velocidad de 1.900 r.p.m.

$$H = 2,656 \text{ m.c.a.}$$

$$Q = 0,65 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 2,35 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Presión máxima 10 bar y Temperatura máxima de 110°C, caudal máximo 6 m³/h.

En los InterAcumuladores que llevan incorporados el Intercambiador de calor deben de cumplir que el área de intercambio del serpentín entre el área total de captación debe ser mayor que 0,15.

$$\frac{0,8}{2} = 0,4 \quad \text{ya cumple lo establecido en el CTE.}$$

El caudal de salida del InterAcumulador es de 464 l/h \rightarrow 0,464 m³/h. implica un diámetro de 20 mm y una velocidad de 0,48 m/s.

1.13.- AISLANTE.

El Rite apéndice 03.1 y sus instrucciones técnicas complementarias ITE 03 nos definen los espesores mínimos que se han de colocar en las tuberías para minimizar las perdidas caloríficas a través de ellas. En nuestro caso dichas tuberías son de cobre por las cuales transcurre el agua entre las temperaturas de 66 °C y los 100 °C.

Ninguna de nuestra tuberías supera un diámetro de 40 mm por lo que según dicha norma el espesor mínimo que debemos aplicar ha dichas tuberías será de 30 mm.

El material de aislamiento será un elastómero con conductividad térmica de 0,037 W/mK.

1.14.- RESUMEN DE LAS CARGAS.

Todos los modelos de emisores empleados son de la marca RAYCO.

Local	Pot necesaria (W)	Pot instalada (W)	Modelo
Salón R1	1.300,78	1.423,52 W	Magno + 800
Aseo R2	192,283	233,860 W	Magno + 425
Cocina R3	1.719,44	2.033,36 W	Magno + 800
Vestíbulo R4	668,102	960,900 W	Magno + 600
Salón R5	1.300,78	1.423,52 W	Magno + 800
Dormitorio 2 R6	1.229,55	1.281,20 W	Magno + 600
Dormitorio 3 R7	1.240,78	1.281,20 W	Magno + 600
Dormitorio 1 R8	2.140,78	2.440,32 W	Magno + 800
Baño R9	853,780	960,900 W	Magno + 600
Distribuidor R10	379,460	467,720 W	Magno + 425

2.- INSTALACIÓN SOLAR.

La instalación solar es una fuente de aporte auxiliar de energía a la caldera para conseguir un ahorro de energía a la hora de calentar el Agua Caliente Sanitaria. Por lo que en este apartado se va a determinar las necesidades de ACS que necesitamos así como sus dimensiones y número de colectores.

En todos los cálculos del dimensionado de los colectores se tendrá en cuenta que el aporte de la fuente auxiliar de energía es nulo, es decir toda la energía necesaria para abastecer las necesidades del ACS debe proceder de los colectores.

2.1.- CONDICIONES EXTERIORES.

Para determinar las necesidades caloríficas solares es necesario conocer las características de la localidad en la que se encuentra el edificio así como las del propio edificio. Estos valores dependerán de la zona geográfica que nos encontremos y de la orientación de esta misma así como el propio consumo.

Nuestra orientación será al sur y la inclinación de 50 ° la óptima para obtener el máximo rendimiento en invierno.

Finalmente los datos para efectuar los cálculos tomaremos los de la propia capital PAMPLONA ya que la localidad de estudio Tajonar se encuentra muy próxima a esta y es donde se encuentra la estación meteorológica más cercana.

- Localidad Base: Navarra.
- Localidad Real: Tajonar (Pamplona).
- Altitud s.n.m. (m): 480.
- Latitud: 42,8 ° \approx 43 °.
- Zona Climática (grados día 15-15 anuales): D \rightarrow 1.300 a 1.800
- Zona Climática (radiación solar): 1 (Anexo 2 Mapa 1).
- Temperatura del Acumulador: 60 °C.
- Temperatura del agua caliente sanitaria en la toma: 45 °C.
- Consumo por persona: 30 L/persona día.
Lo establecido en el CTE Sección HE4 a una temperatura de 60 °C.
- Inclinación de cubierta: 35 °.

La ocupación de la vivienda es de 4 personas que la habitarán durante todos los meses del año por lo que se considera una ocupación del 100 %.

2.1.2.- Consumo de Agua Caliente Sanitaria.

El consumo de Agua Caliente Sanitaria de un edificio lo establece el Código Técnico de Edificación CTE de la Sección HE4 tabla 3,1; (Anexo 2 Tabla 2) que establece como temperatura de referencia 60 °C y un consumo medio por usuario de 30 L / persona día.

Para facilitar los cálculos y conseguir un consumo constante durante todos los meses del año utilizaremos la temperatura media anual del agua de red en lugar de la temperatura del agua correspondiente a cada mes.

El CTE también nos indica la formula a emplear para el cálculo del consumo a otra temperatura distinta a la referida.

$$M_{45^{\circ}\text{C}} = M_{60^{\circ}\text{C}} \cdot \left(\frac{60 - T_{AF}}{45 - T_{AF}} \right) =$$

$M_{45^{\circ}\text{C}}$ → Consumo de ACS diario a una temperatura de 45 °C.

$M_{60^{\circ}\text{C}}$ → Consumo de ACS diario a la temperatura de referencia de 60 °C.

T_{AF} → Temperatura media anual del agua fría de red 9,3 °C.

$M_{45^{\circ}\text{C}} \rightarrow 30 \text{ L/persona día} \cdot (60 - 9,3) / (45 - 9,3) = 42,60 \text{ L/persona día}$

Consumo	60 °C	30 L/persona-día
	45 °C	42,6 L/persona-día

Como nuestra vivienda se compone de “n = 4 personas” el consumo final por día será de:

Consumo Total al día;

$$M_{T 45^{\circ}\text{C}} = 42,6 \text{ L/persona-día} \cdot 4 \text{ personas} = 170,4 \text{ L/día} \approx 170 \text{ l/día} = 0,170 \text{ m}^3$$

2.1.3.- Demanda de Agua Caliente Sanitaria.

La demanda de agua caliente sanitaria es la carga calorífica que determina la cantidad de calor necesaria mensual que hay que suministrar al agua de red para calentar el agua a la temperatura destinada al consumo doméstico.

$$D_{ACS} = M_i \cdot C_p \cdot (T_{\text{Cons}} - T_{AF})$$

D_{ACS} → Demanda mensual de agua caliente sanitaria. (MJ/mes).

C_p → Calor específico del agua a presión constante 4,186 (kJ / °C kg).

$M_i \rightarrow$ Consumo mensual de ACS $\rightarrow M_i = M_{T 45^\circ\text{C}} \cdot n$ (kg)

$T_{AF} \rightarrow$ Temperatura mensual del agua fría.

$T_{Cons} \rightarrow$ Temperatura de Consumo del ACS 45°C .

Recordatorio: La ocupación de la vivienda es de 4 personas, las cuales permanecerán en ella durante todos los meses del año, lo que nos da la ocupación del 100 %.

MES.	Días. N	Temperatura Agua red. T_{AF} ($^\circ\text{C}$)	Temperatura Consumo ACS. $T_{Cons.}$ ($^\circ\text{C}$)	Consumo Diario. $M_{T(45^\circ\text{C})}$ (m^3)	Demanda mensual de ACS. D_{ACS} (MJ/mes)
ENERO	31	5	45	0,170	882,409
FEBRERO	28	6	45	0,170	777,089
MARZO	31	8	45	0,170	816,228
ABRIL	30	10	45	0,170	747,201
MAYO	31	11	45	0,170	750,047
JUNIO	30	12	45	0,170	704,504
JULIO	31	13	45	0,170	705,927
AGOSTO	31	12	45	0,170	727,987
SEPTIEMBRE	30	11	45	0,170	725,852
OCTUBRE	31	10	45	0,170	747,201
NOVIEMBRE	30	8	45	0,170	789,982
DICIEMBRE	31	5	45	0,170	882,409

Demanda media anual MJ 9.256,84

2.1.4.- Cálculo de la Radiación Solar.

En este apartado se va a calcular la cantidad de energía que sol aporta sobre nuestra superficie.

Como nuestra localidad tiene una latitud de $42,8^\circ$ redondeamos a 43° .

La inclinación óptima en nuestro caso es de 50° .

La orientación del los colectores es de 0° es decir se encuentran orientados al sur.

$$E = H \cdot K \cdot N$$

$E \rightarrow$ Radiación solar mensual sobre superficies inclinadas. ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{día}$).

$H \rightarrow$ Radiación diaria solar sobre superficies planas. ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{día}$).

$K \rightarrow$ Factor de corrección.

$N \rightarrow$ Número de días que tiene el mes.

El factor de corrección depende de la inclinación sobre la horizontal, de la latitud de la localidad y orientación de esta.

Incli.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
50 °	1,46	1,33	1,17	1,02	0,91	0,87	0,91	1,03	1,23	1,46	1,61	1,58

MES	Días	Radiación Solar Diaria Supf. horizontal	Factor de Corrección	Radiación Solar Diaria Supf. Inclinada	Radiación Solar Mensual Supf. Inclinada
		H (MJ/ m ²)	K _{mes}	E (MJ/ m ²)	E (MJ/ m ²)
ENERO	31	5,00	1,46	7,30	226,3
FEBRERO	28	7,40	1,33	9,84	275,6
MARZO	31	12,3	1,17	14,39	446,1
ABRIL	30	14,5	1,02	14,79	443,7
MAYO	31	17,1	0,91	15,56	482,4
JUNIO	30	18,9	0,87	16,44	493,3
JULIO	31	20,5	0,91	18,65	578,3
AGOSTO	31	18,2	1,03	18,75	581,1
SEPTIEMBRE	30	16,2	1,23	19,93	597,8
OCTUBRE	31	10,2	1,46	14,89	461,6
NOVIEMBRE	30	6,00	1,61	9,66	289,8
DICIEMBRE	31	4,50	1,58	7,11	220,4

2.1.4.1.- Horas útiles de sol.

Corresponden a tiempo que el sol se encuentra en el horizonte descontando las horas iniciales y finales del día.

Esto nos permite calcular la intensidad radiante por unidad de superficie y tiempo que incide sobre la superficie del captador.

En la siguiente tabla que se indica a continuación muestra las horas útiles diarias de sol para captadores prácticamente orientadas al ecuador e inclinadas un ángulo igual a la latitud $\pm 15^\circ$.

Latitud.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
de 25 ° a 45 °	8	9	9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9	9	8	7,5

2.1.4.2.- Intensidad radiante.

Corresponde a la energía útil esperada entre el número de horas de sol útiles.

$$I = (E \text{ (J)} / \text{horas útiles de sol}) \cdot 1/3600 \text{ s}$$

$I \rightarrow$ Intensidad de la radiación solar incidente en el plano del colector (W/m^2).

MES	E (MJ/m^2)	I (W/m^2)
ENERO	226,3	7.857,62
FEBRERO	275,6	8.506,11
MARZO	446,1	13.768,9
ABRIL	443,7	12.973,7
MAYO	482,4	14.105,3
JUNIO	493,3	14.424,2
JULIO	578,3	16.909,5
AGOSTO	581,1	16.991,6
SEPTIEMBRE	597,8	18.450,0
OCTUBRE	461,6	14.246,7
NOVIEMBRE	289,8	10.062,5
DICIEMBRE	220,4	8.162,93

2.1.4.3.- Rendimiento Del Captador.

El captador o colector es el encargado de absorber a través de sus paneles térmicos la energía procedente del sol y transferirla al fluido calefactor siendo en este caso el agua. Como las condiciones de cada mes son diferentes entre si, el propio captador trabajara a un rendimiento distinto en cada mes por lo que se tiene que tener en cuenta a la hora de calcular después el aporte solar que proporciona dicho captador en cada mes.

La curva del rendimiento:

$$\eta = \eta_0 - K_1 \cdot \left(\frac{T_e - T_{Amb}}{I} \right) - K_2 \cdot \left(\frac{T_e - T_{Amb}}{I} \right)^2 =$$

El propio fabricante nos proporciona la curva del rendimiento y los coeficientes necesarios (ver Bibliografía, apartado catálogos) para poder calcular el rendimiento del colector en cada mes.

$\eta \rightarrow$ Rendimiento del colector.

$\eta_0 \rightarrow 0,821$.

$K_1 (\text{W/m}^2 \text{ K}) = 3,312$.

$K_2 (\text{W/m}^2 \text{ K}^2) = 0,0181$.

T_e → Temperatura de entrada al captador $273,15 + 60 = 333,15$ (Kelvin).

T_{Amb} → Temperatura ambiental media de cada mes (Kelvin).

I (W/m^2) → Intensidad de la radiación solar incidente en el plano del colector de cada mes.

MES	$T_{Amb. (K)}$	$T_e (K)$	$I(W/m^2)$	$\eta \%$
ENERO	280,15	333,15	7.857,62	80,51
FEBRERO	280,15	333,15	8.506,11	80,63
MARZO	284,15	333,15	13.768,9	81,24
ABRIL	286,15	333,15	12.973,7	81,21
MAYO	289,15	333,15	14.105,3	81,31
JUNIO	293,15	333,15	14.424,2	81,38
JULIO	295,15	333,15	16.909,5	81,51
AGOSTO	296,15	333,15	16.991,6	81,52
SEPTIEMBRE	293,15	333,15	18.450,0	81,54
OCTUBRE	288,15	333,15	14.246,7	81,31
NOVIEMBRE	283,15	333,15	10.062,5	80,90
DICIEMBRE	281,15	333,15	8.162,93	80,59

El modelo de colector escogido es el WOLF TOPSON F3 con un área de captación útil de $2 m^2$ (ver bibliografía en el apartado de catálogos).

2.2.- CALOR ÚTIL DEL COLECTOR.

Es el calor útil medio que se obtiene con el captador por m^2 en cada uno de los meses.

La formula empleada es:

$$Q_{Cap} = E \cdot \eta$$

Q_{Cap} → Energía aportada por el captador por m^2 de panel.

E → Radiación solar mensual sobre superficies inclinadas.

η → Rendimiento del captador.

Si además estimamos unas pérdidas globales de un 10 % por la distribución, el intercambio y la acumulación, entonces la energía que aporta realmente el captador será finalmente $Q_{\text{Útil}}$.

$$Q_{\text{Útil}} = 0,9 E \cdot \eta$$

MES	E (MJ/m ²)	η %	Q _{cap} (MJ/m ²)	Q _{útil} (MJ/m ²)
ENERO	226,3	80,51	182,19	163,97
FEBRERO	275,6	80,63	222,22	199,99
MARZO	446,1	81,24	362,41	326,17
ABRIL	443,7	81,21	360,33	324,29
MAYO	482,4	81,31	392,24	353,01
JUNIO	493,3	81,38	401,45	361,30
JULIO	578,3	81,51	471,37	424,23
AGOSTO	581,1	81,52	473,71	426,34
SEPTIEMBRE	597,8	81,54	487,45	438,70
OCTUBRE	461,6	81,31	375,33	337,79
NOVIEMBRE	289,8	80,90	234,45	211,00
DICIEMBRE	220,4	80,59	177,62	159,86

Suma del calor útil.	3.726,69 MJ/m ²
----------------------	----------------------------

2.3.- SUPERFICIE TOTAL CAPTADORES NECESARIA.

El cálculo de la superficie captadora se realizará de forma que se procure no superar el 110 % de aporte solar para cada uno de los meses del año. En nuestro caso elegiremos la suma anual tanto para la carga necesaria como para la carga útil del colector.

Suma anual demanda MJ 9.256,84

$$S_{\text{Total}} = \text{Carga necesaria} / \text{Carga útil del captador}$$

$$S_{\text{Total}} = \frac{9.256,84}{3.726,69} = 2,48 \text{ m}^2$$

El área total de los colectores según el CTE ha de cumplir:

$$50 < V_{\text{Ac}} / A_{\text{T}} < 180$$

V_{Ac} → Volumen del Acumulador. 250 litros.

A_T → Área o Superficie total de captación real instalada. 2 (m²).

2.3.1.- Número de Captadores (N°).

La superficie o área útil ($A_{\text{útil}}$) del colector según el modelo TopSon F3 es de 2 m^2 .

$N^\circ = \text{Superficie Total de los colectores } (A_{\text{Total}}) / \text{Superficie útil del colector } (A_{\text{útil}})$

$$N^\circ = 2,48 / 2 = 1,24$$

Si redondeamos a dos colectores se sobre dimensiona la instalación, Nos quedamos con un único colector.

$$Q_{\text{Real.}} = Q_{\text{Util.}} \cdot A_{\text{útil}} \cdot N^\circ$$

$$A_T = A_{\text{útil}} \cdot N^\circ = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m}^2$$

$Q_{\text{Real.}}$ → Energía aportada por la totalidad de la superficie de los colectores.

N° → Número de colectores.

El calor real que captara cada colector será el calor útil por metro cuadrado multiplicado por el área útil de captación de cada colector y el número de colectores.

MES	$Q_{\text{necesario.}}$ (MJ)	$Q_{\text{Real.}}$ (MJ)	Déficit energético	% Sustitución
ENERO	882,409	327,94	554,47	37,16
FEBRERO	777,089	399,98	377,11	51,47
MARZO	816,228	652,34	163,89	79,92
ABRIL	747,201	648,58	98,621	86,80
MAYO	750,047	706,02	44,027	94,13
JUNIO	704,504	722,60	0,00	100
JULIO	705,927	848,46	0,00	100
AGOSTO	727,987	852,68	0,00	100
SEPTIEMBRE	725,852	877,40	0,00	100
OCTUBRE	747,201	675,58	71,621	90,41
NOVIEMBRE	789,982	422,00	367,98	53,42
DICIEMBRE	882,409	319,72	562,69	36,23

2.4.- PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN e INCLINACIÓN y SOMBRAS.

Son las pérdidas de radiación solar que son debidas a la inclinación que tienen los colectores con respecto a la horizontal y de la Latitud del lugar, además de la desviación respecto a la orientación óptima que es el sur.

2.4.1.- Pérdidas por Orientación e Inclinación.

Determinan los valores límites tanto los máximos como los mínimos que se deben inclinar los paneles para satisfacer la condición de las pérdidas máximas admisibles. Para obtener dichos valores se empleara la Norma CTE HE4 y el gráfico de la figura 3.3 que corresponde a una Latitud de 41° .

Las pérdidas máximas permisibles son del 10 % para el caso general según tabla 2.4 del CTE-HE4.

En nuestro caso: Acimut 0°
 Latitud 43°

Inclinación máxima = 60°
 Inclinación mínima = 7°

Los valores corregidos son:

Inclinación máxima = $60^\circ - (41^\circ - 43^\circ) = 62^\circ$
 Inclinación mínima = $7^\circ - (41^\circ - 43^\circ) = 9^\circ$

2.4.2.- Pérdidas por Sombras.

Las pérdidas por sombras son debidas a que se puedan encontrar algún objeto que pueda producir sombras sobre las superficies de los colectores como chimeneas o la propia colocación de distintas filas de colectores ya sea en serie o en paralelo pueden provocar sombras.

En el caso que se trata, el edificio dispone de superficie suficiente en la cubierta en uno de los dos tejados inclinados con tejas para colocar el campo de colectores, en concreto el que está orientado hacia el sur. Aunque la cubierta da salida a varias chimeneas de ventilación y otros elementos, estos no interfieren mediante sombras sobre el campo de los colectores por lo que no será de nuestro estudio este apartado.

2.5.- INTERCAMBIADOR.

Es el encargado de transferir el calor entre el circuito ida de los colectores y el agua que se encuentra acumulada en el interior del depósito acumulador a la espera de ser consumida.

Según el CTE debe cumplirse que $P \geq 500 \cdot A_T$

Como $A_T = 2 \text{ m}^2$ la potencia mínima del intercambiador será: $P = 500 \cdot 2 = 1.000 \text{ W}$.

