

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

Pamplona, Febrero de 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

MEMORIA

Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

Pamplona, Febrero de 2013

## ÍNDICE

1.1. AUTOR DEL PROYECTO .....	4
1.2. OBJETO DEL PROYECTO .....	5
1.3. DATOS DE PARTIDA.....	5
1.3.1. Emplazamiento.....	5
1.3.2. Características del edificio .....	5
1.3.3. Datos climatológicos .....	6
1.4. CONDICIONES DE DISEÑO.....	8
1.4.1. Condiciones exteriores de diseño.....	8
1.4.2. Condiciones interiores de diseño.....	9
1.4.3. Régimen de funcionamiento del edificio .....	10
1.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	11
1.6. PISCINA CUBIERTA. NECESIDADES EN LA CLIMATIZACIÓN .....	12
1.6.1. Introducción .....	12
1.6.2. Cálculo de las necesidades de deshumectación.....	13
1.6.3. Cálculo de pérdidas de calor en el agua del vaso de piscina.....	15
1.6.3.1. Pérdidas por evaporación.....	16
1.6.3.2. Pérdidas por radiación.....	16
1.6.3.3. Pérdidas por convección .....	17
1.6.3.4. Pérdidas por renovación.....	17
1.6.3.5. Pérdidas por transmisión.....	18
1.6.3.6. Ganancias por radiación solar .....	18
1.6.4. Cálculo de potencia necesaria para puesta a régimen .....	19
1.6.5. Resumen cálculos climatización piscina .....	20
1.8. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CALOR POR ENERGÍA SOLAR.....	21
1.8.1. Objeto .....	21
1.8.2. Descripción general de la instalación.....	22
1.8.4. Descripción de la estructura soporte .....	24

1.8.5. Sistema de acumulación solar .....	25
1.8.6. Sistema de intercambio para el calentamiento de A.C.S.....	27
1.8.7. Bombas de circulación solar .....	28
1.8.8. Vaso de expansión.....	29
1.8.9. Purgadores .....	30
1.8.10. Sistema de energía convencional auxiliar .....	30
1.8.11. Regulación y control de la instalación solar.....	31
1.8.12. Criterios generales de cálculo .....	32
1.8.13. Cálculo de la cobertura solar .....	33
1.8.13.1. Búsqueda de información previa .....	33
1.8.13.2. Pérdidas por orientación .....	35
1.8.13.3. Cálculo radiación media global.....	35
1.8.13.4. Desarrollo de los cálculos .....	35
1.9. MEDIDAS ADOPTADAS PARA UN USO RACIONAL DE LA ENERGÍA ...	37
1.10. COMBUSTIBLE .....	37
1.11. INSTALACIÓN DE APOYO.....	37
1.11.1. Chimenea.....	37
1.11.2. Caldera .....	38
1.11.3. Llenado.....	39
1.11.4. Vaciado.....	39
1.11.5. Expansión .....	39
1.11.6. Equipamiento .....	40
1.12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	41
1.13. VALVULERÍA .....	41
1.14. AISLAMIENTO EN TUBERÍAS Y COLECTORES.....	42
1.15. RUIDOS Y VIBRACIONES .....	42

## 1.1. AUTOR DEL PROYECTO

El proyecto Instalación solar térmica para apoyo a la producción de calor para edificio de piscina climatizada y vestuarios se realiza, como proyecto fin de carrera, por el alumno de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica, EDUARDO LANZ RECARI.

## 1.2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto diseñar la instalación de producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.) y calentamiento del agua para un edificio destinado principalmente a piscina cubierta y vestuarios. Para ello se utilizará una instalación de apoyo mediante energía solar térmica. El edificio se encuentra en el complejo Martiket, en VILLAVA (Navarra).

El objetivo final es atender las necesidades higrotérmicas del edificio, facilitar el ahorro de combustible y cumplir con el marco normativo actual.

El proyecto será conforme al código técnico de la edificación (CTE), en concreto los documentos básicos de ahorro de energía (DB-HE) y al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

## 1.3. DATOS DE PARTIDA

### 1.3.1. Emplazamiento

El edificio está situado en la localidad navarra de Villava, más concretamente en Grupo Martiket s/n. (ver plano situación). El edificio no tiene ningún otro edificio adosado y, por su orientación, tampoco se ve afectado por las sombras que pudieran proyectar los edificios cercanos.

### 1.3.2. Características del edificio

El edificio consta de dos plantas, además de la planta superior o azotea:

- Planta baja: cuenta con la mayoría de salas, tanto vestuarios de equipo de hombre y mujer, vestuarios de hombre y mujer, vestíbulos, aseos, botiquín socorrista, vasos de piscina, baño turco, sauna, terma, spa y almacenes para diversos usos.
- Planta primera: en ella se ubican la sala del climatizador y la sala de calderas.
- Planta superior o azotea: alberga las placas solares, así como diversos elementos de la instalación solar y térmica.

### 1.3.3. Datos climatológicos

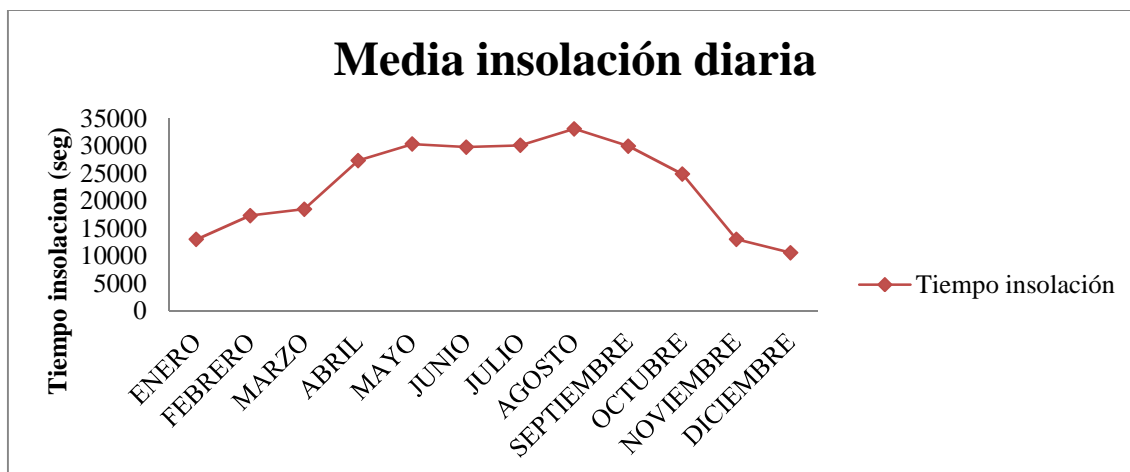
Para la realización de este proyecto, se han utilizado los datos climatológicos correspondientes al año 2011. Dichos datos han sido recogidos por la estación meteorológica de Pamplona, situada en la Escuela Técnica Industrial de Ingeniería Agrónoma.

Es importante conocer las temperaturas medias ambientales de cada mes del año, así como la temperatura máxima, mínima y media del agua de la localidad en la que se desarrolla el proyecto.

TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE		TEMPERATURA DEL AGUA	
Enero	4,46 °C	Mínima Febrero	12,7 °C
Febrero	6,41 °C	Máxima Julio	25,7 °C
Marzo	8,73 °C	Media anual	18,6 °C
Abril	13,87 °C		
Mayo	16,18 °C		
Junio	17,61 °C		
Julio	18,48 °C		
Agosto	21,66 °C		
Septiembre	18,99 °C		
Octubre	13,51 °C		
Noviembre	11,03 °C		
Diciembre	6,35 °C		

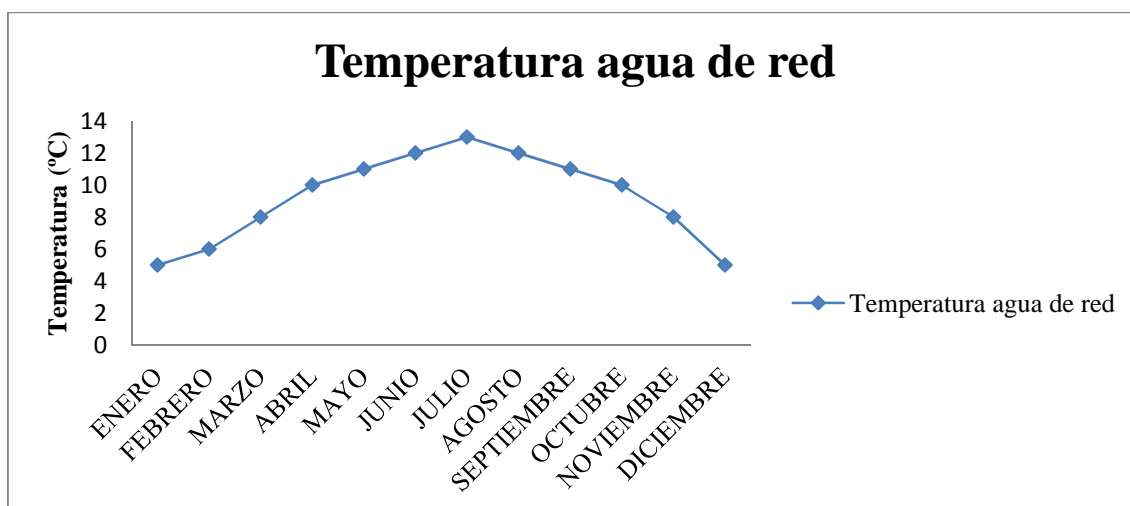
**Tabla 1.** Temperatura media del aire y temperatura del agua. [Fuente: Estación Meteorológica Pamplona (ETSIA UPNA) 2011.]

Es necesario conocer el tiempo de insolación media al mes, que es la suma de intervalos de tiempo durante los cuales la radiación solar directa (normal al sol) supera el umbral de 120 W/m<sup>2</sup>.



**Gráfica 1.** Promedio de la insolación diaria.  
 [Fuente: Estación Meteorológica Pamplona (ETSIA UPNA) 2011].

También la temperatura del agua de red en Pamplona.



**Gráfica 2.** Promedio temperatura del agua de red en Pamplona.  
 [Fuente: Estación Meteorológica Pamplona (ETSIA UPNA) 2011].

A continuación se muestra una tabla con los valores de temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, radiación media (en  $W/m^2$ ), humedad relativa media y humedad relativa máxima.