Según la potencia elegimos el modelo del intercambiador. El Intercambiador de placas elegido es el VITOTRANS 100 modelo PWT nº de pedido 3003485 de la casa VISSMANN. Con una potencia de 9 kW. Presión máxima de servicio admisible 30 bares. Temperatura de servicio admisible 130 °C.

2.6.- ACUMULADOR.

Como la demanda de agua caliente sanitaria en gran parte no se consume en el momento de su generación; es decir no es simultanea con su generación, para compensar el desfase que existe que existe entre estas dos fases es necesario acumular el ACS durante las horas de generación para su posterior uso cuando se requiera sin tener que esperar a que se genere en el momento que lo deseamos. Es el encargado de almacenar el calor transferido desde los colectores térmicos al agua caliente en espera a ser consumida.

Debe de cumplir según el ITE 10.1.3.2

$$50 \leq V_{Ac} / A_T \leq 180$$

V_{Ac} → Volumen del acumulador. (L).

A_T → Área o Superficie total de captación instalada. (m²).

Volumen mínimo según el CTE: $V_{min} = 50 \cdot A_T = 50 \cdot 2 = 100$ Litros.

Además el volumen del acumulador preferentemente deberá satisfacer como mínimo el consumo diario; por lo que consideraremos este propio consumo como el volumen inicial del acumulador.

$$V_{AC} = \frac{M_{45^{\circ}C} \cdot (T_{ACS} - T_{AF})}{T_{ACUM} - T_{AF}}$$

$$V_{AC} = \frac{2 \cdot 170 \cdot (45^{\circ} - 9,3^{\circ})}{60^{\circ} - 9,3^{\circ}} = 239,4 \rightarrow 250 \text{ Litros}$$

$M_{45^{\circ}C}$ → Consumo de ACS diario a una temperatura de 45 °C → 170 l/día.

T_{ACS} → Temperatura del ACS en la toma. 45 °C.

T_{AF} → Temperatura media anual del agua de red 9,3 °C.

T_{ACUM} → Temperatura del acumulador. 60 °C.

Como se cumple que el $V_{Ac} > V_{min}$ es correcto.

$$50 \leq V_{Ac} / A_T \leq 180$$

$$50 \leq 300 / 2 \leq 180$$

Se cumple también la condición.

El modelo elegido es el Acumulador esmaltado 300 E de la casa BAXIROCA. Depósitos acumuladores para la instalación en circuitos de Calefacción de hasta 25 bar y 110 °C y de Agua Caliente Sanitaria de hasta 10 bar y 90°C. Superficie de intercambio 1,8 m². El fabricante del depósito acumulador indica que el caudal es $Q_a = 512$ litros a los 10 minutos $\rightarrow 3,07$ m³/h. El diámetro de la tubería es de 35mm.

2.7.- TUBERÍAS.

El dimensionado de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando discurra por locales habitados y a 3m/s por locales no habitados o al exterior. El dimensionado se realiza de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca supere 40 m.c.a./m lineal. Las tuberías serán de cobre y sin ningún tipo de soldaduras a lo largo de ellas al igual que en la instalación para la calefacción. Las pérdidas de carga unitaria en las tuberías de cobre se fijan en 0,015 m.c.a./m como se ha hecho en el apartado de calefacción.

2.7.1.- Caudal.

El fabricante del colector nos recomienda para un correcto funcionamiento un caudal de 90 l/h por m² de panel instalado. Como nuestra superficie útil es de 2 m² y tenemos 1 colectores, el caudal que circulará por el circuito de ida será:

$$Q_{ida} = 90 \text{ l/h} \cdot 2 \text{ m}^2 \cdot 1 = 180 \text{ l/h} \cdot 1 \text{ h} / 3.600 \text{ s} = 0,05 \text{ l/s}$$

El caudal de retorno a los colectores se considerara el mismo ya que es un circuito cerrado el que transcurre desde los colectores al intercambiador (ida) y el del intercambiador a los colectores (retorno).

2.8.- PÉRDIDAS.

Como en el apartado de calefacción para las tuberías de cobre se fijaran en unas perdidas de carga 0,015 m.c.a./m. El caudal recomendado para dicha instalación solar es de 90 l/h por m² de superficie colectora.

$$Q = 90 \cdot A_T = 90 \cdot 2 = 180 \text{ l/h} \rightarrow 0,18 \text{ m}^3/\text{h}$$

La longitud total de la instalación solar es de 18,46 teniendo en cuenta esta longitud y las pérdidas primarias debidas a la fricción entre el fluido y las paredes de las tuberías serán:

$$H_r = 15 \cdot 18,46 = 276,9 \text{ mm.c.a.} \rightarrow 27,69 \text{ mbar.} \rightarrow 0,277 \text{ m.c.a.}$$

TRAMO	\dot{m} (l/h)	L (m)	v (m/s)	D (mm)	ΔP (mm.c.a.)	ΔP (mbar)
Ida	180	9,23	0,40	14	138,45	13,845
Retorno	180	9,23	0,40	14	138,45	13,845
						27,69 mbar

El caudal de retorno será el mismo que el de la ida ya que el circuito solar es un circuito cerrado.

2.8.1.- Secundarias.

	Cantidad	Longitud equivalente	Longitud total
T Derivación a ramal	1	2,5	2,5
Codo 90°	3	0,5	1,5
Codo 45°	2	0,34	0,68
Válvula antiretorno	1	3,40	3,4
Válvula de cierre	6	0,18	1,08
Intercambiador	1	2,1	2,1

Diámetro = 14 (mm)

LT = 11,26 m

Perdidas secundarias serán: $H_r = 0,015 \cdot 11,26 \text{ m} = 0,169 \text{ mm.c.a} \rightarrow 1,689 \text{ m.c.a.}$

2.9.- BOMBA CIRCUITO PRIMARIO.

Es la encargada de vencer las pérdidas de carga en toda la instalación solar y conseguir que el agua fluya con la velocidad y presión adecuada a nuestras necesidades.

a) Perdidas de los colectores.

Según el fabricante nos proporciona la fórmula y gráfica de las pérdidas de los colectores según el caudal (Ver Bibliografía).

Para un caudal de $90 \text{ l/h} \cdot A_T \rightarrow 90 \text{ kg/h} \cdot 2 \text{ m}^2 = 180 \text{ l/h}$ según dicha fórmula proporcionada por el fabricante las pérdidas serán de:

Fórmula: $\Delta P = 0,223 \cdot C + 0,00784 \cdot C^2 = 294,16 \text{ mbar} \rightarrow 2,942 \text{ m.c.a.}$

Siendo C el caudal de la instalación solar.

b) Pérdidas tuberías.

En el apartado anterior las pérdidas de carga en las tuberías son de 15 mm.c.a./m por lo que las pérdidas finales para los tramos rectos serán de $276,9 \text{ mm.c.a.} \rightarrow 0,277 \text{ m.c.a.}$

c) Pérdidas secundarias.

Las secundarias son de $1,689 \text{ m.c.a.}$

d) Pérdidas intercambiador

El fabricante del Intercambiador Vitotrans 100 modelo 3003 485 indica que las pérdidas que se producen en el interior de este son de 200 mbar \rightarrow 2 m.c.a.

Las pérdidas totales de la bomba es la suma de las tres pérdidas.

El modelo de la bomba elegida para la instalación de ACS solar es la QUANTUM gama SXM – 25 de la casa BAXIROCA a una velocidad de 2380 r.p.m.

El punto de trabajo de la bomba es:

$$H = 6,908 \text{ m.c.a.}$$

$$Q = 180 \text{ l/h} \rightarrow 0,180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Rango de Temperaturas de funcionamiento: -20 a 130°C.

Presión máxima 10 bar y caudal máximo 3,4 m³/h.

2.10.- BOMBA CIRCUITO SECUNDARIO.

El circuito secundario es el que une el Intercambiador de placas y el depósito Acumulador. El caudal del secundario no puede ser mayor que el primario, en nuestro caso como el circuito solar es un circuito cerrado tomaremos el mismo caudal que el primario, por consiguiente la bomba será igual que la instalada en dicho circuito primario.

2.11.- VASO DE EXPANSIÓN.

$V_0 \rightarrow$ Volumen total primario.

$$V_0 = V_{\text{tuberías}} + V_{\text{colectores}} + V_{\text{intercambiador}}$$

Según las tablas del fabricante para las tuberías de cobre de diámetro 20 mm le corresponde un volumen de agua de 0,248 l/m.

Por lo que el volumen total de las tuberías será:

$$V_{\text{tuberías}} = \text{Longitud} \cdot \text{volumen l/m} = 18,46 \cdot 0,248 = 4,58 \text{ litros.}$$

El colector TopSon F3 tiene una capacidad de 1,71 litros.

Volumen de los colectores es la multiplicación del número de colectores del que se dispone y el volumen de un colector.

$$V_{\text{colectores}} = 1,71 \cdot 1 = 1,71 \text{ litros.}$$

El volumen del intercambiador incorporado en el acumulador es de

$$V_{\text{intercambiador}} = 0,27 \text{ litros. Ver nuevo modelo placa}$$

El volumen final del vaso de expansión es:

$$V_f = C_e \cdot C_p \cdot V_o$$

C_p = Coeficiente de presión que aproximadamente es de 2,10.

C_e = Coeficiente que depende de la temperatura, para instalaciones solares.

$$C_e = (33,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2708,3) \cdot 10^{-6} = 0,12$$

T → Temperatura Acumulador. 60 °C.

$$V_f = 0,12 \cdot 2,10 \cdot 6,56 = 1,65 \text{ litros.} \rightarrow 2 \text{ litros.}$$

El vaso de expansión de capacidad más pequeña que encontramos es el vaso de expansión solar VES, cuya capacidad del vaso es 8 litros.

2.11.- AISLANTE.

Al igual que para el apartado de calefacción el aislante que se colocará para la instalación solar será de las mismas características que en el apartado anteriormente mencionado en la sección de calefacción; siendo las principales características:

Material: Elastómero.

Espesor: 30 mm.

Conductividad térmica: 0,037 W/mK.

3.- INSTALACIÓN ACS Y AGUA FRÍA.

3.1.- RED PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN DEL ACS.

La distribución de Agua se realiza a través de un montante que se irá derivando a cada uno de los locales de la vivienda. Se tendrá en cuenta los caudales instantáneos de cada uno de los locales.

El dimensionado será según la tabla de los caudales unitarios (Tabla 1 Anexo 3), el coeficiente de simultaneidad (k) y el número de aparatos de la vivienda (n).

Aparatos	Agua Fría			ACS		
	Unidades	Caudal unitario. l/s	Total. l/s	Aparatos.	Caudal unitario. l/s	Total. l/s
Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,10	0,10
Fregadero	1	0,20	0,20	1	0,10	0,10
Lavadora	1	0,20	0,20	1	0,15	0,15
Bañera	1	0,30	0,30	1	0,20	0,20
Lavabo	2	0,10	0,20	2	0,065	0,13
Bidé	1	0,10	0,10	1	0,065	0,065
Inodoro	2	0,10	0,20	-	-	-
Ducha	1	0,20	0,20	1	0,10	0,10
Total	10		1,55	8		0,845

El coeficiente de s simultaneidad para $n = 10$ es:

$$n = 10 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,3333$$

Para $n = 8$;

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,3778$$

El aparato de mayor caudal es la bañera con un caudal de 0,30 l/s; por lo que implica un diámetro mínimo según la formula de:

$$Q = S \cdot V$$

Q = El caudal

S = Sección.

V = Velocidad.

Según el CTE la velocidad del agua en el interior de las tuberías debe de estar comprendida entre 0,5 m/s y 1,5 m/s. con lo que seleccionamos una velocidad de 1 m/s.

$$0,30 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow S = 0,30 \cdot 10^{-3} \rightarrow D \text{ mínimo es } 19,54 \text{ mm} \approx 20 \text{ mm.}$$

$$0,20 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow S = 0,20 \cdot 10^{-3} \rightarrow D \text{ mínimo es } 15,96 \text{ mm} \approx 18 \text{ mm.}$$

AGUA FRÍA:

$$Q_p = k \cdot 1,55 = 0,3333 \cdot 1,55 = 0,5166 \text{ l/s.}$$

$0,5166 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 25,65$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 28 \text{ mm}$.

Cumple que es mayor que el diámetro mínimo exigido de 25 mm (Anexo3 Tabla 3).

AGUA CALIENTE SANITARIA:

$$Q_m = k \cdot 0,845 = 0,3778 \cdot 0,845 = 0,3192 \text{ l/s.}$$

$0,3192 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 20,16$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 22 \text{ mm}$.

No es mayor que el diámetro mínimo exigido de 25 mm. (Anexo 3 Tabla 3) por lo que en nuestro caso el elegido será este último de 25mm.

3.2.- RED DE DISTRIBUCIÓN A CUARTOS HUMEDOS.

3.2.1.- Cocina.

Cocina	Agua Fría			ACS		
	Aparatos.	Caudal unitario. l/s	Total. l/s	Aparatos.	Caudal unitario. l/s	Total. l/s
Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,10	0,10
Fregadero	1	0,20	0,20	1	0,10	0,10
Lavadora	1	0,20	0,20	1	0,15	0,15
Total Cocina	3	-	0,55	3	-	0,35

Coefficiente de simultaneidad:

$$n = 3 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,5$$

AGUA FRÍA:

$$Q_p = k \cdot 0,55 = 0,5 \cdot 0,55 = 0,275 \text{ l/s.}$$

$0,275 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 18,71$ redondeando a un diámetro comercial elegimos $D = 20 \text{ mm}$.

Si cumple el diámetro mínimo exigido en nuestro caso de 20 mm. (Anexo 3 Tabla 3).

AGUA CALIENTE SANITARIA:

$$Q_m = k \cdot 0,35 = 0,5 \cdot 0,35 = 0,175 \text{ l/s.}$$

$0,175 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 14,93$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 15 \text{ mm}$.

Como no cumple escogemos el diámetro mínimo exigido de 20 mm. (Anexo 3 Tabla 3).

3.2.2.- Baño.

Baño	Agua Fría			ACS		
	Aparatos	Caudal unitario. l/s	Total	Aparatos	Caudal unitario. l/s	Total
Bañera	1	0,30	0,30	1	0,20	0,20
Lavabo	1	0,10	0,10	1	0,065	0,065
Bidé	1	0,10	0,10	1	0,065	0,065
Inodoro	1	0,10	0,10	-	-	-
Total Baño	4	-	0,60	3	-	0,33

Coefficiente de simultaneidad:

$$n = 4 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,5773$$

$$n = 3 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,5$$

AGUA FRÍA:

$$Q_p = k \cdot 0,60 = 0,5773 \cdot 0,60 = 0,3464 \text{ l/s.}$$

$0,3464 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 21$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 22 \text{ mm}$.

Si cumple, es mayor que el diámetro mínimo exigido de 20 mm. (Anexo 3 Tabla 3).

AGUA CALIENTE SANITARIA:

$$Q_m = k \cdot 0,33 = 0,5 \cdot 0,33 = 0,165 \text{ l/s.}$$

$0,165 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 14,49$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 15 \text{ mm}$.

No cumple escogemos el diámetro mínimo exigido de 20 mm. (Anexo 3 Tabla 3).

3.2.3.- Aseo.

Aseo	Agua Fría			ACS		
	Aparatos	Caudal unitario. l/s	Total	Aparatos	Caudal unitario. l/s	Total
Ducha	1	0,20	0,20	1	0,10	0,10
Lavabo	1	0,10	0,10	1	0,065	0,065
Inodoro	1	0,10	0,10	-	-	-
Total Aseo	3	-	0,40	2	-	0,165

Coefficiente de simultaneidad:

$$n = 3 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 0,5$$

$$n = 2 \quad K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = 1$$

AGUA FRÍA:

$$Q_p = k \cdot 0,40 = 0,5 \cdot 0,40 = 0,2 \text{ l/s.}$$

$0,2 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 15,96$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 18 \text{ mm}$. No cumple escogemos el diámetro mínimo exigido de 20 mm . (Anexo 3 Tabla 3).

AGUA CALIENTE SANITARIA:

$$Q_m = k \cdot 0,165 = 1 \cdot 0,165 = 0,165 \text{ l/s.}$$

$0,165 \cdot 10^{-3} = S \cdot 1 \rightarrow$ El diámetro es $D = 14,49$ redondeando a un diámetro comercial escogemos $D = 15 \text{ mm}$. No cumple escogemos el diámetro mínimo exigido de 20 mm . (Anexo 3 Tabla 3).

3.3.- RED DE DISTRIBUCIÓN A LOS APARATOS.

Los ramales de distribución que van desde los cuartos húmedos a cada aparato de consumo como son los fregaderos, duchas, baños, inodoros, etc. se dimensionan con los diámetros mínimos exigidos según Tabla 2 Anexo 3.

3.4.- RED DE RETORNO DE ACS.

Para el dimensionado del diámetro de retorno se estima que el grifo más alejado sufre una pérdida de $3 \text{ }^\circ\text{C}$, además se tendrá en cuenta que se recircula como mínimo un 10% del agua del ramal de máximo caudal, siendo este el ramal principal de distribución con un caudal de $Q = 0,3192 \text{ l/s}$. $\rightarrow 0,032 \text{ l/s}$ implica un diámetro de 12 mm y una velocidad de $v = 0,35 \text{ m/s}$.

Para facilitar los cálculos toda la red de retorno se dimensionarán con este diámetro.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

PLANOS

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

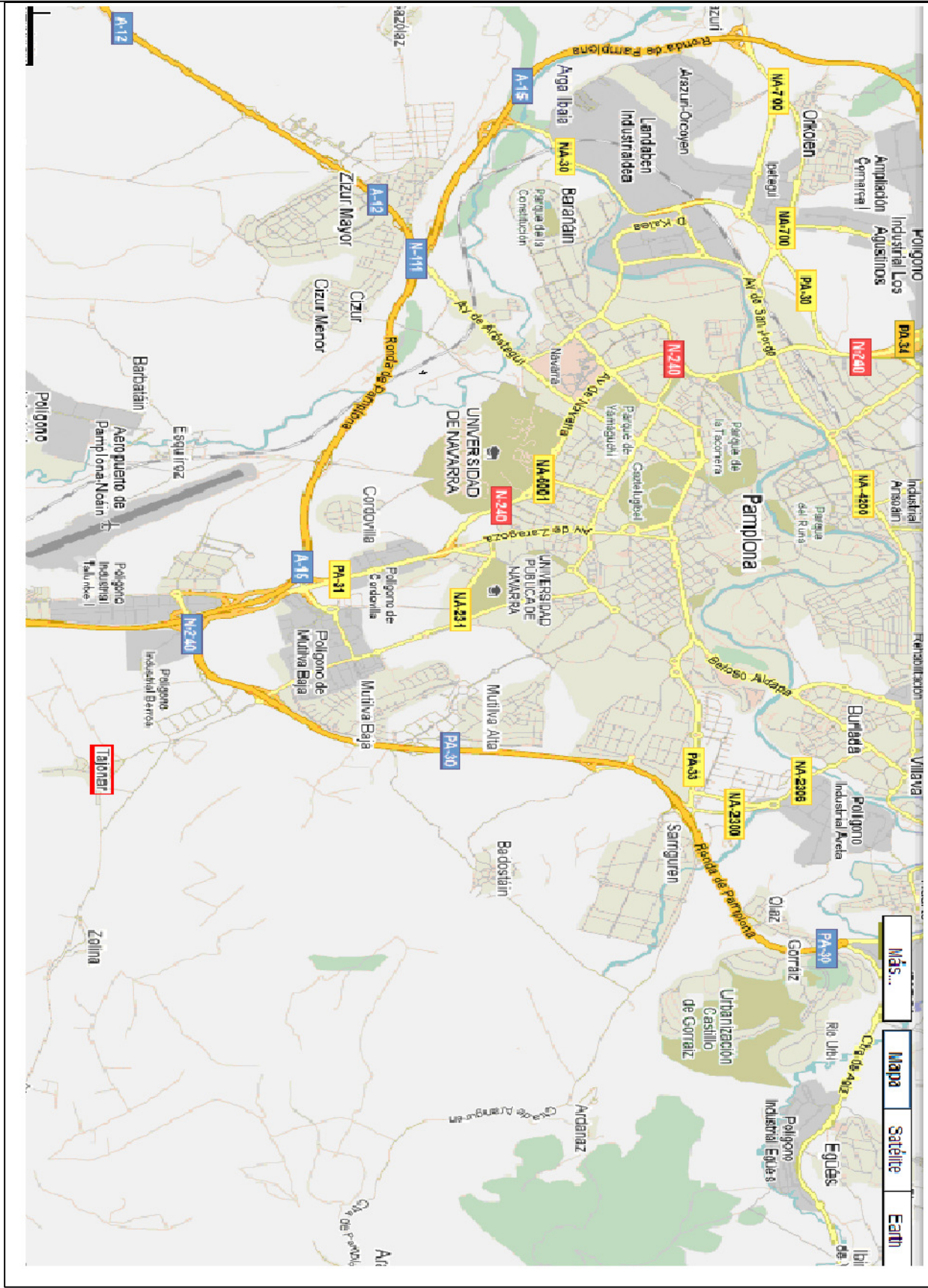
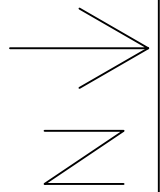
Pamplona, 14 de Abril de 2011

ÍNDICE.