MES	Temp. Media	Media T <sup>a</sup> máx.	Media T <sup>a</sup> mín.	Media radiación (W/m <sup>2</sup> )	Hum. Rel. Med.	Hum. Rel. Max.
ENERO	4,46	8,83	0,65	67,99	76,74	87,90
FEBRERO	6,41	11,95	1,71	100,14	73,14	89,82
MARZO	8,73	13,42	4,05	140,26	69,65	88,16
ABRIL	13,87	19,96	7,81	216,53	64,33	86,87
MAYO	16,18	22,85	9,19	261,21	63,77	88,71
JUNIO	17,49	23,89	11,24	269,85	64,37	86,80
JULIO	18,48	24,41	12,86	268,51	61,94	83,29
AGOSTO	21,66	29,86	14,41	257,17	57,97	83,45
SEPTIEMBRE	18,99	26,91	12,06	204,50	63,43	88,33
OCTUBRE	13,51	21,07	6,58	67,99	65,32	86,71
NOVIEMBRE	11,03	15,05	7,19	100,14	74,97	88,27
DICIEMBRE	6,35	10,39	2,46	140,26	78,97	90,65

**Tabla 2.** [Fuente: Estación Meteorológica Pamplona (ETSIA UPNA) 2011].

## 1.4. CONDICIONES DE DISEÑO

### 1.4.1. Condiciones exteriores de diseño

Atendiendo al “Código Técnico de la Edificación” en el apéndice D, podemos decir que el edificio está situado en la zona climática D-1. La letra D corresponde a la división de invierno y el número 1 a la división de verano.

A continuación se presenta una porción de la tabla D-1.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	E1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1

**Tabla 3.** Zonas climáticas[Fuente: Apéndice D, Código Técnico de la edificación].

La elección de las condiciones exteriores de temperatura seca exterior se hace según el criterio de niveles percentiles.

Para el invierno se ha escogido los meses de diciembre, enero y febrero con un nivel del 99.6 %. Este estudio se ha realizado en los inviernos de los años 2009, 2010 y 2011.

Por lo tanto estas son las temperaturas escogidas para el cálculo:

- Temperatura externa: -4°C.
- Temperatura locales no calefactados: 8°C.

#### 1.4.2. Condiciones interiores de diseño

Para determinar la temperatura interior se ha tenido en cuenta el apartado IT 1.1.4.1.2 del RITE. Según dicho apartado se exige una calidad térmica del ambiente y para ello hay que mantener las condiciones interiores de diseño de temperatura operativa y humedad relativa entre los distintos valores.

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

**Tabla 4.** Temperatura y humedad según la estación el año.

Para el edificio proyectado, teniendo en cuenta un régimen de invierno, se establecerán las siguientes condiciones:

- Temperatura operativa: 21°C.
- Humedad relativa: 45%

#### 1.4.3. Régimen de funcionamiento del edificio

El horario de funcionamiento es el habitual para este tipo de establecimientos, extendiéndose desde las 8.00 a las 22.00 de lunes a viernes y de 8.00 a 14.00 los sábados. Supone 14 horas de funcionamiento al día entre semana. Los domingos y festivos la piscina permanecerá cerrada.

La piscina también cerrará durante los meses de Julio y Agosto. Esto implica definir una única forma de trabajo. Además no se preparará la instalación para la creación de frío por ser innecesario y poco rentable.

Como ocupación teórica se podría suponer por defecto la mayor de las ocupaciones posibles que por observación directa solemos encontrar. Esto es: 5 nadadores por calle, teniendo 6 calles, lo cual hace un total de 30 nadadores. Pero poniéndose en el peor de los casos, y teniendo en cuenta que existirán clases infantiles de natación, así como diversas actividades acuáticas, se ha supuesto una media en torno a 10 nadadores por calle (60 nadadores) y hasta un máximo de 85 espectadores en las gradas que el complejo tiene proyectadas dentro del recinto.

Por último, cabe mencionar, que estas condiciones se darán en contadas ocasiones, por lo que estamos sobredimensionando la instalación. Pero en caso de acontecimientos de mayor afluencia la instalación contará con las condiciones suficientes.

## 1.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación de producción de A.C.S. y de calentamiento del vaso de piscina será centralizada y se empleará gas natural como combustible. A su vez contará con una instalación de apoyo solar térmico que será la encargada de cubrir la demanda de ambos en la medida de lo posible

La sala de calderas se encontrará en la planta primera del edificio en un local destinado específicamente a este fin.

La red de distribución será de tubería de cobre según UNE-EN 1057, e irá calorifugada con coquilla de espuma elastomérica. Discurrirá principalmente bajo pavimento. Se colocarán dilatadores si hubiese un tramo recto de más de 15 m y las tuberías horizontales tendrán una pendiente mínima del 1%.

El circuito solar también será de tubería de cobre según UNE-EN 1057, e irá calorifugada con coquilla de espuma elastomérica.

La instalación contará con cuatro intercambiadores de calor, dos en el circuito solar y dos en el de caldera. Cada uno de ellos tendrá a su vez un intercambiador para A.C.S. y otro para piscina.