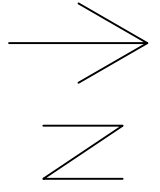
	Plano.
UBICACIÓN. -----	1
EMPLAZAMIENTO. -----	2
LOCALIZACIÓN. -----	3
DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA. -----	4
DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA. -----	5
DISTRIBUCION CALEFACCIÓN PLARA BAJA. -----	6
DISTRIBUCION CALEFACCIÓN PRIMERA PLANTA. -----	7
DISTRIBUCIÓN DE ACS Y AGUA FRÍA PLANTA BAJA. -----	8
DISTRIBUCIÓN DE ACS Y AGUA FRÍA PRIMERA PLANTA. -----	9
ESQUEMA CALEFACCIÓN. -----	10
CUBIERTA. -----	11
ESQUEMA SOLAR. -----	12
ESQUEMA DISTRIBUCIÓN ACS. -----	13
ESQUEMA DISTRIBUCIÓN AGUA FRÍA. -----	14

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.



 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>	
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</p>	<p>REALIZADO: FERNANDEZ EITO, MIGUEL</p>	
<p>PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACION Y ACS CON APOYO SOLAR PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR</p>		<p>FIRMA:</p>	
 <p>PIPANO</p>		<p>FECHA: 14/04/11</p>	<p>ESCALA: 1 : 1000</p>
<p>LOCALIZACION</p>		<p>Nº PLANO: 1</p>	



Más...
 Mapa
 Satélite
 Earth



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:
 INSTALACION DE CALEFACION Y ACS CON APOYO SOLAR
 PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

REALIZADO:
FERNANDEZ EITO, MIGUEL
 FIRMA:

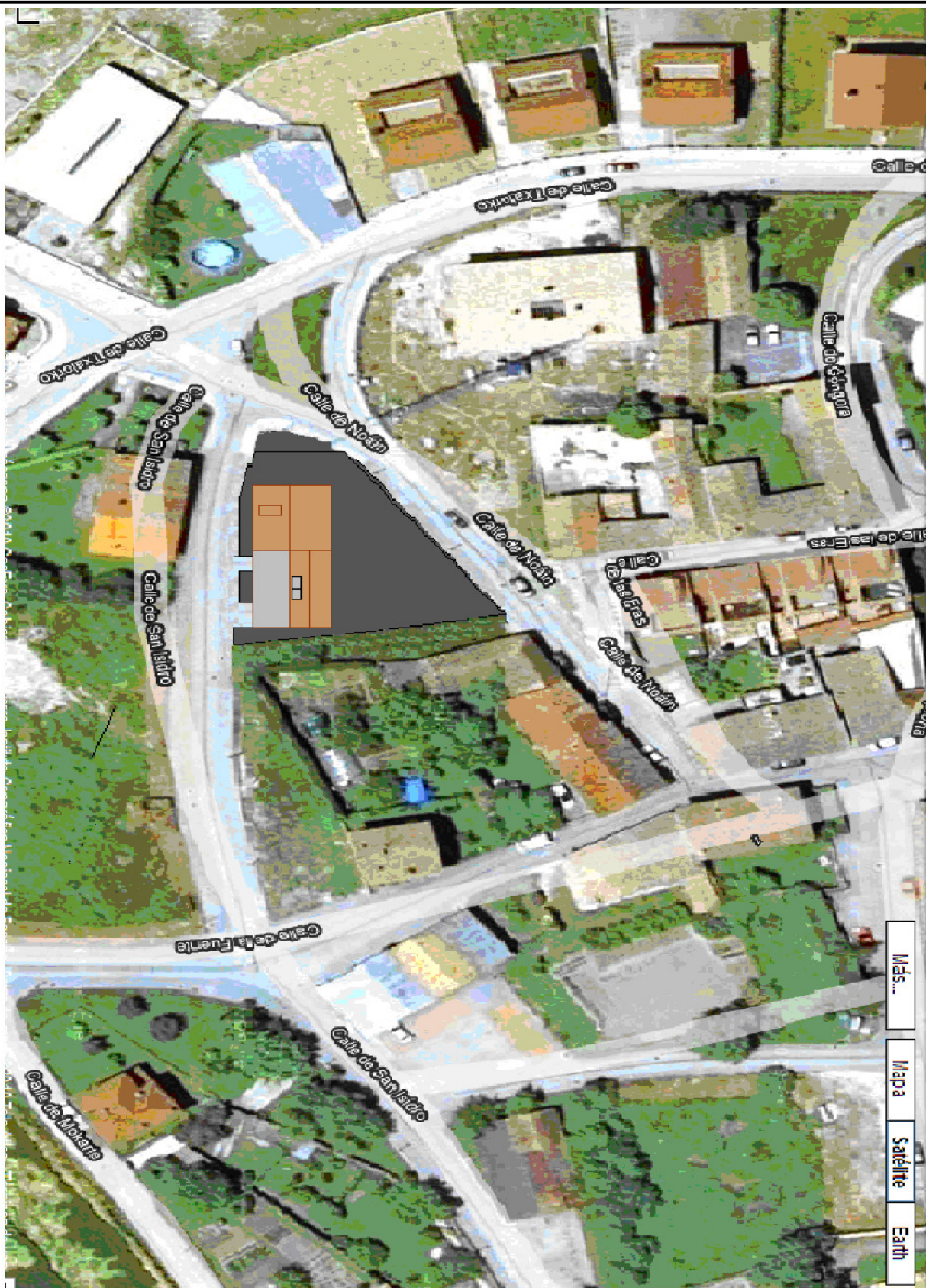


UBICACION

FECHA:
 14/04/11

ESCALA:
 1 : 1000

Nº PLANO:
2



Más...
 Mapa
 Satélite
 Earth



Universidad Pública
 de Navarra
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
 TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
 PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

INSTALACION DE CALEFACION Y ACS CON APOYO SOLAR
 PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

REALIZADO:

FERNANDEZ EITO, MIGUEL

FIRMA:



EMPLAZAMIENTO

FECHA:

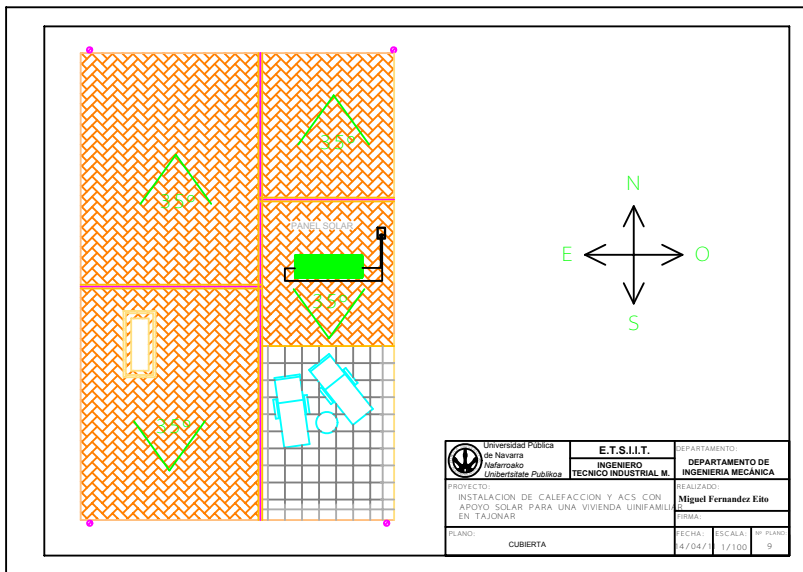
14/04/11

ESCALA:

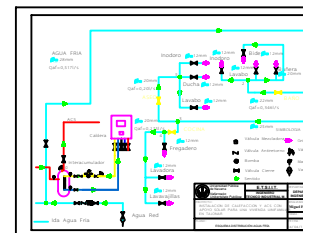
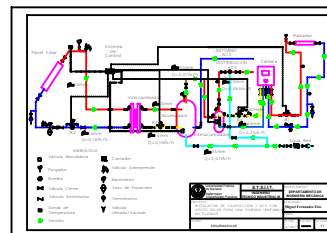
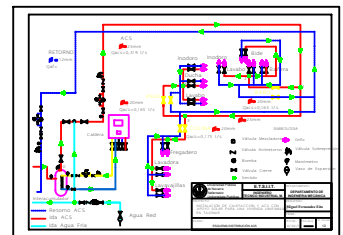
1 : 1000

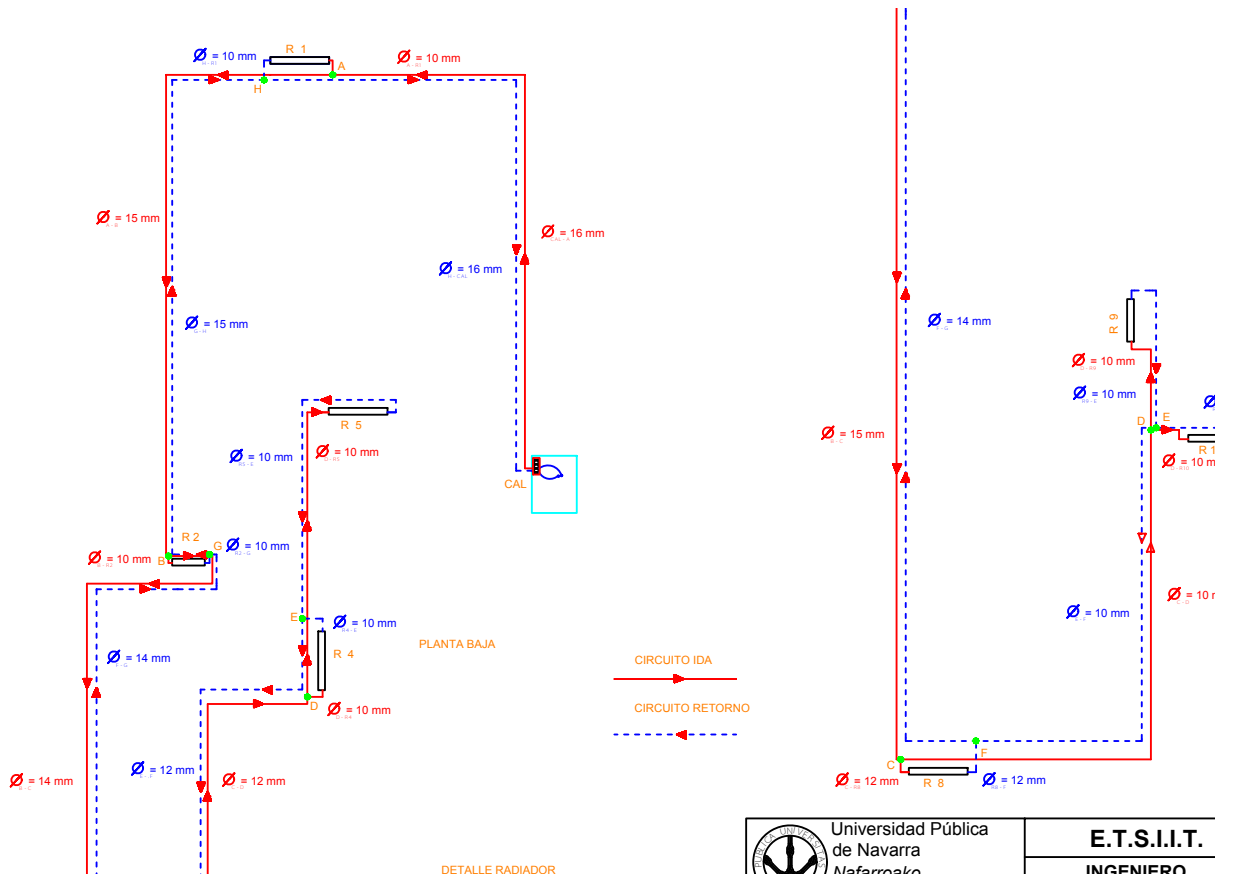
Nº PLANO:

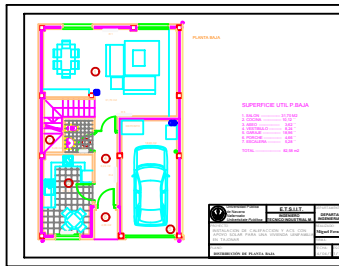
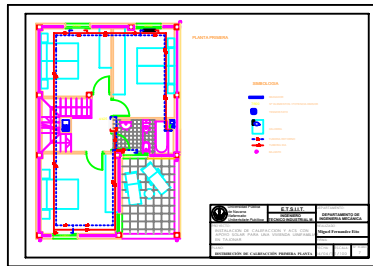
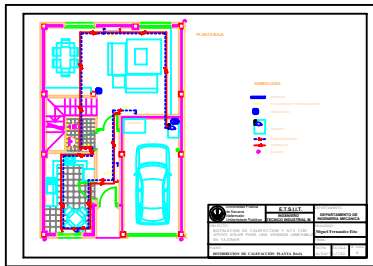
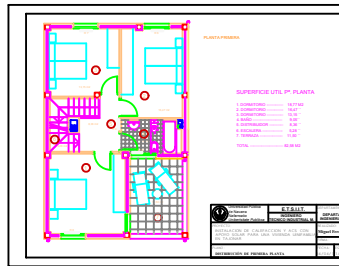
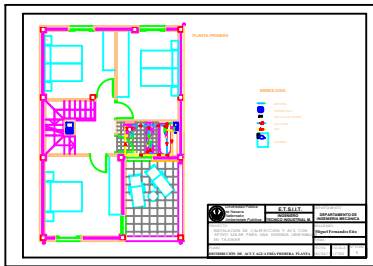
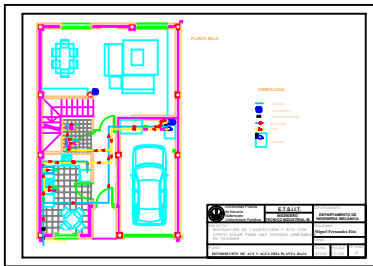
3



 Universidad Pública de Navarra Unibertsitate Publikoa Unibersitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA
	PROYECTO: INSTALACION DE CALEFACCION Y ACS CON APOYO SOLAR PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJOAN		REALIZADO: Miguel Fernandez Elio
PLANO: CUBIERTA	FECHA: 4/04/11	ESCALA: 1/100	PÁGINA: 9









ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

PLIEGO

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril de 2011



	Pag.
1.- OBJETO. -----	4
1.1.- Introducción. -----	4
2.- CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES. -----	5
2.1.- Aguas. -----	6
2.2.- Arenas. -----	7
2.3.- Grava para hormigones. -----	7
2.4.- Yeso. -----	8
2.5.- Hormigones. -----	8
2.6.- Ladrillos. -----	9
2.7.- Vidrios. -----	10
2.8.- Materiales no mencionados en el pliego. -----	10
2.9.- Condiciones generales Caldera. -----	10
2.9.1.- Documentación Caldera. -----	11
2.10.- Calefacción. -----	11
2.11.- Condiciones generales Quemadores. -----	12
2.11.1.- Documentación Quemador. -----	13
2.12.- Chimeneas y Conductos de humos. -----	13
2.13.- Generalidades Colectores Solares. -----	14
2.13.1.- Documentación Colectores. -----	15
2.14.- Generalidades del Acumulación. -----	15
2.15.- Generalidades del Intercambiador. -----	17
2.16.- Circuito Hidráulico. -----	19
2.16.1.- Tuberías y accesorios. -----	19
2.16.1.1.- Generalidades. -----	19
2.16.1.2.- Conexiones. -----	22
2.16.1.3.- Uniones. -----	22
2.16.1.4.- Pendientes. -----	23
2.16.2.- Características de los tubos Cobre. -----	25

2.17.- Bombas. -----	27
2.17.1.- Documentación Bombas. -----	28
2.18.- Generalidades de Válvulas y Accesorios. -----	28
2.19.- Generalidades Vasos de Expansión. -----	31
2.20.- Generalidades Aislamientos. -----	33
2.21.- Generalidades Sistemas de Control. -----	34
2.21.1.- Diseño del sistema de Control. -----	35
2.22.- Equipos de Medida. -----	36
2.22.1.- Medida de temperatura. -----	36
2.22.2.- Medida de caudal. -----	37
2.22.3.- Medida de presión. -----	38
2.24.- Generalidades del Fluido. -----	38
2.24.1.- Protección Contra heladas. -----	39
2.24.2.- Protección Sobrecalentamiento. -----	41
2.25.- Temperaturas. -----	42
2.26.- Presión. -----	42
2.27.- Fontanería y Aparatos Sanitarios. -----	43
3.- MONTAJE DE LAS INSTALACIONES. -----	44
3.1.- Montaje Colectores. -----	46
3.1.1.- Montaje Estructura y Soporte de los Colectores. -----	47
3.2.- Acumulador. -----	48
3.2.1.- Montaje Conexión del Acumulador. -----	48
3.3.- Intercambiador. -----	49
3.4.- Bomba. -----	50
3.5.- Aislamiento. -----	50
3.6.- Chimenea. -----	50
3.7.- Emisores. -----	51
3.8.- Vaso Expansión. -----	52
3.8.1.- Sistema individualizado. -----	53
3.9.- Tuberías y Accesorios. -----	53

4.- RECEPCIÓN Y PRUEBAS FUNCIONALES.	55
4.1.- Ensayos de Recepción y Pruebas Funcionales.	55
5.- GENERALIDADES MANTENIMIENTO.	57
5.1.- Programa de Mantenimiento.	57
5.1.1.- Objeto.	57
5.1.2.- Criterios Generales.	67
6.- CONDICIONES FACULTATIVAS.	63
6.1.- La Ejecución.	63
6.2.- Plazo de Comienzo y de Ejecución.	63
6.3.- Recepción Provisional de las Obras.	64
6.4.- Recepción Definitiva.	64
6.5.- Sanciones por Retraso.	64
6.6.- Control de Calidad.	65
6.6.1.- Trabajos Defectuosos.	66
6.6.2.- Desperfectos en las Propiedades Colindantes.	66
6.7.- Plazo de Garantía.	66
6.8.- Abono de las Obras.	68
6.9.- Obligaciones y Responsabilidades de la Contrata.	68
6.10.- Seguridad e Higiene en el Trabajo.	70
7.- NORMATIVA.	71

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.