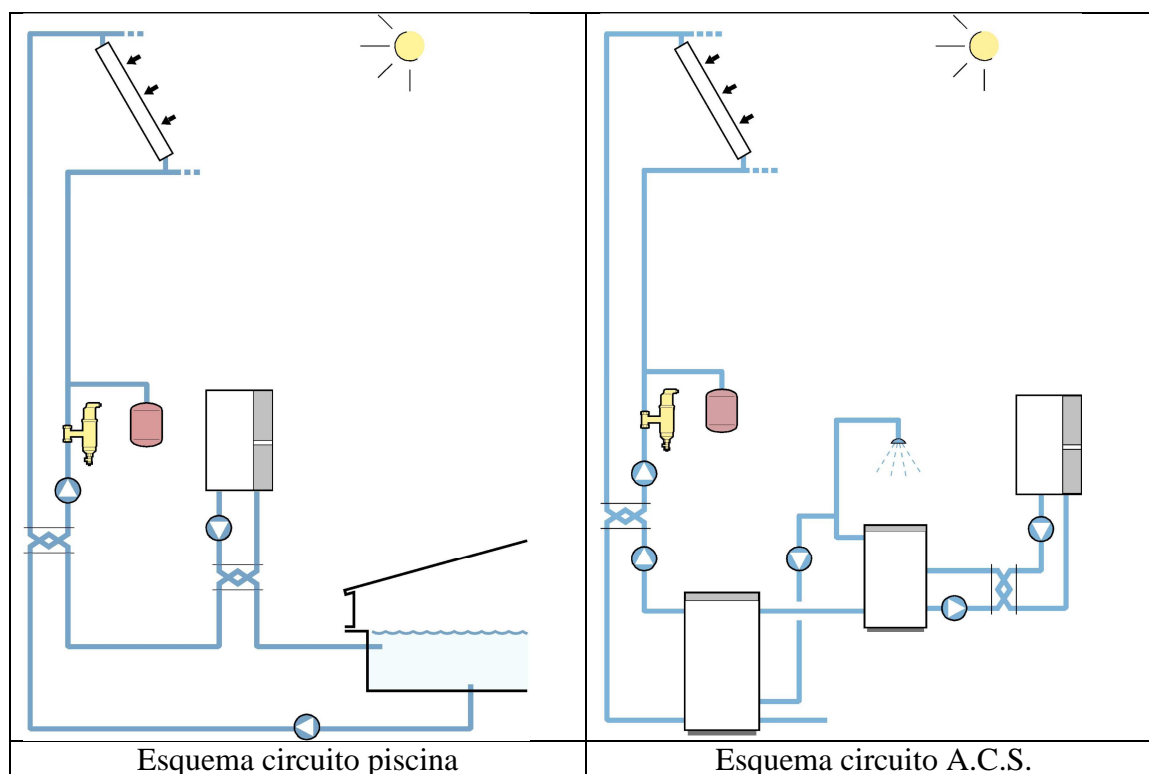


Figura 1. Esquemas instalaciones A.C.S. y piscina.

La red de distribución constará de dos circuitos independientes, con una bomba recirculadora cada uno.

Se instalará una única caldera para la instalación de producción de A.C.S. y de calentamiento del agua de piscina conforme con lo establecido en el RITE en el apartado 1.2.4.1.2.2. Esta caldera será de condensación y tendrá incorporado un quemador de radiación modulante. Contará con todos los elementos de maniobra y control incorporados.

La regulación térmica estará a cargo de una centralita electrónica digital provista de microprocesador, que actuará sobre las válvulas motorizadas de tres vías, sobre las bombas recirculadoras e, indirectamente, sobre el quemador.

La instalación será cerrada y contará con su correspondiente vaso de expansión y válvula de seguridad.

La chimenea será de acero inoxidable prefabricada, con aislamiento interior y envolvente de acero inoxidable.

El combustible será gas natural.

Habrá un apoyo solar para las dos demandas. Dicha instalación contará con un circuito cerrado de Tyfocor LS. La producción de A.C.S. será en un productor-acumulador con serpentín de 750 litros de capacidad, mientras que el calentamiento del agua de piscina contará con serpentín de 1000 litros de capacidad.

## **1.6. PISCINA CUBIERTA. NECESIDADES EN LA CLIMATIZACIÓN**

### **1.6.1. Introducción**

Para el desarrollo de los cálculos de necesidades de la piscina en el edificio proyectado, se ha utilizado el manual de “Climatización de piscinas cubiertas”, creado por CIATESA.

En el proyecto de climatización de una piscina cubierta debe tenerse en cuenta que las diferencias fundamentales con respecto a un sistema de climatización de un edificio residencial o comercial son:

- Fuerte evaporación.

- Los ocupantes tienen un grado de vestimenta muy bajo.

Por ello los principales objetivos son establecer unas condiciones determinadas de confort y evitar condensaciones en el recinto. Para conseguirlo se ponen en marcha una serie de medidas:

- La consecución de una temperatura y humedad ambientales adecuadas.
- El mantenimiento de la temperatura del agua del vaso de piscina.
- Garantizar el aire de ventilación mínimo higiénico.
- Evitar las corrientes de aire en la zona de ocupación y sobre la lámina de agua.

Las condiciones de confort utilizadas para este proyecto son:

- Temperatura del agua: 25°C
- Temperatura del aire: 27°C
- Humedad relativa: 65%

#### 1.6.2. Cálculo de las necesidades de deshumectación

La interacción entre el agua y el aire en régimen turbulento provocado por el chapoteo favorece la evaporación. Por tanto, la evaporación en la lámina de agua aumentará de forma directamente proporcional al número de bañistas y su actividad.

Una elevada velocidad de aire sobre la lámina de agua favorecerá también el fenómeno de la evaporación. La velocidad del aire es también otro punto a tener en cuenta en el confort de los bañistas.

Se tendrá en cuenta igualmente el efecto de las playas mojadas de la piscina y el agua que porten en la piel los bañistas al salir de la piscina.

Existen asimismo dos factores más a considerar a la hora de calcular el incremento de humedad absoluta que suponen un aporte de humedad extra al ambiente. Estos factores son la carga latente de los propios bañistas y del público en general, llegando a ser un factor importante si la ocupación de las gradas es elevada como sucede en las piscinas de competición, y el aire exterior de ventilación e infiltraciones que en algunos casos puede tener más humedad absoluta que el aire ambiente interior incrementado la humedad ambiental interior. Sin embargo, en la mayoría de los casos,

se produce justo el efecto contrario ayudando a deshumectar al estar el aire exterior más seco que el interior.

Existen diversas fórmulas para el cálculo de la cantidad de agua evaporada en función de los factores mencionados. A continuación se exponen dos de las posibles fórmulas, una de ellas es la más usada (fórmula de Bernier), también elegida para este proyecto y la segunda (fórmula de Carreras) que es una de las más completa.

- La fórmula de Bernier, contempla la suma de dos términos: piscina sin agitación (coeficiente 16) y con agitación (coeficiente 133n).

$$M_e = S \cdot [(16 + 133n) \cdot W_e - G_a \cdot W_{as}] + 0,1 \cdot N$$

Donde

- $M_e$  es masa de agua evaporada (kg/h).
- $S$  es superficie de piscina ( $m^2$ ).
- $W_e$  es humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua ( $kg_{ag}/kg_a$ ).
- $W_{as}$  la del aire saturado a la temperatura del aire interior,  $G_a$  es el grado de saturación,  $n$  el nº de nadadores por metro cuadrado de lámina de agua y  $N$  el nº total de ocupantes.
- La fórmula de Carreras, que además considera la velocidad del aire.

$$M_e = 9 \cdot (W_e - W_a) \cdot (1 + V/1,20) \cdot S + 0,42 \cdot n + 0,08 \cdot N$$

Donde

- $W_a$  es la humedad absoluta a la temperatura del aire ambiente ( $kg_{ag}/kg_a$ ).

Se puede observar, en ambas expresiones, que el agua evaporada depende de la diferencia entre la humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua y la humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior o ambiente. También del número de bañistas.

Así pues, cuanto mayor sea la temperatura del agua, mayor será su humedad absoluta en la saturación, aumentando la cantidad de agua evaporada como

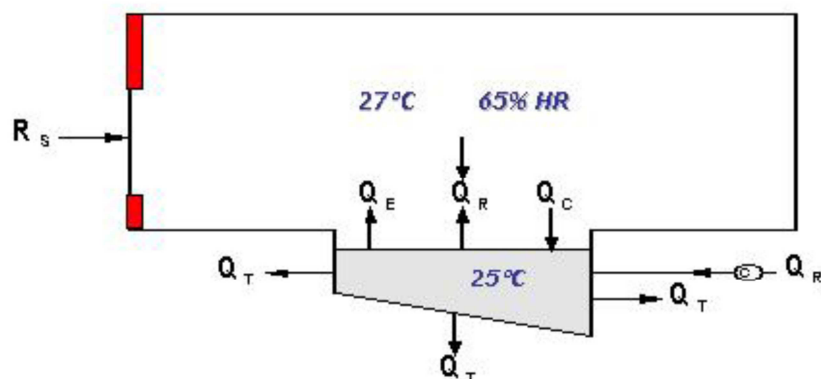
consecuencia. Asimismo, si la temperatura del aire interior y/o la humedad relativa decrecen, la humedad absoluta disminuye aumentando la evaporación.

Es conveniente que la temperatura del agua no sea excesivamente alta y que la temperatura del aire sea siempre mayor que la del agua para que las condiciones de confort y evaporación sean las óptimas.

### 1.6.3. Cálculo de pérdidas de calor en el agua del vaso de piscina

Para conocer las necesidades de mantenimiento, se deben conocer las pérdidas de calor en el agua del vaso de la piscina y otras necesidades.

- Evaporación de agua del vaso ( $Q_e$ ).
- Radiación de calor por diferencias de temperatura ( $Q_r$ ).
- Convección de calor entre agua y aire ( $Q_c$ ).
- Renovación del agua del vaso ( $Q_{re}$ ).
- Transmisión de calor del agua del vaso ( $Q_t$ ).



**Figura 1.** Esquema de las pérdidas de calor del vaso.

Estas pérdidas a su vez dependen de los siguientes factores:

- Temperatura del agua de la piscina.
- Temperatura del aire ambiente.
- Humedad del aire ambiente.
- Ocupación de la piscina.
- Características constructivas del vaso.



### 1.6.3.1. Pérdidas por evaporación

Durante el proceso de evaporación del agua del vaso de la piscina se absorbe calor mayoritariamente de la propia agua líquida, produciéndose un enfriamiento del resto de agua que no se evapora. Por lo tanto, la temperatura del agua del vaso disminuye.

Así, cuanto mayor sea la evaporación mayor será el enfriamiento del agua del vaso de la piscina y mayores serán las necesidades que habrá que aportar para mantener la temperatura de la misma.

Las pérdidas de calor por evaporación del agua son directamente proporcionales a la cantidad de bañistas contenidos en el vaso. Por tanto, no se debe olvidar la importancia de este punto a la hora de presentar los cálculos.

$$Q_e (n) = M_e (n) \cdot C_v \text{ [W]}$$

Donde

- $M_e$  es la masa de agua evaporada (kg/h).
- $C_v$  es el calor de vaporización del agua.

En este proyecto se han calculado los casos de ocupación máxima (60 bañistas) y ocupación nula (0 bañistas).

### 1.6.3.2. Pérdidas por radiación

Las pérdidas por radiación son función de la diferencia entre la temperatura media de los cerramientos y la del agua, elevadas ambas a la cuarta potencia y expresadas en grados Kelvin.