Pliego

1.- OBJETO.

El objeto de este pliego es la enumeración de tipo general técnico de control y de ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del proyecto. Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente y además de las instalaciones de calefacción.

El ámbito de aplicación de este pliego de condiciones técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este proyecto, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Para este pliego de especificaciones técnicas se ha tenido en cuenta a las líneas de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura en el ámbito de plan de fomento de energías renovables.

1.1.- Introducción.

A continuación se recogen las características y condiciones que reunirá la obra y materiales principales en ellas empleados.

Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto de este reglamento deben cumplir las prescripciones que se indican en esta instrucción técnica.

No obstante, considerando que todos ellos entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la directiva del consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables únicamente mientras no estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hayan sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva citada u otras disposiciones comunitarias que sean de aplicación.

Los requisitos de rendimiento de las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos serán los prescritos en el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 92/42/CEE, modificada por el artículo 12 de la directiva 93/68/CEE, como una de las acciones dentro del marco del programa SAVE, relativo a la promoción de la eficacia energética en la unión europea.

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación. Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del sistema internacional.

2.- CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES.

Los materiales deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el proyecto. Asimismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del pliego.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de documento de idoneidad técnica, que avalen sus cualidades, emitido por organismos técnicos reconocidos.

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clases en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo especificado en el pliego de condiciones y a lo ordenado por el arquitecto director.

Como norma general el contratista vendrá obligado a presentar el certificado de garantía o documento de idoneidad técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la dirección facultativa y al organismo encargado del control de calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas. Siendo estas condiciones independientes, con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de especificaciones de control de calidad. Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la obra, corriendo el constructor con todos los gastos que ello ocasionase.

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra.

El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación. Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la dirección facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la dirección facultativa y sin que el constructor pueda plantear reclamación alguna.

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el reglamento de aparatos a presión, que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en los mismos circuitos materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto directo debiendo situar entre ambos juntas o manguitos.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el pliego de condiciones y demás normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el arquitecto director de la obra, por lo que el arquitecto podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el contratista pueda hacer reclamación alguna.

2.1.- Aguas.

En general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de hormigón en obra, todas las aguas mencionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse todas las que tengan un PH inferior a 5. Las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15 gr. por litro (15.000 PPM); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresado en SO, rebase 14 gr. por litro (14.000 PPM); las que contengan iones de cloro en proporción superior a 6 gr. por litro (6.000 PPM); las aguas en las que se aprecia la presencia de hidratos de carbono y, finalmente las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gr. por litro (15.000 PPM).

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos, deberán realizarse en la forma indicada en los métodos de ensayo UNE 72,36, UNE 72,34, UNE 7130, UNE 7131, UNE 7178, UNE 7132 y UNE 7235.

Aquellas que se empleen para la confección de hormigones en estructura cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EH-88/91.

2.2.- Arenas.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5mm de luz de malla; por "grava" o "ángulo grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz y por "árido total"(o simplemente árido cuando no haya lugar a confusiones) aquel que, de por sí solo o por mezcla, posee el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

La limitación de tamaño será tal que cumpla las condiciones señaladas en las instrucciones señaladas en la instrucción en lo referente al hormigón.

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueda presentar la arena o árido fino no excederá de los límites que se indican en el cuadro que a continuación se detalla.

Cantidad máxima en % del peso total de la muestra.

Terrones de arcilla.	1,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2.	0,50
Compuestos de azufre, expresados en SO y referidos al árido seco.	4

2.3.- Grava para hormigones.

La cantidad de sustancias perjudiciales que puedan presentar las gravas o árido grueso no excederá de los límites que se indican en el cuadro siguiente:

Cantidad máxima de % del peso total de la muestra.

Terrones de arcilla.	0,25
Particulares blancas.	5,00

Material retenido por el tamiz UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2.	1,00
Compuesto de azufre, expresados en SO y referidos al ácido seco.	4

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento. Su determinación se efectuará con forme marque el método de ensayo UNE 7137.

En el caso de utilizar las escorias siderúrgicas como árido grueso, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7234.

Tanto las arenas como la grava empleada en la confección de hormigones para la ejecución de estructuras deberán cumplir las condiciones que se exigen en la instrucción EH-88/91.

2.4.- Yeso.

El yeso negro estará bien cocido y molido, limpio de tierra. Absorberá al amasarlo una cantidad de agua igual a su volumen y su aumento al fraguar no excederá de una quinta parte. El coeficiente de rotura por aplastamiento de la papilla de yeso fraguado no será inferior a 80 kg/cm² a los veintiocho días.

Se ajustarán a las condiciones fijadas para el yeso en sus distintas designaciones, en el pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de Construcción

2.5.- Hormigones.

Los hormigones se ajustarán totalmente a las dosificaciones que se fijen en el correspondiente presupuesto y su docilidad será la necesaria para que no puedan quedar coqueas en la masa del hormigón sin perjuicio de su resistencia.

Durante la ejecución de la obra se sacarán probetas de la misma masa de hormigón que se emplee de acuerdo con las condiciones del control de calidad previsto, observándose en su confección análogas características de apisonado y curado que en la obra. Dichas probetas se romperán a los siete y veintiocho días de su fabricación, siendo válidos los resultados de este último plazo a los efectos de aceptación de la resistencia.

Si las cargas medias de rotura fueran inferiores a las previstas podrá ser rechazada la parte de obra correspondiente, salvo en el caso de que las probetas sacadas directamente de la misma obra den una resistencia superior a la de las probetas de ensayo. Si la obra viene a ser considerada defectuosa, vendrá obligado el contratista a demoler la parte de la obra que se le indique por parte de la dirección facultativa, rechazándola a su costa y sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución. Todos estos gastos de ensayos, ejecución y rotura de probetas serán por cuenta del Contratista.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón se precisa mantener su humedad, mediante el curado, que se realizará durante un plazo mínimo de siete días, durante los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente, o regarlas con un material que mantenga la humedad y evite la evaporación rápida.

2.6.- Ladrillos.

El ladrillo tendrá las dimensiones, color y forma definidos en las unidades de obra, siendo en cualquier caso bien moldeado, y deberá ajustarse en cuanto a calidad, grado de cochura, tolerancias de dimensiones, etc, a las normas UNE. La fractura será de grano fino, compacta y homogénea sin piedras ni cuerpos extraños, golpeados con un martillo producirán un sonido campanil agudo y su color se ofrecerá en todos ellos lo más uniforme posible.

El contratista deberá presentar a la dirección facultativa certificado de garantía del fabricante, para cada clase de ladrillo, de su resistencia a compresión, ajustada a uno de los valores siguientes, dados en kg/cm^2 .

Ladrillos macizos:	100	150	200	300
Ladrillos perforados:	150	200	300	
Ladrillos huecos:	50	70	100	150

No se admitirán ladrillos con resistencia inferior a los siguientes:

Ladrillos macizo:	100 kg/cm^2
Ladrillos perforados:	150 kg/cm^2
Ladrillos huecos:	50 kg/cm^2

2.7.- Vidrios.

Serán inalterables a la acción de los ácidos, salvo el fluorhídrico, ofreciéndose incoloros, sin aguas ni vetas así como tampoco burbujas, rayas y demás defectos.

Sus cualidades serán las establecidas en el presupuesto, debiendo aportarse y recibirse con la máxima pulcritud y esmero.

Sus condiciones y calidades se ajustarán a las normas escritas en el pliego o las Norma UNE.

2.8.- Materiales no mencionados en el pliego.

Cualquier material que no se hubiese consignado o descrito en el presente pliego y fuese necesario utilizar, reunirá las cualidades que requieran para su función a juicio de la dirección técnica de la obra y de conformidad con el pliego de condiciones del proyecto, así como toda la normativa tecnológica de la edificación, aunque no sea de obligado cumplimiento, siempre que haya sido aprobada por orden ministerial.

Así mismo serán de preferente aceptación aquellos que estén en posesión del documento de idoneidad técnica.

2.9.- Condiciones generales Caldera.

Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan normas de aplicación de la directiva del consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia nominal comprendida entre 4 a 400 kW. Las calderas de potencia superior a 400 kW tendrán un rendimiento igual o superior al exigido para las calderas de 400 kW.

Quedan excluidas de este cumplimiento las calderas alimentadas por combustibles sólidos líquidos o gaseosos cuyas características o especificaciones difieran de las de los combustibles comúnmente comercializados y su naturaleza corresponda a recuperaciones de efluentes, subproductos o residuos cuya combustión no se vea afectada por limitaciones relativas al impacto ambiental (p.e.: gases residuales, biogases, biomasa, etc.).

Las calderas de gases se atenderán en todo caso a la reglamentación vigente, a lo establecido en esta instrucción técnica complementaria y particularmente al Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre, por el que se aprueban las disposiciones de la aplicación de la directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

2.9.1.- Documentación Caldera.

El fabricante del generador de calor auxiliar deberá suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- a) Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
- b) Condiciones de utilización del generador de calor y condiciones nominales de salida del fluido portador.
- c) Características del fluido portador.
- d) Capacidad óptima de combustibles del hogar en las calderas de carbón.
- e) Contenido de fluido portador del generador de calor.
- f) Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por el generador de calor.
- g) Dimensiones exteriores máximas del generador y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación (salida de humos, salida y entrada del fluido portador, etc.).
- h) Dimensiones de la bancada.
- i) Pesos en transporte y en funcionamiento.
- j) Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- k) Curvas de potencia-tiro necesaria en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la directiva del Consejo 92/42/CEE.

2.10.- Calefacción.

La instalación se ejecutará de acuerdo con los planos de montaje de la casa instaladora que se designe al efecto, teniendo que cumplir las indicaciones de los planos y de las mediciones de tuberías y demás pormenores de la instalación.

Todos los cambios con respecto al proyecto deberán estar justificados por la contrata y no se certificara ningún cambio por olvido u omisión en la presentación del presupuesto del montaje con respecto al proyecto, exigiendo en todos los casos el perfecto funcionamiento de la instalación.

Se cumplirá el reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria según R.D. del 6-8-1980.

2.11.- Condiciones generales Quemadores.

Para que un quemador funcione hace falta que exista una pequeña llama o piloto permanentemente encendida a la cual llega el combustible, convenientemente dosificado y pulverizado, mezclado con el aire que proporciona un ventilador, produciéndose una potente llama que se introduce en la cámara de combustión de la caldera a través de un cañón adaptador.

En los quemadores para fluidos líquidos hay que hacer que el fluido llegue a la boquilla bien mediante la gravedad, o bien mediante una pequeña bomba incorporada al cuerpo del quemador.

Los quemadores están automatizados: la bomba del circuito de calefacción exige el funcionamiento de la microbomba de la que van provistos; asimismo mediante sondas, que realizan lecturas térmicas en la instalación, incluso en el exterior, se envía señales a una centralilla que, por medio de electro válvulas, modula o cierra el paso del combustible, incluso cuando no funciona la bomba.

Los quemadores dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifiquen, con caracteres indelebles, los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante e importador en su caso.
- b) Marca, modelo y tipo de quemador.
- c) Tipo de combustible.
- d) Valores límites del gasto horario.
- e) Potencias nominales para los valores anteriores del gasto.
- f) Presión de alimentación del combustible del quemador.
- g) Tensión de alimentación.
- h) Potencia del motor eléctrico y, en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- i) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- j) Dimensiones y peso.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

2.11.1.- Documentación Quemador.

El suministrador aportará la documentación siguiente:

- a) Dimensiones y características generales.
- b) Características técnicas de cada uno de los elementos del quemador.
- c) Esquema eléctrico y conexionado.
- d) Instrucciones de manejo.
- e) Instrucciones de puesta en marcha, regulación y mantenimiento

2.12.- Chimeneas y Conductos de humos.

Los conductos de humos solamente se usarán para la evacuación de los productos de la combustión.

El conducto de evacuación podrá ser común a varios generadores en cuyo caso el conducto auxiliar deberá tener un tramo vertical ascendente de altura igual o mayor que la altura de una planta, antes de su conexión al citado conducto o colector.

Los criterios y soluciones contenidos en la norma tecnológica de la edificación NTE-ISH se consideran aceptables a los efectos del cumplimiento de los requisitos exigidos.

Los productos de la combustión de los generadores que utilizan gas como combustible cumplirán las exigencias establecidas en la reglamentación de seguridad industrial.

Para el resto de combustibles los productos de la combustión de calderas se evacuarán mediante un conducto vertical que desemboque en la cubierta.

La evacuación de humos y gases se proyecta por conductos distintos y con acometidas desde el aparato a la canalización correspondiente.

Los conductos previstos serán de total estanqueidad, verticalidad, y sus materiales estarán protegidos en los casos necesarios; las canalizaciones estarán separadas de las instalaciones paralelas de gas un mínimo de 5 cms.

Las ventilaciones artificiales estarán ejecutadas por conductos homologados, con protección de los materiales en contacto con las demás unidades de obra y en los pasos de forjados, etc.

2.13.- Generalidades Colectores Solares.

Todos los colectores que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en las normativas.

En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la memoria de solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

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

Será necesaria la presentación de la homologación del captador por el organismo de la administración competente en la materia y la certificación del mismo por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio. Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos. Se utilizarán colectores que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

Material de la cubierta transparente: vidrio normal o templado, de espesor no inferior a 3 mm y transmisividad mayor o igual a 0,8. La utilización de material de otras características requiere el informe de un organismo acreditado que garantice las características funcionales y de durabilidad del colector.

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga para un caudal de 1 l/min por m² será inferior a 1 m.c.a. El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

2.13.1.- Documentación Colectores.

La memoria de diseño o proyecto incluirán los siguientes datos técnicos del colector, proporcionados por el fabricante así como las fechas y laboratorio de certificación:

Etiquetado: fabricante, tipo de instalación, número de serie, año, superficie de absorción, volumen de fluido, presión de diseño, presión admisible, potencia eléctrica, peso del captador vacío, capacidad de líquido, presión máxima de servicio, dimensiones principales: alto, ancho, largo, material y transmisividad de la cubierta transparente, tipo de configuración del absorbedor, materiales y tratamiento del absorbedor, materiales aislantes, etc.

En los Sistema solares prefabricados: el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje y la instalación, e instrucciones de operación para el usuario, funcionamiento y mantenimiento, así como recomendaciones de servicio.

Asimismo se realizará el control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Datos técnicos: esquema del sistema, situación y diámetro de las conexiones, potencia eléctrica y térmica, dimensiones, tipo, forma de montaje, presiones y temperaturas de diseño y límites, tipo de protección contra la corrosión, tipo de fluido térmico, condiciones de instalación y almacenamiento.

Guía de instalación con recomendaciones sobre superficies de montaje, distancias de seguridad, tipo de conexiones, procedimientos de aislamiento de tuberías, integración de captadores en tejados, sistemas de drenaje.

Estructuras soporte: cargas de viento y nieve admisibles.
Tipo y dimensiones de los dispositivos de seguridad. Drenaje. Inspección, llenado y puesta en marcha. Temperatura mínima admisible sin congelación. Irradiación solar de sobrecalentamiento.

Documentación para el usuario sobre funcionamiento, precauciones de seguridad, elementos de seguridad, mantenimiento, consumos, congelación y sobrecalentamiento.

2.14.- Generalidades del Acumulación.

La memoria de solicitud y la memoria de diseño o proyecto incluirán el número de acumuladores, fabricante y modelo, volumen útil de cada uno, principales dimensiones, la protección interior, así como el tipo, conductividad y espesor del aislamiento además deberá especificarse, asimismo, las temperaturas y presiones máximas de trabajo, así como la configuración y ubicación de los depósitos de acumulación.

Los acumuladores y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897. Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores. Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 80 °C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como aparece en el RD 909/2001.

En caso de aplicaciones con sistema de energía auxiliar no incorporado en el acumulador solar, es necesario realizar un conexionado entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de legionela. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento antilegionela.

El acumulador estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el reglamento de aparatos a presión e instrucción técnica complementaria. La prueba se realizará con una presión igual a dos veces la presión de trabajo y homologado por el ministerio de industria y energía.

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

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

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envoltente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además los siguientes datos:

- a) Superficie de intercambio térmico en m².
- b) Presión máxima de trabajo, del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

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

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y, es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante para garantizar la durabilidad del acumulador.

Todos los acumuladores se protegerán, como mínimo, con los dispositivos indicados en el apartado de la instrucción técnica complementaria del reglamento de aparatos a presión (orden 11.764 de 31 de mayo de 1985 – BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

2.15.- Generalidades del Intercambiador.

En los que vienen ya integrados en el propio Acumulador o en la caldera el fabricante deberá de asegurarse de cumplir con lo que a continuación describimos.

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

La memoria de solicitud y la memoria de diseño o proyecto incluirán el tipo, independiente o incorporado al acumulador solar y el material de construcción.

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

En los intercambiadores incorporados al acumulador solar estará situado en la parte inferior del acumulador y podrá ser de tipo sumergido o de doble envolvente. El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular y estará construido en cobre o acero inoxidable.

El cambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los cambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión, y por otro a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán InterAcumuladores con envolvente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador. Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito, tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada. En instalaciones por termosifón, tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 %.
- Si se instala más de un intercambiador de calor, también este valor debería de no ser excedido por la suma de las reducciones debidas a cada intercambiador. El criterio se aplica también si existe en el sistema un intercambiador de calor en la parte de consumo.

La pérdida de carga de diseño en el intercambiador de calor no será superior a 4 m.c.a., tanto en el circuito primario como en el secundario.

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. Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito.

2.16.- Circuito Hidráulico.

La memoria de diseño o proyecto incluirán un esquema de línea de la instalación, el cálculo del caudal de diseño, el dimensionado de tuberías y componentes y la especificación del aislamiento térmico.

El esquema de línea de la instalación especificará sobre planos a escala del lugar, la ubicación de los colectores solares, el depósito de acumulación, el intercambiador de calor, las bombas, el vaso de expansión, demás elementos y el trazado de tuberías del circuito primario y secundario.

El esquema de línea de la instalación tendrá el grado de definición necesario para efectuar todos los cálculos de dimensionado del circuito.

El esquema de línea especificará las secciones de tuberías. Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Para asegurar igual recorrido hidráulico en los colectores solares el trazado de tuberías del circuito primario se realizará con retorno invertido.

Siempre que sea posible, el montaje en retorno invertido se realizará de forma que la parte más corta del circuito primario corresponda a los tramos de la salida caliente de los colectores.

2.16.1.- Tuberías y accesorios.

La memoria de solicitud y la memoria de diseño o proyecto especificarán la clase de material. El pliego de condiciones especificará las siguientes características de las tuberías: tipo de unión, diámetro nominal y presión nominal de trabajo.

2.16.1.1.- Generalidades.

Durante la fase de diseño de una red de fluido portador se procurará conseguir un equilibrado hidráulico de los circuitos. Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles. En los generadores de calor en ningún caso el caudal podrá ser inferior al que indique el fabricante.

Se procurará que los circuitos de distribución de los fluidos portadores se dividan teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, las cargas diferenciadas por orientación o servicio, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas. Se aconseja situar las tuberías, preferiblemente, en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas, especialmente en sus tramos principales y de sus accesorios, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios.

La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm. Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas.

Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo.

Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizaran de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o el enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En general, los tubos empleados para la ejecución de calefacción y ACS deberán satisfacer las condiciones mínimas siguientes:

Serán perfectamente lisos, circulares, de generatriz recta y bien calibrada. No se admitirán los que tengan ondulaciones o desigualdades mayores de cinco milímetros, ni rugosidades de más de un milímetro de espesor.

Deberán poder resistir como mínimo una presión hidrostática de prueba de dos atmósferas, sin presentar exudaciones, poros o quiebras de ninguna clase.