En el caso de las piscinas cubiertas los cerramientos deben encontrarse a muy pocos grados por debajo (dependiendo del tipo de cerramiento y coeficiente de transmisión de calor ) de la del aire ambiente y por lo tanto, a muy poca diferencia de la del agua.

Por lo general, estas pérdidas por radiación en piscinas cubiertas se consideran despreciables.

$$Q_R = D \cdot E \cdot S \cdot (T_{ag}^4 - T_c^4) \text{ [W]}$$

Donde

- D es la constante de Stefan-Boltzmann ( $D = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \text{W/m}^2\text{K}^4$ ).
- E es la emisividad de la superficie (agua,  $E = 0,95$ ).
- S superficie lámina de agua ( $\text{m}^2$ ).
- $T_{\text{ag}}$  temperatura de agua (K).
- $T_c$  temperatura superficial de los cerramientos (K).

#### 1.6.3.3. Pérdidas por convección

Al igual que las pérdidas por radiación en el caso de piscinas cubiertas las pérdidas por convección ( $Q_c$ ) también se suelen despreciar, ya que al aplicar la fórmula el valor resultante es pequeño, pues la diferencia de temperaturas también lo es.

$$Q_c = 0,6246 \cdot S \cdot (T_{\text{ag}} - T_a)^{4/3} \text{ [W]}$$

Donde

- $T_{\text{ag}}$  es temperatura del agua (K).
- $T_a$  la temperatura del aire (K).
- S la superficie lámina de agua ( $\text{m}^2$ ).

#### 1.6.3.4. Pérdidas por renovación

Como se ha comentado anteriormente, existen pérdidas continuas de agua. Desde la evaporada, a la que los propios bañistas sacan del vaso o la gastada en la limpieza de fondos y filtros. Sin embargo, estas cantidades son muy inferiores al 5% del volumen total del vaso que obligatoriamente por normativa (razones higiénicas sanitarias) debe renovarse diariamente.

Esta renovación conlleva que las pérdidas de calor sean importantes y dependen de la temperatura de agua de la red y de la del agua del vaso de la piscina que se quiere alcanzar.

$$Q_r = V_r \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_{\text{ag}} - T_x) \text{ [W]}$$

Donde

- $V_r$  es el volumen de agua de renovación (5% del volumen del vaso).
- $\rho$  la densidad del agua ( $1000\text{kg/m}^3$ ).
- $C_e$  la temperatura de agua de piscina ( $1,16\text{ Wh/kg}^\circ\text{C}$ ).
- $T_{ag}$  la temperatura del agua piscina ( $^\circ\text{C}$ ).
- $T_x$  la temperatura de agua de red ( $^\circ\text{C}$ ).

#### 1.6.3.5. Pérdidas por transmisión

Dependen de las características del vaso y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado. En este proyecto, se ha empleado el caso más habitual de vaso de hormigón construido dentro del propio sótano del recinto.

$$Q_t = C_t \cdot S \cdot (T_{ag} - T_{ex}) \text{ [W]}$$

Donde

- $C_t$  es el coeficiente de transmisión de muros y solería ( $\text{W/m}^2\text{C}$ ).
- $S$  la superficie de cerramiento del vaso ( $\text{m}^2$ ).
- $T_a$  la temperatura de agua de piscina ( $^\circ\text{C}$ ).
- $T_{ex}$  la temperatura exterior al cerramiento ( $^\circ\text{C}$ ).

#### 1.6.3.6. Ganancias por radiación solar

Como se tratan de ganancias no se tiene en cuenta ya que contribuyen a paliar las distintas necesidades térmicas. Cabe mencionar, que según la orientación de los distintos cerramientos, la superficie y el tipo de carpintería y acristalamiento, en algunos meses estas ganancias pueden aumentar considerablemente la temperatura ambiente del recinto. En estos casos, es conveniente prever la instalación de un sistema free-cooling que permita disminuir la temperatura interior de manera gratuita.

Si la piscina fuese a ser usada en verano puede que entonces se necesitase incluso prever baterías de refrigeración para contrarrestar dichas ganancias térmicas. Como la piscina permanecerá cerrada durante los meses de verano no será necesario.

#### 1.6.4. Cálculo de potencia necesaria para puesta a régimen

En el momento de puesta a régimen de la piscina, se tiene que calentar toda el agua que proviene de la red. Esto supone una potencia calorífica superior a la de mantenimiento.

Para determinarla se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_{pr} = \frac{V \cdot D \cdot C_e \cdot (T_{ag} - T_x)}{t}$$

Donde

- $Q_{pr}$  es potencia de puesta a régimen (W).
- V es volumen de agua de la piscina (m<sup>3</sup>).
- D es densidad del agua (kg/m<sup>3</sup>).
- $C_e$  es calor específico del agua (Wh/kg°C).
- $T_{ag}$  es temperatura de agua de piscina.
- $T_x$  es temperatura de llenado de red.
- t es tiempo de puesta a régimen (h).

Esta ecuación permite hacerse a la idea del gasto que supone poner en funcionamiento una piscina de estas características.

En el edificio proyectado la potencia necesaria para la puesta a régimen es de 190312,5 W.

En el documento “Cálculos” se detalla en mayor medida la información.

### 1.6.5. Resumen cálculos climatización piscina

A continuación se presenta un cuadro resumen de los cálculos realizados, tanto de las necesidades de mantenimiento del vaso como de la puesta a régimen.