A efectos de pruebas de ensayo, cumplirán lo especificado en las normas UNE-41009 y desde la UNE-41010 a la UNE-41015 inclusive.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el acero negro, el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosivo. Se admiten material plástico acreditado apto para esta aplicación.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre, acero inoxidable o acero galvanizado. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre de calefacción serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153). No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

No se utilizarán tuberías de acero galvanizado para agua caliente por encima de 53 °C. A los efectos de este proyecto, se considerará que el circuito primario puede sobrepasar los 70 °C.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios la velocidad del fluido será inferior a 2 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

Con carácter general, deberemos tener en cuenta las normas siguientes:

- La distancia entre las tuberías de agua caliente y agua fría debe ser como mínimo de 5 cm, situándose la de agua caliente por encima de la de agua fría.
- Las tuberías de agua caliente deberán estar aisladas térmicamente para evitar pérdidas de calor, especialmente las tuberías del sistema de calefacción que circulen por el exterior del edificio o por locales no calefactados.
- En los tramos rectos de tubería, deberá colocarse un compensador de dilatación cada 25 metros como mínimo. Así mismo, los soportes del tubo se colocarán lejos de los cambios de dirección (esquinas), situados siempre sobre tramos rectos para permitir la dilatación de las tuberías y evitar la aparición de tensiones sobre los accesorios.
- Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la formación de bolsas de aire, bien dando a la tubería la pendiente adecuada o montando purgadores automáticos de aire.
- El paso de tabiques o forjados se realizará con manguitos pasamuros holgados (mínimo 10 m), que se sellarán con materiales aislantes flexibles.
- Como norma general, se evitará el uso de materiales plásticos en las tuberías de agua caliente.

2.16.1.2.- Conexiones.

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución.

Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de interceptación y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Se admiten conexiones roscadas de las tuberías a los equipos o aparatos solamente cuando su diámetro sea igual o menor que DN 50.

2.16.1.3.- Uniones.

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta deba cumplir, las uniones pueden realizarse por soldadura, encolado, rosca, brida, compresión mecánica o junta elástica o por capilaridad. Los extremos de las tuberías se prepararán de forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar una unión, se repararán y limpiarán los extremos de los tubos para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlos o aterrajarlos y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados por el fabricante.

La limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos debe realizarse de forma esmerada, ya que de ella depende la estanquidad de la unión. Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones, en particular, no se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

Entre las dos partes de las uniones se interpondrá el material necesario para la obtención de una estanqueidad perfecta y duradera, a la temperatura y presión de servicio. Cuando se realice la unión de dos tuberías, directamente o a través de un accesorio, aquéllas no deben forzarse para conseguir que los extremos coincidan en el punto de acoplamiento, sino que deben haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No deberán realizarse uniones en el interior de los manguitos que atraviesen muros, forjado u otros elementos estructurales. Los cambios de sección en las tuberías horizontales se efectuarán con manguitos excéntricos y con los tubos enrasados por la generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

En las derivaciones horizontales realizadas en tramos horizontales se enrasarán las generatrices superiores del tubo principal y del ramal. No se permite la manipulación en caliente a pie de obra de tuberías de materiales plásticos, salvo para la formación de abocardados y en el caso de que se utilicen los tipos de plástico adecuados para la soldadura térmica.

El acoplamiento de tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica.

En los circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua debe ser siempre desde el tubo de material menos noble hacia el material más noble.

2.16.1.4.- Pendientes.

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto y, preferentemente, en el sentido de circulación del fluido. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación, tanto cuando la instalación esté fría como cuando esté caliente.

El circuito hidráulico cumplirá las siguientes condiciones:

- Trazado de tuberías con retorno invertido para garantizar que el caudal se distribuya uniformemente entre los captadores.
- Bomba de circulación en línea, en la zona más fría del circuito y en tramo de tubería vertical.
- El vaso de expansión se conectará a la aspiración de la bomba.
- El circuito irá provisto de válvulas de seguridad taradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superará la presión máxima de trabajo de los componentes.
- Se colocarán sistemas antiretorno para evitar la circulación inversa y en la entrada de agua fría del acumulador solar.
- El circuito incorporará un sistema de llenado manual que permitirá llenar y mantener presurizado el circuito.
- Se montarán válvulas de corte para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. Estas válvulas independizarán baterías de captadores, intercambiador de calor, acumulador y bomba.
- Se instalarán válvulas de corte a la entrada de agua fría y salida de agua caliente del depósito de acumulación solar.
- Se instalarán válvulas que permitan el vaciado total o parcial de la instalación.
- En cada zona de la batería de captadores en la que se hayan situado válvulas de corte se instalarán válvulas de seguridad.

- En los puntos altos de la salida de baterías de captadores se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.
- En el trazado del circuito se evitan en lo posible los sifones invertidos y caminos tortuosos que faciliten el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos de la instalación.
- Las tuberías y accesorios se aislarán y protegerán con materiales que cumplan las normas especificadas.

2.16.2.- Características de los tubos Cobre.

Son el principal elemento de la instalación y deben cumplir la normativa aplicable (UNE-EN 1057 cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción). Asimismo, en el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE), se especifica que: “Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes en relación con el uso al que vayan a ser destinadas”.

La norma UNE-EN 1057 define cómo debe ir marcado el tubo normalizado. Los tubos de diámetro comprendido entre 10 mm y 54 mm (ambos inclusive) deben marcarse indeleblemente, a intervalos no superiores a 600 mm a lo largo de su longitud, con al menos las siguientes indicaciones. Los tubos de diámetro superiores a 6 mm e inferiores a 10 mm o superiores a 54 mm deben marcarse legiblemente de forma similar y legible al menos en los dos extremos.



- (1) Número de la norma (UNE-EN 1057).
- (2) Las medidas nominales de la sección transversal: diámetro exterior multiplicado por espesor de pared. (a) La identificación del estado metalúrgico R250 (semiduro), mediante el símbolo siguiente III.
- (3) La marca de identificación del fabricante.
- (4) La fecha de fabricación: año y trimestre (I a IV) o año y mes (1 al 12).

El marcado no debe ser perjudicial para el empleo del tubo.

El marcado de los tubos no inducirá a confusión con otros marcados reglamentarios, como por ejemplo el marcado CE.

Cualquier tubo que no cumpla estos requisitos, no debería ser instalado ya que de otra forma puede incurrirse en responsabilidades. Si, además, el tubo lleva en la posición (A) el sello de calidad internacionalmente reconocido otorgado por el organismo de certificación, y en la posición (B) lleva el número asignado al fabricante por dicho organismo de certificación, sabremos que se trata de tubo de cobre certificado.

Ver figura:



Marcado de tubo certificado

Existe un organismo independiente, en España es AENOR (asociación española de normalización y certificación), que tras estrictos controles y auditorias certifica que el fabricante produce tubo de cobre cumpliendo las normas de calidad vigentes. Este organismo otorga entonces al fabricante el uso del sello de certificación, en este caso la “N”, que constituye por tanto una garantía de calidad del producto y que permite la identificación como tal a los profesionales del sector de la construcción.

Como características más destacadas del tubo de cobre, se pueden reseñar las siguientes:

- a) Alta resistencia a la corrosión.

Pequeñas pérdidas de carga, debido a una superficie interior lisa. Inalterable con el paso del tiempo, en sus características físicas y químicas.
Permite montajes rápidos y fáciles, utilizando diversos tipos de accesorios, tales como los soldados por capilaridad, a compresión, y uniones en frío.
Excelente comportamiento con la gran mayoría de los materiales de construcción habituales y de los fluidos a transportar.

Soporta elevadas presiones interiores, permitiendo el uso de tubos de pared delgada. Como consecuencia de sus peculiares características, el tubo de cobre presenta las siguientes ventajas respecto a otros materiales.

- b) Universal y versátil.

Todos los componentes de una instalación con tubo de cobre se fabrican en medidas estándar; por ello, no habrá problemas de incompatibilidad de componentes entre los distintos fabricantes y se tendrá garantía de suministro durante muchos años.
Menor dimensión de las instalaciones frente a igualdad de flujo transportado.
Permite fácilmente su empotrado.

Por su alta resistencia al ataque de los materiales empleados en la construcción (cemento, yeso, escayola, etc.), está especialmente indicado para instalaciones empotradas. Sin embargo, se ha de tener precaución con los aditivos incorporados a cementos y hormigones que contengan productos amoniacales, a los que el cobre es vulnerable.

Debido a su espesor uniforme y medidas exactas, y sobre todo a su pared interna lisa, presenta unas pérdidas de carga muy reducidas en comparación con tubos de otros materiales. Bajo coeficiente de dilatación, tanto lineal como transversal, garantizando la estabilidad de las instalaciones.

c) Rentable y fácil de instalar.

Gran ahorro en las instalaciones realizadas con uniones en frío, por la facilidad y rapidez en su ejecución.

Reducido peso por metro lineal de tubería, lo que abarata el transporte, facilita la manipulación y resulta ideal para la prefabricación en serie de instalaciones tipo.

d) Resistente a temperaturas y presiones extremas.

Soporta las más altas temperaturas sin alteración de sus características técnicas, ni de su comportamiento. Su denominación de material criogénico lo hace resistente a las bajas temperaturas.

Gran elasticidad que le permite soportar altas presiones.

Impermeable y resistente a la corrosión y al paso del tiempo.

Permite montajes exteriores debido a su alta resistencia a la corrosión y a su inalterabilidad frente a los rayos ultravioleta.

Además, el cobre ofrece una completa impermeabilidad frente al oxígeno, protegiendo así la instalación frente a corrosiones.

Constancia en sus características. El tubo de cobre permanece inalterable con el paso del tiempo.

e) Resistente al fuego.

El cobre no se quema, resiste altas temperaturas sin fundirse y no desprende gases tóxicos. La clasificación que corresponde al tubo de cobre según el sistema europeo euroclases es: "A1" (cumple los requisitos exigibles no inflamable sin necesidad de realizar ensayos). No existe propagación exterior ni penetración de fuego.

Saludable y seguro Elemento natural, presente en la naturaleza, y oligoelemento esencial para el organismo humano.

d) Acción antibacteriana, evitando el desarrollo de gérmenes patógenos.

Gran resistencia frente a la combinación de presiones altas y temperaturas elevadas que permite un óptimo tratamiento contra la legionella.

Sostenible y 100% reciclable. Protege el medio ambiente al ser reciclable en su totalidad, permitiendo así un importante ahorro energético y de los recursos naturales del planeta. Después de reciclado, el cobre mantiene intactas sus propiedades. Debido a su excepcional conductividad térmica es el material idóneo para instalaciones basadas en energías alternativas como la energía solar térmica o la geotérmica.

Reconocido por los estados miembros de la UE como material que no es persistente, no es bioacumulable y no es tóxico para el medio ambiente.

2.17.- Bombas.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, Las bombas de circulación preferentemente serán del tipo en línea.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito y en tramos de tubería verticales, evitando las zonas más bajas del circuito. Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo.

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor, rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 40.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas 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.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, en cualquier caso aguas arriba de la válvula de interceptación. En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

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. Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito. Preferentemente, se utilizarán bombas con capacidad de regulación del caudal por variación de la potencia consumida.

La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Si los diámetros de las tuberías son muy pequeños la red es económica, pero las velocidades de circulación serán elevadas, y como consecuencia las pérdidas de presión también lo serán, en estas condiciones la bomba debe tener unas características hidráulicas especiales.

Si por el contrario, los tubos son anchos, tendremos velocidades de circulación bajas, pocas pérdidas de presión, y por tanto una bomba menos exigente; el problema es que cuanto mayor sea el diámetro de los tubos tanto más se encarecerá la instalación.

En resumen, lo ideal es buscar un equilibrio óptimo entre estas características del sistema. Emplearemos exclusivamente bombas centrífugas accionadas por motor eléctrico. En instalaciones con superficies de captación superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

2.17.1.- Documentación Bombas.

Las características de funcionamiento incluirán, como mínimo, los siguientes puntos:

- Tipos de fluido compatibles con la bomba.
- Caudal volumétrico (l/h).
- Altura manométrica (m.c.a.).
- Temperatura máxima de trabajo (°C).
- Presión máxima de trabajo.
- Velocidad de rotación (r.p.m.).
- Potencia absorbida (W).
- Características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- Clase de protección del motor.
- Acoplamientos hidráulicos (tipo y diámetros).
- Marca, tipo y modelo.

2.18.- Generalidades de Válvulas y Accesorios.

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanqueidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas. El volante y la palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

La superficie del asiento y del obturador debe ser recambiable. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar o kp/cm^2 , y el diámetro nominal DN, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

A los efectos de este proyecto no se permitirán la utilización de válvulas de compuerta. La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a 2 kg/cm^2 .

Se montarán válvulas de corte, para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación, que independicen baterías de colectores, el intercambiador, el acumulador y la bomba, caldera, radiadores.

Se instalarán válvulas de corte a la entrada de agua fría y salida de agua caliente del depósito de acumulación solar.

La memoria de diseño o proyecto especificará el tipo y aplicación de las válvulas y accesorios de la instalación, diámetros, formas de las conexiones y presión nominal.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo los siguientes criterios:

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

Los componentes fundamentales de las válvulas deberán estar constituidos por los materiales que se indican a continuación:

- Válvulas de esfera.

Cuerpo de fundición de hierro o acero.

Esfera y eje de acero durocromado o acero inoxidable.

Asientos, estopada y juntas de teflón. Podrán ser de latón estampado para diámetros inferiores a 1 1/2 con esfera de latón durocromado.

- Válvulas de asiento.

Cuerpo de bronce (hasta 2 pulgadas) o de fundición de hierro o acero. Tapa del mismo material que el cuerpo.

Obturador en forma de pistón o de asiento plano con cono de regulación de acero inoxidable y aro de teflón. No será solidario al husillo.

El asiento será integral en bronce o en acero inoxidable según sea el cuerpo de la válvula.

- Válvulas de macho.

Cuerpo y macho cónico de fundición.

Accionamiento manual, por llave, con un cuarto de vuelta e indicador de posición. Los grifos de macho para manómetro serán de acero inoxidable o bronce cromado con pletina de comprobación.

- Válvulas de seguridad de resorte.

Cuerpo de hierro fundido o acero al carbono con escape conducido.

Obturador y vástago de acero inoxidable.

Resorte en acero especial para muelle.

- Válvulas de retención de claveta.

Cuerpo y tapa de bronce o latón.

Asiento y clapeta de bronce.

Conexiones rosca hembra.

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferior a 12 mm.

- Válvulas de seguridad.

Por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del colector o grupo de colectores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del colector o del sistema. El circuito primario y el circuito secundario deberán ir provistos de válvulas de seguridad taradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superará la presión máxima de trabajo de los componentes. La descarga de las válvulas de seguridad debe garantizar, en caso de apertura, la no provocación de accidentes o daños.

- Purgadores.

En los puntos altos de la salida de baterías de colectores se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del colector.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.

Mecanismo de acero inoxidable.

Flotador y asiento de acero inoxidable.

Obturador de goma sintética.

Los purgadores automáticos resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

2.19.- Generalidades Vasos de Expansión.

El diseño de la instalación deberá prever un sistema que absorba la dilatación del fluido y asegure un valor mínimo de la presión en el circuito.

Los vasos de expansión se instalarán en todos los circuitos cerrados de la instalación en los lugares indicados en los planos. Podrán ser de tipo abierto o cerrado.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba. Cuando no se cumpla el punto anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

a) Los vasos de expansión abiertos cumplirán los siguientes requisitos:

Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados, en todas sus juntas, y reforzados para evitar deformaciones, cuando su volumen lo exija.

El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo. Los vasos de expansión abiertos tendrán una salida de rebose.

Los vasos de expansión abiertos, cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado, dispondrán de una línea de alimentación automática, mediante sistemas tipo flotador o similar.

La salida de rebose se situará de forma que el incremento del volumen de agua antes del rebose sea igual o mayor que un tercio del volumen del depósito. Al mismo tiempo, permitirá que, con agua fría, el nivel sea tal que al incrementar la temperatura de agua en el sistema a la temperatura máxima de trabajo, no se produzca derrame de la misma.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado. En todo caso, el dimensionado del diámetro del rebosadero asegurará que con válvulas de flotador totalmente abierto y una presión de red de 4 kg/cm² se produzca derramamiento de agua.

La capacidad de aforo de la válvula de flotación, cuando se utilice como sistema de llenado, no será inferior a 3 l/min.

El diámetro de la tubería de llenado no será inferior a 1/2 pulgada o 15 mm.

b) Vasos de expansión cerrados

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4 °C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador. El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a 1,5 kp/cm² y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, más un 10 %.

Las membranas de los vasos de expansión cerrados serán resistentes a la presión y temperatura máxima de trabajo y a esfuerzos alternativos. El fabricante del vaso especificará estos datos que el instalador exigirá e incluirá en la memoria de diseño o proyecto.

2.20.- Generalidades Aislamientos.

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones de climatización y agua caliente para usos sanitarios deben estar aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción, así como para poder cumplir las condiciones de seguridad para evitar contactos accidentales con superficies calientes.

Los materiales de origen industrial utilizados para el aislamiento térmico y como barrera contra el vapor y su colocación deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la normativa vigente en UNE 100171 y demás normativa que le sea de aplicación; viéndose obligado el contratista a presentar el correspondiente certificado de garantía expedido por el fabricante.

Los materiales utilizados para el revestimiento interior de los conductos de chapa, sus espesores y su colocación deben cumplir con lo especificado en UNE 100172. Los equipos y aparatos que estén aislados por el fabricante cumplirán la normativa específica existente al respecto.

Serán de preferente aceptación por parte de la dirección facultativa aquellos productos que estén en posesión de documento de idoneidad técnica.

El aislamiento térmico de equipos y tuberías cumple la función de reducir la transmisión de calor entre el fluido y el ambiente, con objeto de ahorrar energía.

El aislamiento térmico de tuberías y equipos podrá instalarse solamente después de haber efectuado las pruebas de estanqueidad del sistema y haber limpiado protegido las superficies de tuberías y aparatos.

Los aislamientos térmicos de las instalaciones solares tendrán, como mínimo, los espesores equivalentes a los indicados a continuación para un material con coeficiente de conductividad térmica de $0,037 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$, a $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios.

Cuando el material aislante de tubería y accesorios sea de fibra de vidrio deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurran por el exterior será terminada con pintura asfáltica.

El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. El aislamiento no quedará interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante.

Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas.

Después de la instalación del aislante térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volantes, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

2.21.- Generalidades Sistemas de Control.

Los sistemas de control normales establecen el control sobre la instalación de calefacción-ACS a base de termostatos; corrientemente, un termostato colocado en el acumulador de ACS, otro en la propia caldera (termostato de mínima) y otra al comienzo de la instalación (termostato de ida). De este modo se ponen en marcha la microbomba del quemador y los circuladores, o se abren válvulas motorizadas.

Como alternativa reciente se están introduciendo en el mercado centralillas electrónicas, dónde se programa el funcionamiento continuo de los quemadores (generalmente modulantes) en función de la temperatura exterior leída mediante sonda, de modo que el agua de ida discurre a temperaturas igualmente moduladas.

Mediante válvulas mezcladoras. Complementariamente se realizan otros ajustes que tienen en cuenta, por ejemplo, "el efecto invernadero" en el interior de las dependencias, la disminución de la emisión calorífica en horas nocturnas, etc. Todo ello trae consigo no solo un mejor funcionamiento de la instalación sino, también, un considerable ahorro energético.

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el reglamento electrotécnico de baja tensión en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión y con las recomendaciones de la comisión electrotécnica internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos. El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas. El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, entre -10 y 60 °C. Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen.

Normalmente los instrumentos de control vienen agrupados formando paneles que se suministran, junto o separadamente, con la propia caldera. La mayor complejidad de dichos cuadros será función de las necesidades del usuario pero, en cualquier caso, parece lógico suponer que correrá pareja con la potencia de la instalación.

Un cuadro de control ha de suministrar igualmente un mínimo de información, por lo que deberá contar al menos con un termómetro, que indique la temperatura de ida del agua, y un manómetro que indique la presión a que está trabajando la caldera.

Estos aparatos se complementan habitualmente con los siguientes:

Pulsadores-interruptores del circulador y del quemador.

Termostato regulable de la temperatura de ida.

Termostato de seguridad que actúe automáticamente.

2.21.1.- Diseño del sistema de Control.

La memoria de diseño o proyecto incluirá un esquema eléctrico del sistema. El control de funcionamiento normal de las bombas será siempre del tipo diferencial, actuando en función del salto de temperatura entre la salida de la batería de colectores y el depósito de acumulación solar.

La precisión del sistema de control y la regulación de los puntos de consigna asegurará que en ningún caso las bombas estarán en marcha con diferencias de temperaturas menores de 2 °C y en ningún caso paradas con diferencias superiores a 7 °C.

La diferencia de temperaturas entre el punto de arranque y parada del termostato diferencial no será inferior a 2 °C.

El sistema de control asegurará que en las instalaciones para agua sanitaria en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a 45 °C en los puntos de consumo recomendándose el uso de válvulas mezcladoras.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos del circuito secundario. Cuando la protección contra heladas se realice por arranque de la bomba o vaciado automático del circuito primario, el sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido caloportador descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la congelación del fluido.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que detecten exactamente las temperaturas que se desean, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los colectores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

2.22.- Equipos de Medida.

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- a) Contador de caudal de agua.
- b) Dos sondas de temperatura.
- c) Medida presión.

2.22.1.- Medida de temperatura.

Las medidas de temperatura se realizarán mediante termopares o termómetros de resistencia. La medida de la diferencia de temperatura del fluido de trabajo se realizará mediante termopares emparejados o termómetros de resistencia (conectados en dos brazos de un circuito en puente), de forma que la señal de salida sea única en todos los casos.

En lo referente a la colocación de las sondas, ha de ser preferentemente de inmersión y situadas a una distancia máxima de 5 cm. del fluido cuya temperatura se pretende medir.

Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias. Como mínimo, han de instalarse termómetros en las conducciones de impulsión y retorno, así como a la entrada y a la salida de los intercambiadores de calor.

Suele estar montado en la parte superior del contador o separado en un lado.

En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

2.22.2.- Medida de caudal.

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnéticos, medidores de flujo de desplazamiento positivo, o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superior a $\pm 3 \%$ en todos los casos.

Los contadores de caudal de agua estarán constituidos por un cuerpo resistente a la acción del agua conteniendo la cámara de medida, un elemento con movimiento proporcional al caudal de agua que fluye y un mecanismo de relojería para transmitir este movimiento a las esferas de lectura por medio de un acoplamiento magnético.

La esfera de lectura, herméticamente sellada, será de alta resolución.

Cuando exista un sistema de regulación exterior, éste estará precintado y protegido contra intervenciones fraudulentas.

Los datos que deberán ser facilitados por el fabricante:

- Calibre del contador.
- Temperatura máxima del fluido.
- Caudales: en servicio continuo máximo (durante algunos minutos) mínimo (con precisión mínima del 5 %) de arranque.
- Indicación mínima de la esfera.
- Capacidad máxima de totalización.

- Presión máxima de trabajo.
- Dimensiones.
- Diámetro y tipo de las conexiones.
- Pérdida de carga en función del caudal.

2.22.3.- Medida de presión.

Las medidas de presión en circuitos de líquidos se harán con manómetros equipados con dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.

El equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- Vasos de expansión: un manómetro.
- Bombas: un manómetro para la lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga de cada bomba.
- Intercambiadores de calor: manómetros a la entrada y a la salida.

2.24.- Generalidades del Fluido.

En la memoria de diseño o proyecto se especificarán las características del agua y de los fluidos de trabajo seleccionados. Las características del líquido caloportador con el que se llena el circuito primario solar dependen del tipo de captador y el fabricante las especifica en la ficha técnica del producto. Al objeto de este proyecto podrá utilizarse como fluido de trabajo en el circuito de consumo agua potable de las características aceptadas por la legislación vigente.

Para los circuitos cerrados el fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los colectores.

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

En los captadores solares planos con absorbedores de acero inoxidable se trabaja con agua desmineralizada sin iones de cloro ni iones de cloruro a la cual se le añaden anticorrosivos y anticongelantes al 30 % del volumen para evitar problemas de congelación.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la de diseño o proyecto y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 12 y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes. Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada. La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l expresados como contenido en carbonato cálcico.

El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l. El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para disminuir los riesgos de fallos se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados y la entrada de aire que pueda aumentar los riesgos de corrosión originados por el oxígeno del aire.

En las zonas en las que no exista riesgo de helada puede utilizarse agua sola o desmineralizada con aditivos estabilizantes y anticorrosivos. En las zonas con riesgo de heladas se utilizará agua desmineralizada con anticongelantes e inhibidores de la corrosión no tóxicos.

Esta mezcla de agua y anticongelante deberá ser capaz de aguantar hasta $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ en estado líquido.

2.24.1.- Protección Contra heladas.

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. En la memoria de solicitud se especificará la existencia de riesgo de helada en función de las temperaturas mínimas históricas y las condiciones microclimáticas particulares del lugar de instalación. Se especificará, asimismo, el sistema de protección antiheladas utilizado.

Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema. El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema.

Se considerarán zonas con riesgo de heladas aquellas en las que se hayan registrado, alguna vez en los últimos 20 años, temperaturas ambientes inferiores a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En las zonas con riesgo de heladas se utilizarán sistemas de protección adecuados para evitar la posible rotura de cualquier parte de la instalación.

A los efectos de este proyecto, como sistemas de protección antiheladas podrán utilizarse:

- Mezclas anticongelantes.
- Recirculación de agua de los circuitos.

a) Mezclas anticongelantes.

La configuración de los circuitos utilizará un intercambiador de calor para asegurar la completa separación del circuito primario del agua de consumo.

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente. En todo caso, su calor específico no será inferior a 0,7 kcal/kg°C.

La proporción de anticongelante de las mezclas asegurará que la temperatura de congelación del fluido sea 5 °C por debajo de la temperatura mínima local registrada.

Las mezclas anticongelantes no se degradarán, ni se separarán los componentes de la mezcla, para las temperaturas máximas de funcionamiento de la instalación. Cuando se utilicen mezclas anticongelantes preparadas comercialmente el fabricante especificará la composición del producto y su duración o tiempo de vida en condiciones normales de funcionamiento.

El programa de mantenimiento especificará los plazos máximos de revisión periódica de la composición del fluido de trabajo para asegurar que se mantienen las características iniciales. El sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

b) Recirculación del agua del circuito.

Este método de protección antiheladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento en todas las partes de la instalación expuestas a heladas. El sistema de control actuará la circulación del circuito primario cuando la temperatura detectada en colectores en entrada o salida o aire ambiente alcance un valor ligeramente superior al de congelación del agua.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario. El sistema es adecuado para zonas climáticas con periodos de baja temperatura de corta duración. Debe restringirse el uso de este sistema en zonas climáticas con prolongados periodos de bajas temperaturas y, en estos casos, se evaluarán los tiempos de funcionamiento del sistema de protección y se estimarán las pérdidas de energía térmica acumulada.

El programa de mantenimiento especificará los plazos máximos de revisión periódica del sistema de protección antiheladas y, en cualquier caso, se recomienda, al menos, una revisión completa antes de la temporada invernal.

2.24.2.- Protección Sobrecalentamiento.

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar. Por culpa de las altas temperaturas que se pueden alcanzar se debe colocar algún tipo de aislante como protección a los materiales o componentes de las instalaciones para aguantar dichas temperaturas.

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

Además se deberán proteger todas las instalaciones que puedan alcanzar dichas temperaturas con algún aislante para evitar las quemaduras por contacto. Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

1) Vaciado parcial del campo de captadores.

Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

2) Tapado parcial del campo de captadores.

En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario que sigue atravesando el captador.

3) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial / tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales.

Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética.

También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

2.25.- Temperaturas.

La instalación solar debe estar diseñada para soportar el amplio rango de temperaturas al que puede estar sometida. Se considerarán las diferentes temperaturas máximas de funcionamiento de los colectores y del circuito primario, del circuito secundario y de la red de distribución.

Las máximas temperaturas que pueden alcanzarse ocurrirán en periodos de bajo o nulo consumo y de elevada radiación. A los efectos de este proyecto, la temperatura máxima de trabajo del circuito primario será siempre superior a la temperatura de estancamiento del colector.

La temperatura de estancamiento del colector corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el colector y se alcanzan condiciones casi estacionarias.

El diseño de la instalación asegurará que no se sobrepasan las temperaturas máximas de trabajos de cada uno de los componentes del sistema.

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas de trabajo que puedan alcanzarse y no debe causar ninguna situación en la que el usuario tenga que tomar medidas especiales para que el sistema vuelva a la situación original.

Cuando las aguas sean duras se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C y, en cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

Cuando la temperatura de agua caliente destinada a consumo pueda superar los 60 °C se recomienda que la instalación disponga de un sistema automático de mezcla o cualquier otro dispositivo que limite la temperatura a 60 °C.

2.26.- Presión.

La memoria de diseño o proyecto especificará las presiones máximas de trabajo en los circuitos primarios y secundarios. Se tendrá en cuenta la máxima presión de la red para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión. La instalación debe estar diseñada de forma que nunca se sobrepase la máxima presión soportada por todos los materiales.

Todos los circuitos deben ir equipados con válvulas de seguridad que garanticen que no se superan las presiones máximas de trabajo. Las válvulas de seguridad deben soportar la máxima temperatura a la que puedan estar sometidas.

Los componentes y sistemas que no dispongan de certificado de timbre, deberán cumplir lo previsto en el reglamento de aparatos a presión y, en cualquier caso, soportar el ensayo de resistencia a presión con 1,5 veces la presión máxima de trabajo sin apreciarse ningún daño permanente o fuga en el circuito.

Cuando la instalación contenga algún material no metálico, el ensayo de presión del circuito correspondiente debe realizarse a la temperatura máxima de trabajo y debe soportar las presiones anteriores al menos durante una hora.

2.27.- Fontanería y Aparatos Sanitarios.

Los aparatos sanitarios serán los que figuren en los planos y las mediciones, exigiéndose la marca, color y calidad definidos, no permitiéndose los aparatos defectuosos de fabricación, cambios de color, defectos del baño de porcelana, burbujas, poros o grietas. Se colocarán perfectamente nivelados, sujetos al suelo. No se admitirán los alicatados que se estropeen por culpa de la colocación de los aparatos o los accesorios, siendo de cuenta del contratista la reposición de aquellos.

Toda la grifería y la instalación de fontanería serán la especificada en mediciones presentándose perfectamente unida a los aparatos y comprobándose su puesta a punto, para certificar los aparatos sanitarios. La instalación de fontanería se montará a la vista de los planos definitivos de obra.

La instalación de agua fría y caliente se ejecutará con el material previsto en la documentación del proyecto, sin abolladuras, y con las secciones precisas en el cálculo. Las uniones entre tramos de tuberías, así como las de estos a los aparatos serán del tipo apropiado de acuerdo con la normativa vigente de aplicación en función del material de ejecución.

La instalación de saneamiento se realizará con la tubería prevista en los desagües de los aparatos y botes sinfónicos con espesores adecuados a la normativa a aplicar, presentándose sin abolladuras ni cambio de secciones, y cuidando con la máxima exigencia las nivelaciones.

El contratista está obligado a montar los aparatos necesarios para comprobar las debidas condiciones de la instalación en todos sus aspectos y como determine la dirección Facultativa, de forma que se asegure la estanqueidad de la instalación para pruebas de carga de doble presión que la prevista para el uso normal, la libre dilatación y la protección de los materiales.

Para la ejecución de la red exterior de abastecimiento se asegurará también la estanqueidad y la posibilidad de vaciado y purgado de toda ó parte de la red.

Las tuberías de abastecimiento de agua deberán cumplir en toda su extensión el pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, aprobado por orden de 9 de diciembre de 1.975.

3.- MONTAJE DE LAS INSTALACIONES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE incluidas en el RITE. Las normas han de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente de forma que:

- 1) La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE.
- 2) La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

Es responsabilidad de la empresa instaladora el cumplimiento de la buena práctica desarrollada, cuya observancia escapa normalmente a las especificaciones del proyecto de la instalación.

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en el caso y con las recomendaciones de montaje de los fabricantes de los componentes.

El suministrador avisará al IDAE de las variaciones sobre las especificaciones motivadas por lo señalado en el punto anterior o por otras causas.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la memoria de diseño o proyecto.

Es responsabilidad del suministrador comprobar la calidad de los materiales y del agua utilizada, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el curso del montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberán limpiar perfectamente todos los equipos colectores, acumuladores, calderas, emisores, cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

En el montaje de la instalación, y a efectos de su influencia en los componentes, se tendrá en cuenta la máxima presión de red en el lugar.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria, se protegerán contra la corrosión.

Todos los equipos y circuitos de tubería deberán poder vaciarse total o parcialmente. Se dispondrá vaciado parcial en todas las zonas del circuito que puedan independizarse. El vaciado total se hará desde el punto más bajo con el diámetro mínimo, en función del tamaño de la instalación siguiente.

Las conexiones de las válvulas de vaciado a las redes de desagües se pueden realizar acero galvanizado, cobre o materiales plásticos aptos para esta aplicación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga o purgadores serán siempre accesibles y siempre que sea posible, deben conducirse a un lugar visible.

3.1.- Montaje Colectores.

Los colectores serán suministrados en jaulas de madera adecuadas para su traslado o elevación mediante carretillas elevadoras. Las jaulas se almacenarán depositándolas sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, se cubrirán las jaulas para protegerlas del agua de lluvia. Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos.

En el caso de que los colectores, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20 ° y máximo de 80 °, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical. Hasta que los colectores no estén llenos de fluido caloportador es conveniente cubrirlos, a fin de evitar excesivas dilataciones.

Se evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante su montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

En general, las piezas que hayan sufrido daños durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica serán rechazadas. Asimismo serán rechazados aquellos productos que no cumplan las características mínimas técnicas prescritas en proyecto.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas estarán convenientemente protegidas durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta que no se proceda a la unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades del aparato. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

Se deberá de tener especial cuidado con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, que deberán quedar debidamente protegidos. Todos los materiales se conservarán hasta el momento de su instalación, en la medida de lo posible, en el interior de sus embalajes originales.

La conexión entre colectores podrá realizarse con accesorios metálicos o manguitos flexibles o tubería flexible. Se prestará especial atención en asegurar la durabilidad y estanqueidad de las conexiones.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.2, el conexionado de los captadores se realizará prestando especial atención a su estanqueidad y durabilidad. Los captadores se dispondrán preferentemente en filas formadas por el mismo número de elementos. Se conectarán entre sí instalando válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas.

Los captadores se pueden conectar en serie o en paralelo. El número de captadores conexiados en serie no será superior a tres. En el caso de que la aplicación sea de agua caliente sanitaria no deben conectarse más de dos captadores en serie

Las tuberías flexibles se conectarán a los colectores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

El montaje de las tuberías flexibles evitará que la tubería quede retorcida y que se produzcan radios de cobertura superior a los especificados por el fabricante.

Los conductos de drenaje de la batería de colectores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

La tubería de conexión entre los colectores y las válvulas de seguridad tendrá la menor longitud posible y no se instalarán llaves o válvulas que puedan obstruirse por suciedad y otras restricciones entre ambos.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los colectores.

3.1.1.- Montaje Estructura y Soporte de los Colectores.

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje así como cumplir las exigencias de seguridad estructural indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación. La estructura soporte se fijará al edificio de forma que resista las cargas a que estará sometida, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88 ó según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.3, la estructura soporte del sistema de captación cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a seguridad estructural. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores.

La sujeción de los colectores a la estructura resistirá las cargas del viento y nieve, pero el sistema de fijación permitirá, si fuera necesario, el movimiento del colector de forma que no se transmitan esfuerzos de dilatación térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los colectores o el circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del colector serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el colector superiores a las permitidas por el fabricante.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el colector y teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. Las estructuras de acero podrán protegerse mediante galvanizado por inmersión en caliente, pinturas orgánicas de zinc o tratamientos anticorrosivos equivalente.

La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería y piezas auxiliares estarán protegidas por galvanizado o bien serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de colectores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los colectores.

La instalación permitirá el acceso a los colectores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada colector con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

3.2.- Acumulador.

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

Se instalará este al ser posible en el cuarto del garaje de la vivienda sujeto a la pared mediante espárragos roscados. En espera de su instalación, puede ser almacenado horizontal o verticalmente en el suelo sin desembalar para evitar golpes.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1.000 litros situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación y se requerirá para depósitos de más de 300 litros el diseño de un profesional competente.

3.2.1.- Montaje Conexión del Acumulador

La situación de las tomas para conexiones en los depósitos serán las establecidas en los puntos siguientes:

La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los colectores al acumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50 y el 75 % de la altura total del mismo.

La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los colectores se realizará por la parte inferior de éste.

La alimentación de agua fría al depósito se realizará por la parte inferior.

La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

El sensor de la temperatura del acumulador del sistema de control se situará en la parte inferior del depósito en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si este fuera incorporado.

La entrada de agua fría, situada en la parte baja del acumulador, estará equipada con una placa deflectora en la parte interior a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido. En depósitos horizontales las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos opuestos.

3.3.- Intercambiador.

Se considerarán las especificaciones de montaje del fabricante.
Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

Describamos las fases básicas del montaje del sistema:

1) Montaje.

Hay que observar que este se realice de manera que permita el desmontaje de las placas para su limpieza y a demás permita una posible ampliación en el número de placas de intercambio. Las uniones de las placas a las tuberías se realizaran con bridas o racores que permitan un fácil desmontaje.

2) Colocación del sistema de fijación.

Se debe fijar el intercambiador en las tuberías teniendo en cuenta que estas fijaciones deberán de aguantar la presión de trabajo, así como facilitarán el montaje y desmontaje del elemento para su mantenimiento o el cambio por otro nuevo.

3) Colocación de aislamientos.

Ajustando bien, colocar primero las franjas laterales y, posteriormente las zonas centrales, sin que queden huecos o rendijas.

4) Soldadura de tubos.

Encarar los tubos, amarrarlos provisionalmente y acabar de colocar; después realizar las soldaduras conforme las normas de la casa comercial.

5) Prueba de presión.

Imprescindible e insustituible. Someter la instalación a una sobre presión al menos durante 24 horas, dejando conectado un manómetro. Si en este tiempo baja la presión es señal de que existe una fuga. La presión utilizada para la prueba suele ser de 1 kg/cm².

6) Colocación del mortero.

Utilizar plastificantes para evitar coqueas que dificultarían la adecuada transmisión del calor.

3.4.- Bomba.

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que puedan ser desmontadas con facilidad, sin necesidad de desarmar las tuberías adyacentes.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en la aspiración e impulsión. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

3.5.- Aislamiento.

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción. Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc. deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

3.6.- Chimenea.