		TOTALES (W)	%
<b>PÉRDIDAS DE CALOR DE AGUA DEL VASO</b>	<b>Por evaporación</b>	47162,83	17,92
	<b>Por radiación</b>	2,63	-
	<b>Por convección</b>	-	-
	<b>Por renovación</b>	19031,25	7,23
	<b>Por transmisión</b>	6750	2,56
<b>PUESTA A RÉGIMEN</b>		190312,5	72,29
<b>TOTAL</b>		263256,58	100

Tabla 5. Resumen de los cálculos de climatización de la piscina

## 1.7. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE AGUA CALIENTE SANITARIO

Aprovechando la instalación de producción térmica basada en energías renovables, se ha dado cobertura, tal y como el Documento Básico Ahorro de Energía HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria indica, al sistema de agua caliente sanitario necesario para los vestuarios.

Para ello se han tomado los valores unitarios que aparecen en siguiente tabla con una demanda de referencia a 60°C.

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
<b>Vestuarios/Duchas colectivas</b>	<b>15</b>	<b>por servicio</b>
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas 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 6. Demanda de referencia a 60°C [Fuente: Código técnico de la edificación]

La demanda energética por consumo de A.C.S. diaria se ha estimado para una situación extrema con un total de 1000 servicios. Lo que supondrá una demanda diaria de 15000 litros.

$$\text{Demanda diaria (l)} = 15 \cdot \text{n}^\circ \text{ servicios}$$

Para calcular las necesidades energéticas de agua caliente sanitario se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_a = C_e \cdot M \cdot N \cdot (T_{ac} - T_{red}) \cdot O$$

Donde

- $C_e = 4187 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$
- $M = \text{consumo medio (l/día)}$
- $N = \text{n}^\circ \text{ días/mes}$
- $T_{ac} = 55^\circ\text{C}$  (Temperatura de acumulación)
- $T_{red} = \text{Navarra}$  (Datos Estación Meteorológica U.P.N.A.)
- $O = \text{ocupación (100\%)}$

En el documento “Cálculos” quedan mejor detallados todos los pasos realizados para el cálculo de la demanda.

En resumen, la demanda anual de A.C.S. a cubrir en el edificio proyectado es de 933784 MJ.

## 1.8. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CALOR POR ENERGÍA SOLAR

### 1.8.1. Objeto

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse tanto para la producción de agua caliente sanitaria destinada al consumo de agua doméstica, como también para el calentamiento del agua de una piscina climatizada.

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto

de equipos térmicos del edificio. También debe garantizar una durabilidad y calidad suficiente y un uso seguro de instalación.

### 1.8.2. Descripción general de la instalación

Actualmente, una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes normalizados en características y configuración o integrados en un único equipo. En este proyecto la instalación solar estará compuesta por los siguientes elementos:

- Un sistema de captación solar formado por 34 colectores solares de 3 m<sup>2</sup> de superficie útil, que transforma la radiación solar incidente en energía térmica calentando el fluido de trabajo.
- Un sistema de intercambio y acumulación constituido por un depósito con serpentín de 500 litros que realiza la transferencia de la energía térmica captada al agua caliente que se consume y la almacena manteniendo el calor. La otra opción es la transferencia de la energía térmica captada al agua de renovación de la piscina.
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de conducir el movimiento del fluido caliente del circuito primario hasta el sistema de acumulación, y desde éste a la red de consumo o abastecimiento.
- Un sistema de regulación y control que se encarga, por un lado, de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, para proporcionar un adecuado servicio de agua caliente o agua de renovación de piscina, y aprovechar así la máxima energía solar térmica posible, y por otro de actuar como protector contra sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.
- El sistema de energía convencional auxiliar se utilizará para complementar la contribución solar, garantizando la continuidad de agua caliente en momentos de escasa radiación solar o demanda superior a lo previsto.

El panel solar cuenta con una superficie de placas solares que recogen la radiación solar y la transmiten al líquido caloportador. El líquido caloportador del circuito, en este proyecto será Tyfocor LS, que está compuesto por una solución acuosa de 1,2-

propilenglicol. Este producto fue desarrollado especialmente como caloportador para su uso en instalaciones de energía solar expuestas a elevadas cargas térmicas (colectores de vacío).

### 1.8.3. Descripción de los colectores

En el edificio proyectado se utilizarán los colectores solares para energía térmica denominados de tubos de vacío según el principio Heatpipe, concretamente el modelo de la marca Viessmann, “Vitosol 200-T”. Además se han realizado los cálculos correspondientes a un modelo de colectores planos, el “Vitosol 300-F”, que se detallarán más adelante en el documento “Cálculos”.

Los tubos de vacío suponen un concepto distinto: se reduce la superficie captadora a cambio de unas pérdidas caloríficas menores. El tubo captador se coloca dentro de tubos al vacío, por tanto con unas pérdidas caloríficas por convección despreciables. Estos tubos presentan el mismo aspecto que un tubo fluorescente tradicional, pero de color oscuro. Los paneles se forman con varios de estos tubos montados en una estructura de peine.

Este tipo de colectores presentan una serie de ventajas respecto a los colectores planos:

- El vacío protege el colector de la corrosión y no presenta condensaciones, esto les hace duraderos y fiables, con mantenimientos mínimos.
- El aislamiento térmico altamente eficaz de la caja colectora minimiza las pérdidas de calor.
- Están herméticamente cerrados entre dos cristales altamente resistentes de borosilicato con una cámara de vacío entre ellos. El vacío elimina las pérdidas por conducción y convección, aísla del medio ambiente sin que el frío o el viento le afecten apenas el rendimiento.
- En los modelos “Heatpipe”, el agua no circula por el colector eliminando las corrosiones y las incrustaciones de las aguas.
- Por su ligero peso y estructura modula, son mucho más sencillos de instalar, especialmente en tejados inclinados. Se monta la ligera estructura y después los tubos reemplazando un sólo tubo en caso de rotura.