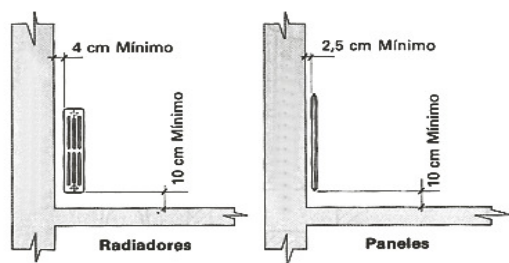
Se montara de tal manera que sus tramos verticales queden perfectamente alineados, los tramos horizontales desde la vertical a la unión con la caja de humos de la caldera, deberán ser de la menor longitud posible y con una pendiente ascendente hacia la vertical de 5% como mínimo. La parte superior quedara libre de de sombreretes o cualquier otro elemento que dificulte la salida de los humos. En la parte inferior de los tramos verticales se dispondrá de un registro de limpieza y desagüe.

3.7.- Emisores.

El lugar de instalación los emisores deben instalarse en la pared más fría con el fin de obtener una temperatura uniforme en todo el local.

Todo radiador deberá llevar una válvula de doble reglaje en la entrada de agua que permita la regulación del caudal de agua que circula por el; un detector en la salida que permita el cierre del radiador para su desmontaje y un purgador de aire para su desaire. Los radiadores se den conexionar con las tuberías de manera que el agua entre por la parte superior y salga de radiador por la parte inferior y preferiblemente en los lados opuestos para facilitar el flujo del agua a través del radiador.

Se instalaran a una distancia mínima del suelo y de la pared, según se indica a continuación:



Cuando los emisores sean radiadores, la cantidad de soportes a colocar dependerá del número de elementos que tenga el radiador.

Elementos	0-10	11-20	21-30	31-40
Soportes	2	3	4	5

Accesorios principales a colocar en el montaje de los emisores:

En todos los emisores se instalará:

Un purgador de aire, pudiendo ser de accionamiento manual o automático.

Una llave de reglaje en la entrada del emisor para poder abrir o cerrar y obtener una regulación del caudal de agua que entra a los emisores.

Un enlace detector que se instalará a la salida de cada emisor y que juntamente con la llave de reglaje, permitirá desmontar el emisor sin necesidad de vaciar el agua de la instalación.

3.8.- Vaso Expansión.

En el caso de depósitos de expansión abiertos estos deberán instalarse en la parte más alta de la instalación, dotándose de un rebosadero. La sección de la tubería se calculara en función de la potencia del equipo al que va conectada de acuerdo a lo establecido en la norma. En el caso de depósitos cerrados deberán ser de membrana recambiable. Dispondrá en su parte superior de una válvula de inflado.

En el caso de situar el vaso de expansión abierto entre el generador y la bomba, como es recomendable, la altura mínima entre el punto más alto del circuito y el nivel mínimo del vaso de expansión abierto será de 0,5 m.

En el caso de estar conectado en la impulsión de la bomba esta diferencia habrá de ser como mínimo igual a la altura manométrica de impulsión de la mencionada bomba.

Sin embargo a favor del uso del Vaso de expansión abierto está mayor grado de seguridad que un circuito abierto representa.

La colocación de un segundo tubo de conexión o tubo de seguridad sustituye ventajosamente a la válvula de seguridad, imprescindible con circuitos y vasos de expansión cerrados.

Incluso, cuando la presión hidrostática sobre la caldera sea inferior a 35 m.c.a. no es necesario el tubo de seguridad, confiando esta función al propio tubo principal del vaso de expansión abierto. Esta seguridad adicional puede ser muy a tener en cuenta con calderas de combustible sólido.

En general es recomendable la secuencia generador-vaso de expansión-bomba de recirculación, para determinar la situación correcta de conexión del vaso de expansión abierto con respecto al generador de calor y a la bomba de recirculación, en el circuito.

Resulta adecuado reproducir las posibles alternativas y sus explicaciones técnicas correspondientes a la norma UNE 100 157-89, referida a establecer los criterios a seguir para el diseño de un sistema de expansión de agua en un circuito cerrado.

Consideraciones complementarias:

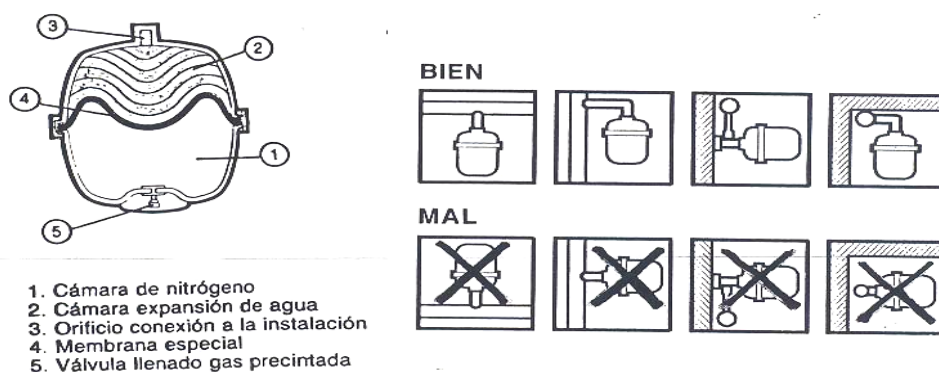
- a) Cuando colocamos un vaso de expansión cerrado, constituimos un circuito que a su vez queda también cerrado y que va a ser sometido a aumento de temperatura y presión. Por tanto habrá de colocarse, obligatoriamente, una válvula de seguridad y un manómetro.
- b) El vaso de expansión cerrado se colocará, preferentemente, en la tubería de retorno y del lado de la aspiración de la bomba de recirculación.
- c) El vaso de expansión cerrado se colocará de forma que no puedan formarse bolsas de aire.

d) De igual forma que con los vasos de expansión abiertos (salvo mediante válvulas de tres vías y en las condiciones antes mencionadas), en el caso de vasos de expansión cerrados, no se permitirá ninguna válvula que pueda cerrarse y aislar el circuito del propio vaso de expansión cerrado.

3.8.1.- Sistema individualizado.

El sistema individualizado consiste en poner para cada vivienda una instalación completamente independiente desde el captador hasta el acumulador. Presenta la ventaja que cada instalación es absolutamente independiente y no existe ningún consumo a repartir entre los diferentes propietarios. En el caso de la acumulación individualizada se mantienen volúmenes calientes que pueden no ser utilizados durante largas temporadas porque la vivienda no esté permanentemente ocupada. Formas de montaje del vaso de expansión.

A continuación se indica las partes más importantes y algunas maneras de colocar los vasos de expansión.



3.9.- Tuberías y Accesorios.

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, tengan fisuras, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas. Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti corrosión. Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc., se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximo posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no deben ser inferiores a la siguiente:

5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1.000 V.

30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1.000 V.

50 cm para cables con tensión superior a 1.000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como cuadros o motores, se permitirá la instalación de tuberías en hueco y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos. Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables por bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales. Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas. Las tuberías de descarga se colocarán de forma que no se puedan helar, y que no se produzca acumulación de agua.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud. En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

Las tuberías deben dar un servicio continuo y duradero, por lo que deben instalarse tomando las precauciones necesarias, siguiendo unas sencillas reglas. En principio, las tuberías pueden montarse vistas o empotradas en obra.

En general, es aconsejable que las tuberías no entren en contacto con los materiales de la obra, por lo que en caso de tuberías empotradas es conveniente protegerlas con recubrimientos apropiados.

4.- RECEPCIÓN Y PRUEBAS FUNCIONALES.

Las principales pruebas a realizar serán:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probará hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Comprobar que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga no están obturadas y están en conexión con la atmósfera.
- Comprobar la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Comprobar que alimentando eléctricamente las bombas del circuito entran en funcionamiento.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación. Se rechazarán las partes de la instalación que no superen satisfactoriamente los ensayos y pruebas mencionados.

4.1.- Ensayos de Recepción y Pruebas Funcionales.

El objeto de los ensayos de recepción es comprobar que la instalación está de acuerdo con los servicios contratados y que se ajusta, por separado cada uno de sus elementos y globalmente, a lo especificado en este pliego de condiciones técnicas.

Es condición previa para realizar los ensayos de recepción que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con el proyecto y con las modificaciones que por escrito hayan sido acordadas.

También es necesario que hayan sido previamente corregidas todas las anomalías denunciadas a lo largo de la ejecución de la obra y que la instalación haya sido equilibrada, puesta a punto, limpiada e, incluso, convenientemente rotulada.

Deberá comprobarse la existencia de la acometida definitiva de energía eléctrica al edificio o de acometida provisional con características equivalentes a la definitiva. Las pruebas estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción a obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificación de origen industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa, nacional o extranjera, en vigor, su recepción se realizará comprobando únicamente, sus características aparentes.

Durante la ejecución de obra, todas las uniones o tramos de tubería, conductos o elementos que vayan a quedar ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de colocar las protecciones requeridas.

El suministrador se responsabilizará de la ejecución de las pruebas funcionales, del buen funcionamiento de la instalación y del estado de la misma en el momento de su entrega a la propiedad.

El suministrador, salvo orden expresa, entregará la instalación llena y en funcionamiento.

Con el fin de probar su estanqueidad, todas las redes de tuberías deben ser probadas hidrostáticamente antes de quedar ocultas por obras de albañilería o por el material aislante.

Las pruebas se realizarán de acuerdo con UNE 100.151 "pruebas de estanqueidad en redes de tuberías".

De igual forma, se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar cuando corresponda.

Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obturadas y en conexión con la atmósfera.

La prueba se realizará incrementando hasta un valor de 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.

Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación. Al objeto de la certificación de la instalación se entenderá que el funcionamiento de la misma es correcto cuando la instalación satisfaga las pruebas parciales incluidas en el presente capítulo.

Se comprobará que alimentado (eléctricamente) las bombas del circuito, entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado con los manómetros se corresponde en la curva con el caudal del diseño del circuito.

Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

Se contempla como período de un mes el correspondiente a las pruebas de funcionamiento y prestaciones que contrasten los valores de producción energética real de la instalación.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios, se podrá requerir a IDAE para que lleve a cabo la certificación de la instalación.

5.- GENERALIDADES MANTENIMIENTO.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un periodo de tiempo al menos igual que el de la garantía. El mantenedor deberá cumplimentar un certificado de mantenimiento anual, en el que se recojan los datos de consumos, así como un análisis del funcionamiento de las instalaciones.

5.1.- Programa de Mantenimiento.

5.1.1.- Objeto.

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

5.1.2.- Criterios Generales.

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia.
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

A) Plan de vigilancia.

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el propietario de la vivienda.

B) Plan de mantenimiento preventivo.

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

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

El plan de mantenimiento debe ser realizarlo por personal técnico especializado de la empresa suministradora, que conozca la tecnología empleada para la realización del proyecto.

El plan de mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento o sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

C) Plan de Mantenimiento correctivos.

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de Garantías, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

A continuación se definen alguna de las operaciones mas importantes del plan de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente y de calefacción, además e la periodicidad mínima establecida (meses).

I: inspección visual.

C: control de funcionamiento.

SISTEMA DE CAPTACIÓN.

Colectores.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Diferencias sobre original. Diferencias entre colectores Cristales	6 meses
I	condensadores y suciedad Juntas de degradación	2 meses
I	agrietamientos, deformaciones Absorbedor	6 meses
I	corrosión, deformaciones	6 meses

Carcasa.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	deformación, oscilaciones, ventanas de respiración Conexiones	6 meses
I	aparición de fugas	6 meses

Estructura.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos	6 meses

SISTEMA DE ACUMULACIÓN.

Depósito.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Presencia de lodos en fondo Ánodos sacrificio	24 meses
I	Comprobación del desgaste Aislamiento	12 meses
I	Comprobar que no hay humedad	12 meses

SISTEMA DE INTERCAMBIO.

Intercambiador.

TIPO	TAREA	TIEMPO
C	eficiencia y prestaciones	12 meses
I	Limpieza Intercambiador de serpentín	6 meses
C	eficiencia y prestaciones	12 meses

CIRCUITO HIDRÁULICO.

Fluido refrigerante.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Comprobar su densidad y PH	12 meses
C	Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	1 mes
I	Comprobación de niveles de agua en circuitos	12 meses

Estanqueidad.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	12 meses
C	Efectuar prueba de presión	24 meses

Aislamiento.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	degradación protección uniones y ausencia de humedad	6
I	Revisión del estado del aislamiento térmico uniones y ausencia de humedad	12

Bomba.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Revisión de bombas y ventiladores Estanqueidad	12

Vaso de expansión cerrado.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Comprobación de la presión	6

Válvula de seguridad.

TIPO	TAREA	TIEMPO
C	Actuación Comprobación de tarado de elementos de seguridad	12

SISTEMA ELECTRICO Y DE CONTROL.

TIPO	TAREA	TIEMPO
C	Cuadro eléctrico Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo	12
C	Control diferencial actuación	12

SISTEMA DE CALEFACCIÓN.

Radiadores.

TIPO	TAREA	TIEMPO
C	Limpieza y purgado	6

SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR.

Caldera, Quemador, Chimenea.

TIPO	TAREA	TIEMPO
I	Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y chimenea	2 año
I	Limpieza del quemador de la caldera	1 mes
C	Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	1 mes

Principalmente las actividades expresadas anteriormente se resumen en los siguientes apartados, además se define quien deberá realizar cada una de las tareas.

1) Operaciones de mantenimiento a realizar por el propio usuario.

El usuario debe realizar las siguientes operaciones de control y mantenimiento al menos una vez al mes:

- a) Comprobar la presión del circuito. Ésta comprobación ha de realizarse en frío, preferiblemente a primeras horas de la mañana. Cuando la presión baje de 1,5 kg/cm² deberá proceder al rellenado del circuito hidráulico o ponerse en contacto con la empresa con la que tenga contratada el mantenimiento.
- b) Purgar el sistema, eliminando la posible presencia del aire en los botellines de desaireación.

Es recomendable que el usuario se familiarice con las siguientes operaciones básicas de actuación sobre el sistema:

- Llenado del circuito.
- Arranque y parada del sistema.
- Operación sobre los termostatos de control.

2) Operaciones de mantenimiento a realizar anualmente por personal especializado.

- Control anual de anticongelante.
- Comprobación de la presión y llenado del circuito.
- Purgado del circuito. (Incluido cebado de la bomba)
- Comprobación de la presión del aire del vaso de expansión.
- Calibración del sistema de control.
- Comprobación del funcionamiento automático de la bomba.

Además se inspeccionarán visualmente y comprobarán:

- Los colectores.
- El aislamiento.
- Válvulas manuales.
- Ruido de la bomba y Las tuberías.

6.- CONDICIONES FACULTATIVAS.

6.1.- La Ejecución.

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo expuesto en el presente proyecto y a lo que dictamine la dirección facultativa. El proceso constructivo de las distintas unidades que conforman el proyecto se ajustará a las especificaciones de la normativa vigente aplicándose con preferencia las siguientes:

- Normas Tecnológicas NTE.
- EH-88/91.
- CTE.
- RITE.

Por parte del contratista deberá ponerse especial cuidado en la vigilancia y control de la correcta ejecución de las distintas unidades del proyecto, con el fin de que la calidad se atenga a las especificaciones que sobre ellas se prevenga en las distintas normas que sirven de apoyo y guía del proceso constructivo. La aceptación o no de las partes ejecutadas será independiente de que estas hayan sido o no certificadas, puesto que en todo caso las certificaciones deben ser consideradas como una buena elección.

Los divisionamientos de las instalaciones o de cada local se ajustarán por el director de la obra, marcando sobre el terreno claramente todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra y ubicación de cada componente de ella debe ser en presencia del contratista y según proyecto. El contratista facilitará por su cuenta todos los elementos que sean necesarios para la ejecución de los referidos divisionamientos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de la invariabilidad de las señales o datos fijados para su determinación. El contratista será responsable de los errores que resulten de los replanteos con relación a los planos acotados que el director de la obra facilite a su debido tiempo.

6.2.- Plazo de Comienzo y de Ejecución.

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la dirección técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo. Su ejecución se ajustará a los planos que le suministre el director de la obra.

El se sujetará a las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas vigentes, así como los que se dicten durante la ejecución de las obras.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

6.3.- Recepción Provisional de las Obras.

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, para la cual será necesaria asistencia de un representante de la propiedad, de los arquitectos directores de las obras y del contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al contratista, que la dirección técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo. Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la contrata a la dirección facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

6.4.- Recepción Definitiva.

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

6.5.- Sanciones por Retraso.

Si el constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad oyendo el parecer de la dirección técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre propiedad y contrata.

6.6.- Control de Calidad.

Por parte de la propiedad, y con la aprobación de la dirección facultativa, se encargará a un laboratorio de control de calidad, con homologación reconocida, la ejecución del Control de calidad de aceptación. Independientemente el constructor deberá llevar a su cargo y bajo su responsabilidad el control de calidad de producción.

El constructor deberá facilitar, a su cargo, al laboratorio de control designado por la propiedad, las muestras de los distintos materiales necesarios, para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la dirección facultativa.

Con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra, las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en período constructivo, bien terminadas, el constructor facilitará al laboratorio de control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

En los cuadros que se acompañan, se detalla una relación de materiales con especificación de los controles a realizar, y su intensidad de muestreo, en su grado mínimo.

El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los mismos conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acoplado en la obra, o colocado, siendo de cuenta del constructor los gastos que ocasionase su sustitución.

En este caso, el constructor tendrá derecho a realizar a su cargo, un contraensayo, que designará el director de obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contraensayo, la dirección facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el constructor plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la dirección facultativa, previo el consentimiento de la propiedad, el director de obra podrá actuar sobre la devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el constructor aceptar dicha devaluación, si la considera más aceptable que proceder a su sustitución.

La dirección facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la propiedad.

6.6.1.- Trabajos Defectuosos.

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el pliego de condiciones generales de índole técnica del pliego de condiciones de la edificación y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el arquitecto director o su auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el arquitecto director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la dirección facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la contrata en concepto de indemnización.

6.6.2.- Desperfectos en las Propiedades Colindantes.

Si el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras.

6.7.- Plazo de Garantía.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

El plazo de garantía de las obras terminadas será de un año, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación la dirección técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas solar y de apoyo.

48 horas, si la instalación solar no funciona.
una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible si a la expiración del mismo resultase que aun el constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

6.8.- Abono de las Obras.

Se abonarán al contratista las obras que realmente ejecuta con sujeción al proyecto aprobado, las modificaciones debidamente autorizadas y que se introduzcan, y las órdenes que le hayan sido comunicadas por el director de la obra.

Si en virtud de alguna disposición del director de la obra, se introdujera alguna reforma en la misma que suponga aumento o disminución del presupuesto, el contratista queda obligado a ejecutarla con los precios que figuran en el presupuesto del contrato y de no haberlos se establecerán previamente. El abono de las obras se efectuará en la recepción de las mismas.

6.9.- Obligaciones y Responsabilidades de la Contrata.

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la contrata, a este pliego de condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el arquitecto director o ayudantes delegados.

El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc, así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento.

Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del contratista un "libro de ordenes", para cuando lo juzgue conveniente la dirección dictar las que hayan de extenderse, y firmarse el "enterado" de las mismas por el jefe de obra.

El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las órdenes que tiene la obligación de cumplir el contratista, de acuerdo con lo establecido en el "pliego de condiciones" de la edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la contrata se facilitará todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en material social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La dirección técnica y con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente pliego de condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración. Igualmente se obliga a la contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente. Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la dirección de la obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- El contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado.
- El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal necesario a juicio de la dirección facultativa.
- El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la propiedad y dirección facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

Son de exclusiva responsabilidad del contratista, además de las expresadas anteriormente las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.

- El cumplimiento de las ordenanzas y disposiciones municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

6.10.- Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contratista estará obligado a redactar un proyecto completo de seguridad e higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta dirección facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la seguridad e higiene en el trabajo, en la industria de la construcción, lo mismo en lo relacionado a las personas que intervengan en el propio trabajo como con las personas ajenas a la obra.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad ni la dirección facultativa, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

7.- **NORMATIVA.**

En todo caso para el pliego de condiciones además de alguna normativa especificada anteriormente se deberá cumplirse la Normativa vigente para dichas instalaciones.

A continuación se expresan alguna de las normativas que son de obligatorio cumplimiento:

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Reglamento de recipientes a presión (RAP).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementaria MI.BT incluidas las hojas de interpretación.

Norma Básica de la Edificación (NBE).

Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT).

Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (LPAA).

Ley número 88/67 de 8 de noviembre Sistema Internacional de Unidades de Medida S.I.

Normas UNE de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

UNE-EN 1057 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos sin soldadura, para agua y gas en aplicaciones sanitarias y de calefacción.

UNE-EN 12735-1 Cobre y aleaciones de cobre. Tubos redondos de cobre, sin soldadura, para aire acondicionado y refrigeración. Parte 1: Tubos para canalizaciones.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

PRESUPUESTO

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril de 2011



ÍNDICE.

	Pag.
INSTALACIÓN CALEFACCIÓN. -----	2
INSTALACIÓN SOLAR. -----	6
SUMINISTRO AGUA FRÍA Y ACS. -----	9
HONORARIO. -----	12
RESUMEN. -----	13

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.

Presupuesto

INSTALACIÓN CALEFACCIÓN.

Código.	Concepto.	Uds.	Total.	Precio.	Importe
I.01	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 800W, 7 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	2	2	158,90	317,80
I.01.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.02	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 800W, 12 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	1	1	272,40	272,40
I.02.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.03	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 800W, 10 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	1	1	227,00	227,00
I.03.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.04	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 600 W, 8 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	2	2	145,50	291,00
I.04.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.05	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 600 W, 6 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	2	2	99,00	198,00

I.05.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.06	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 425 W, 4 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	1	1	66,00	66,00
I.06.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.07	Radiador Rayco Magno. Radiador de aluminio de potencia 425 W, 2 elementos (emisión calorífica según UNE EN-442 para Tm 80°C).Pmáx 6 bar.Tmáx 120°C.	1	1	33,00	33,00
I.07.01	Kit de montaje. Kit de tapones, reducciones, soportes, juntas, embellecedores, detectores y demás accesorios necesarios, incluido mano de obra de instalación.	1	1	105,12	105,12
I.08	Tubería multicapa Ø10mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de calefacción por radiadores. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	43,85	4,26 €/m	186,80
I.09	Tubería multicapa Ø12mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de calefacción por radiadores. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	16,35	5,51 €/m	90,09
I.10	Tubería multicapa Ø14mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de calefacción por radiadores. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	53,96	7,34 €/m	396,07

I.11	Tubería multicapa Ø15mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de calefacción por radiadores. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	34,78	8,64 €/m	300,50
I.12	Tubería multicapa Ø16mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de calefacción por radiadores. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	43,72	8,82 €/m	385,61
I.13	Caldera Vitodens 200W. Caldera modelo wb1b de Vissmann. Rango de Potencia 6,5 - 30,5 kW. Incluido quemador y vaso de expansión.	1	1	3.136,25	3.136,25
I.14	InterAcumulador Vitocel 100H. Interacumulador de acero inoxidable modelo cha de la casa Vissmann. Capacidad 130litros.	1	1	1.329,30	1.329,30
I.15	Circulador Calefacción. Circulador para calefacción Wilo modelo Top-s 30/10 3 ~ PN 10. Velocidad 2.600r.p.m. Tmáx 130 °C, Pmáx 10 bar.	1	1	592,48	592,48
I.16	Chimenea de humos. Chimenea tiro Atmosférico en cubierta inclinada Única Tubería de acero. Diámetro entrada aire 100mm, salida humos 60mm.	mts	7,75	12,43	96,33
I.16.01	Tubo pasa techos. Tubo pasa techos concéntrico con oreja de fijación, color negro.	mts	1,5	6,05	9,08
I.16.02	Teja universal. Tapa color negro.	1	1	0,79	0,79
I.16.03	Manguito corredizo. Manguito concéntrico.	1	1	0,54	0,54
I.16.04	Conducto concéntrico de 87°.	1	1	0,30	0,30
I.17	Válvula de seguridad 1^{1/2}". Válvula de seguridad tarada 3 bar.	1	1	85,72	85,72
I.18	Termostato. Termostato de ambiente inalámbrico RX 200.	1	1	181,0	181,00
I.19	Termostatos de calderas. Termostato de inversión.	1	1	16,90	16,90
I.20	Purgador manual 1/2". Purgador de Orki colocado en radiador.	10	10	2,90	29,00

I.21	Válvula de esfera 1^{1/8}" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	24	24	17,55	421,20
I.22	Válvula de esfera 1^{1/2}" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	2	2	11,50	23,00
I.23	Válvula de esfera 3/4 . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	1	1	8,60	8,60
I.24	Válvula retención 1^{1/2}" . Válvula de retención de latón.	3	3	46,95	140,85
I.25	Válvula retención 1^{1/8}" . Válvula de retención de latón.	1	1	50,89	50,89
I.26	Manómetro . Manómetro con caja de acero marca Gesa modelo M 02 01. Diámetro caja 63mm, material de acero al carbono. Rango de presiones 0-16 bar. Temperatura ambiente -40+80°C.	1	1	24,73	24,73
I.27	Coquilla Elastomerica Ø10mm . Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Conductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	43,85	1,02 €/m	44,73
I.28	Coquilla Elastomerica Ø12mm . Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Conductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	16,35	3,24 €/m	52,97
I.29	Coquilla Elastomerica Ø14mm . Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Conductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	53,96	5,46 €/m	294,62
I.30	Coquilla Elastomerica Ø15mm . Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Conductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	34,78	6,57 €/m	228,50
I.31	Coquilla Elastomerica Ø16mm . Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Conductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	43,72	7,68 €/m	335,77

TOTAL CAPÍTULO CALEFACCIÓN: 10.603,66 €

INSTALACIÓN SOLAR.

Código.	Concepto.	Uds.	Total.	Precio.	Importe
II.01	Tubería multicapa Ø14mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS solar. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	18,46	8,64 €/m	159,49
II.02	Tubería multicapa Ø35mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS solar. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	12,63	12,26 €/m	154,84
II.03	Tubería multicapa Ø40mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS solar. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	10,70	16,35 €/m	174,94
II.04	Colector solar de placa plana. Colector Wolf TopSon F3. De 2 m ² de superficie util de absorción.	1	1	526,94	526,94
II.04.01	Kit de montaje solar. Kit de montaje y fijación en cubiertas inclinadas. Incluido materiales necesarios y mano de obra.	1	1	245,00	245,00
II.05	Acumulador solar. Acumulador Baxiroca esmaltado. Capacidad 300litros. presión max. 10 bar, temperatura máxima agua 90°	1	1	1.462,00	1.462,00
II.06	Intercambiador de placas. Intercambiador de acero inoxidable Vitotrans 100 Modelo PWT 3003 485. Hasta 130 °C.	1	1	1.025,36	1.025,36
II.07	Circulador Solar. Bomba solmarca Baxiaroca modelo SXM 25. Circulador hasta 10 bar y temperatura de -20 °C a 130 °C para circuitos abiertos o cerrados.	2	2	385,76	771,52
II.08	Circulador Auxiliar. Bomba InterAc-Cal modelo SB-Tempus 100XL casa BaxiRoca. Circuladores para circuitos de recirculación en instalaciones de Agua Caliente Sanitaria hasta 10 bar y 95°C.	1	1	462,38	462,38

II.09	Vaso Solar. Vaso de expansión cerrado VES de 8 litros de capacidad, con membrana recargable, Pmax 10bar temperatura ambiente de -10 a +110 °C Tmax: +130 °C) Presión de precarga: 3 bar.	1	1	54,25	54,25
II.10	InterAcumulador. Interacumulador Vitocell 100-H de la marca Vissmann. horizontal de 130 litros de capacidad y hasta 10 bar.	1	1	1.429,52	1.429,52
II.11	Centralita de Control. Control Digital Vitosolic 100 Regulación para sistemas de energía solar.	1	1	275,32	275,32
II.12	Válvula de esfera 1^{1/2}" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	32	32	11,50	368,00
II.13	Válvula retención 1^{1/2}" . Válvula de retención de latón.	1	1	46,95	46,95
II.14	Válvula retención 1^{3/8}" . Válvula de retención de latón.	2	2	50,89	101,78
II.15	Válvula de seguridad 1^{1/2}" . Válvula de seguridad tarada 3 bar.	3	3	79,51	238,53
II.16	Válvula de seguridad 1^{3/8}" . Válvula de seguridad tarada 3 bar.	2	2	67,25	134,50
II.17	Válvula llenado/vaciado.	1	1	47,05	47,05
II.18	Termómetros. Termómetro marca Gesa modelo D 01 02: Diámetro de caja 63 mm. Caja y aro en acero inoxidable, rango de temperaturas, 0+120°C. Elemento sensor: tira bimetalica serie estándar. Sujeción mediante muelle a la tubería.	8	8	28,34	226,72
II.19	Manómetro. Manómetro con caja de acero marca Gesa modelo M 02 01. Diámetro caja 63mm, material de acero al carbono. Rango de presiones 0–16 bar. Temperatura ambiente -40+80°C.	4	4	24,73	98,92
II.20	Purgador automático. Purgador automático para energía solar Flexvent Super 1/2". Temax.	1	1	49,00	49,00
II.21	Sondas. Sonda de penetración o interior de acero inoxidable (Ø3.3x130mm) para medir temperaturas de líquidos. Máxima temperatura de la sonda 250 °C.	6	6	14,37	86,22

II.22	Líquido Solar. Líquido solar de Vissmann con protección anticongelante hasta -25 °C. Incluido llenado instalación con 25 litros.	1	1	81,17	81,17
I.23	Coquilla Elastomerica Ø14mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	1	18,46	5,46 €/m	100,79
I.24	Coquilla Elastomerica Ø35mm. Aislamiento cerrado de 30 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	1	12,63	21,62 €/m	273,06
I.25	Coquilla Elastomerica Ø40mm. Aislamiento cerrado de 30 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	1	10,70	30,10 €/m	322,07

TOTAL CAPÍTULO SOL: 8.916,32 €

INSTALACIÓN SUMINISTRO AGUA FRÍA Y ACS.

Código.	Concepto.	Uds.	Total.	Precio.	Importe.
III.01	Tubería multicapa Ø12mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS y Agua Fría. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	42,68	5,51 €/m	235,17
III.02	Tubería multicapa Ø20mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS y Agua Fría. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	27,51	10,05 €/m	275,10
III.03	Tubería multicapa Ø22mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS y Agua Fría. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	4,63	12,25 €/m	56,72
III.04	Tubería multicapa Ø25mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS y Agua Fría. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	17,30	14,45 €/m	249,98
III.05	Tubería multicapa Ø28mm. Tubería compuesta por un tubo de cobre para la red de distribución de ACS y Agua Fría. Incluido parte proporcional mano obra.	mts	17,92	18,95 €/m	259,38
III.06	Válvula 3 Vías. Válvula mezcladora de tres vías para ACS.	1	1	112,00	112,00
III.07	Contador de agua 3/4". Contador colocado en arqueta de acometida y conexión al ramal de acometida y a la red de distribución interior, incluido mano de obra.	1	1	105,15	105,15
III.08	Termómetros. Termómetro marca Gesa modelo D 01 02: Diámetro de caja 63 mm. Caja y aro en acero inoxidable, rango de temperaturas, 0+120°C. Elemento sensor: tira bimetálica serie estándar. Sujeción mediante muelle a la tubería.	2	2	28,34	56,68
III.09	Purgador automático. Purgador automático para energía solar Flexvent Super 1/2". Temax.	1	1	49,00	49,00

III.10	Válvula de esfera 1/2" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	27	27	6,30	170,10
III.11	Válvula de esfera 3/4" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	6	6	8,60	51,60
III.12	Válvula de esfera 1^{1/4}" . Válvula de esfera cromada de la marca Giacomini.	3	3	19,13	57,39
III.13	Válvula de seguridad 3/4" . Válvula de seguridad tarada 3 bar.	1	1	50,12	50,12
III.14	Válvula retención 1/2" . Válvula de retención de latón.	1	1	32,24	32,24
III.15	Válvula retención 1" . Válvula de retención de latón.	1	1	40,05	40,05
III.16	Coquilla Elastomerica Ø12mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	42,68	3,24 €/m	138,28
III.17	Coquilla Elastomerica Ø20mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	27,51	12,68 €/m	348,83
III.18	Coquilla Elastomerica Ø22mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	4,63	15,36 €/m	71,12
III.19	Coquilla Elastomerica Ø25mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	17,30	18,51 €/m	320,22
III.20	Coquilla Elastomerica Ø28mm. Aislamiento cerrado de 25 mm de espesor para tuberías de calefacción, Coductividad 0,037 W/mK a 20°C.	mts	17,92	21,06 €/m	377,39
III.21	Grifería monomando. Grifo mezclador de agua fría y agua caliente de la marca Roca, disponible de apertura escalonada en dos fases.	1	1	35,41	35,41

III.22	Grifería Ducha. Grifería temporizada para ducha con función mezclador de agua fría y agua caliente de la marca Roca.	1	1	52,00	52,00
III.23	Bañera. Bañera de chapa de Roca modelo Contesa BL. Victoria en blanco o similar. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	135,91	135,91
III.24	Ducha. Plato de ducha de chapa esmaltado en blanco de 70x70cm marca Roca modelo Victoria. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	128,67	128,67
III.25	Lavabo. Lavabo Victoria de la marca Roca. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	112,54	112,54
III.26	Fregadero. Fregadero de acero inoxidable de una cubeta con grifería monomando. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	247,29	247,29
III.27	Bidé. Bidé Victoria Dama de Roca, bide de porcelana de color blanco con grifería cromada. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	146,20	273,60
III.28	Inodoro. Inodoro Dama de porcelana, en color blanco. Incluido juntas, piezas de sujección y de más elementos para su instalación y funcionamiento.	1	1	273,60	273,60

TOTAL CAPÍTULO ACS Y AGUA FRÍA: 4.315,54 €

HONORARIOS.

HONORARIOS REALIZACIÓN DEL PROYECTO. (6%) ----- 1.873,47 €

HONORARIOS DIRECTOS DE OBRA. (6%) ----- 1.873,47 €

TOTAL. ----- 3.746,93 €

IVA (16%). ----- 599.51 €

TOTAL HONORARIOS. ----- 4.346,44 €

RESUMEN.

TOTAL INSTALACIÓN CALEFACCIÓN. ----- **10.603,66 €**

TOTAL INSTALACIÓN SOLAR. ----- **8.916,32 €**

TOTAL SUMINISTRO AGUA FRÍA Y ACS. ----- **4.315,54 €**

TOTAL CAPITULOS. ----- **23.835,52 €**

Gastos generales y Beneficios industriales (15%). ----- **3.575,25 €**

IVA (16%). ----- **3.813,68 €**

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN. ----- **31.224,45 €**

El presupuesto total de Ejecución asciende a **TREINTA Y UN MIL DOSCIENTOS VEITICUATRO CON CUARENTA Y CINCO EUROS.**



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

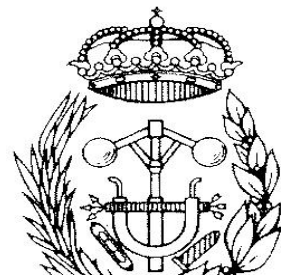
INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN Y ACS CON APOYO
SOLAR EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN TAJONAR

BIBLIOGRAFÍA

Miguel Fernández Eito

Faustino Gimena Ramos

Pamplona, 14 de Abril de 2011



ÍNDICE

	Pag.
LIBROS. -----	2
OTROS. -----	2
PÁGINAS WEB. -----	3
NORMATIVA. -----	4
CATALOGOS. -----	5

Pamplona, 14 de Abril del 2011

Fdo: Miguel Fernández Eito.

LIBROS.

- Energía Solar Térmica. Manual del Arquitecto.
Edita: Junta de Castilla y León, Consejería de Industria, Comercio y Turismo.
Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).
- Energía Solar Térmica. Manual del Projectista.
Edita: Junta de Castilla y León, Consejería de Industria, Comercio y Turismo.
Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).
- Calefacción y Agua Caliente Sanitaria.
Autores: Juan Andrés y Rodríguez Pomatta, Arosa Lastra, García. Gándara
Edita: A.M.V. ediciones 1991.
- Instalación de calefacción
Autor: Martín Rosas I Casal
Editorial: VOC.
- La Energía Solar Térmica. Aplicaciones prácticas.
Autor: Consolar.
Editorial: Sevilla.
- Calefacción.
Autor: Martín Llorens.
- Climatización I – Calefacción.
Autores: Juan Andrés y R. Pomatta.
- Manual de Instalación de calefacción para agua caliente.
Autor: Martín Sánchez, Franco.
- Energía solar Térmica y fotovoltaica en el marco del Código Técnico de la Edificación.
Edita: Ayuntamiento de Pamplona.
- El libro de las Energías Renovables.
Autor: Jarabo Frienrich, F. y otros.
Edita: S.A.P.T. Madrid 1988.
- Calor solar en su casa.
Autor: Adams R.W.
Edita: Praninfo 1987.

OTROS.

- Apuntes Asignatura optativa fuentes de la Energía Térmica.
- Apuntes Asignatura optativa Instalaciones Térmicas Industriales.

PÁGINAS WEBS.

REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS (RITE) Y SUS INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS.

www.cne.es/cne/doc/legislacion/RITE.pdf.

www.isover.net/asesoria/manuales/reglamento.htm.

NORMA BÁSICA NBE-CT-79, SOBRE CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS.

www.isover.net/asesoria/manuales/

CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN. Ministerio de Vivienda.

www.codigotecnico.org

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA.

www.idae.es

CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR.

www.censolar.es

AGENDA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. Gobierno de España.

www.aemet.es

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES.

www.cener.com

ASOCIACIÓN TÉCNICA ESPAÑOLA DE CLIMATIZACIÓN Y REFRIGERACIÓN.

www.ATECYR.es

ASOCIACION ESPAÑOLA DE ENERGIA SOLAR.

www.AEDES�.es

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE ENERGÍA SOLAR Y ALTERNATIVAS.

www.ASENSA.es

MANUAL TÉCNICO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. Salvador Escoda.

www.nakido.com/644C68F1FCB02AAABB484CB3C73041748CE8A763

DOCUMENTO BASICO HE DE AHORRO DE LA ENERGÍA. Del Código Técnico de la Edificación CTE.

www.aven.es/pdf/Documento_He.pdf

NORMATIVA GENERAL.

NBE – CT 79 Norma Básica de la edificación y sus Condiciones Térmicas en los Edificios.

Nuevo Código Técnico de la Edificación CTE.y sus Documentos Básicos HE.

Real Decreto 1751/1998 de 31 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios R.I.T.E. e instrucciones complementarias I.T.E.

Real Decreto 1244/1979 de 4 de Abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión RAP.

Norma Tecnológica de la Edificación para Humos y Gases NTE-ISH.

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

NORMATIVA EXPECIFICA.

UNE-EN 12975 -1:2001 Sistemas Solares Térmicos y Componentes- Captadores Solares- Parte1: Requisitos Generales.

UNE-EN 806 - 1:2001 Especificaciones para las instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte1: Generalidades.

UNE-EN 94 - 002 - 2004 Instalaciones Solares Térmicas para producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de Energía Térmica.

Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

UNE 94003: Datos climáticos para el dimensionado de las instalaciones solares térmicas.

UNE 37.141-76 Características de las Tuberías de Cobre.

UNE EN 1 057:1996 Tubos de cobre.

UNE-EN 123001 2006 calculo y diseño chimenea metálicas.

CATALOGOS.