- Debido a la forma circular de los tubos, los rayos de sol son atrapados más eficazmente, especialmente al amanecer y al atardecer. También por la misma razón son más resistentes a los vendavales, ya que el viento puede circular libremente entre los tubos. Son más limpios ya que acumulan menos polvo y suciedad.

Los colectores estarán orientados hacia el sur geográfico. El ángulo de inclinación sobre el plano horizontal de los colectores se ha determinado en función de la latitud geográfica y del periodo de utilización de la instalación. El ángulo idóneo sería de 42.5° pero se ha optado por 45° lo cual permite una colocación más sencilla. Dicha variación no es significativa en cuanto al rendimiento generado en el colector.

La distancia de separación mínima deberá tener en cuenta los obstáculos existentes con el fin de evitar sombras, tal y como indica la norma (ITE 10.1.3.1).

Para una mayor simplicidad en los cálculos, la distancia mínima entre filas de colectores y la distancia mínimas detrás de un obstáculo, serán las determinadas por el programa de cálculo SEDICAL:

- Colocados horizontalmente: 220,0 cm.
- Colocados verticalmente: 454,0 cm.
- Detrás de un obstáculo de 50 cm: 86,2 cm.
- Detrás de un obstáculo de 100 cm: 258,4 cm

#### 1.8.4. Descripción de la estructura soporte

A la estructura soporte se le aplicarán las exigencias del código técnico de la edificación en cuanto a seguridad.

En cuanto al cálculo y construcción de la estructura, el sistema de fijación de colectores permitirá las necesarias dilataciones térmicas sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del colector deberán ser suficientes en número teniendo en cuenta el área de apoyo y la posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en el propio colector superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los colectores y la propia estructura se colocarán de modo que no produzcan sombra sobre los colectores.

#### 1.8.5. Sistema de acumulación solar

El sistema solar se ha concebido en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia de los colectores solares. Así, se ha previsto una acumulación acorde con la demanda.

Para la aplicación en A.C.S. la relación entre el volumen del depósito de acumulación en litros y la suma de las áreas de los colectores en metros cuadrados deberá cumplir la siguiente condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde

- V es el volumen de acumulación (l)
- A es la superficie de captación solar (m<sup>2</sup>).

El sistema de acumulación solar estará constituido por cuatro depósitos en serie de 2000 litros de capacidad cada uno para poder abastecer el volumen de acumulación solar de 8000l. Estará construido en acero con un tratamiento que asegura la resistencia a la temperatura y corrosión y recubierto de un material aislante. Cada acumulador estará certificado de acuerdo con la directiva europea 97/223/CEE de equipos de presión e incorporará una placa con la información del fabricante, identificación del equipo a presión, volumen, presiones o pérdida de carga del mismo.

Para el resto de las instalaciones y únicamente con el fin de que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, es admisible que se haya previsto un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el acumulador solar pudiendo calentarse este último con el auxiliar. Deberán instalarse termóstatos cuya lectura sea fácilmente visible por el usuario.

La conexión de entrada de agua caliente procedente de los colectores al acumulador se realizará al 60% de la altura total del mismo y la de agua fría del acumulador hacia el intercambiador por la parte inferior del mismo. la conexión de

retorno de consumo al acumulador y agua fría de red será por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador por la parte superior.

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrupción del funcionamiento de la instalación.

Al estar el intercambiador independiente de los acumuladores, la potencia mínima del intercambiador (p) se ha determinado para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día. También se ha tenido en cuenta que cumple la siguiente condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

Donde

- P es potencia mínima del intercambiador (W)
- A es el área de colectores (m<sup>2</sup>).

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

A la entrada de agua caliente al intercambiador se le instalará una válvula motorizada de tres vías.

### 1.8.6. Sistema de intercambio para el calentamiento de A.C.S.

Los intercambiadores de calor instalados serán del tipo de placas exteriores al acumulador contruidos de acero inoxidable.

La instalación solar del edificio proyectado cuenta con dos intercambiadores de calor, uno para el A.C.S. y otro para la climatización de la piscina. A su vez, la instalación de apoyo contará con otros dos intercambiadores distribuidos de la misma forma. En el documento “Cálculos” se detallarán sus características.

A continuación se presenta una tabla resumen de los datos con los que trabajarán los intercambiadores.

Intercambiador		Temperatura entrada	Temperatura salida	Potencia de intercambio (kW)
Solar A.C.S.	Primario	60	50	52
	Secundario	45	50	
Solar piscina	Primario	60	50	52
	Secundario	27	37	
Caldera A.C.S.	Primario	80	40	173
	Secundario	9	50	
Caldera piscina	Primario	80	40	263
	Secundario	27	37	

**Tabla 7.** Resumen datos intercambiadores

El circuito primario une los colectores solares con el sistema de intercambio. El circuito se ha diseñado siguiendo un esquema ramificado con válvulas de equilibrado que permiten una minimización del trazado de tuberías y las pérdidas que ello con lleva y asegura el mismo caudal por cada una de las agrupaciones de colectores prevista.

Las uniones serán de cobre según Une – EN 1057.

El material de las válvulas varía dependiendo de las funciones que realizan siendo siempre compatibles con las tuberías. Estarán indicadas en los planos de la instalación junto con los elementos de medida (termostatos y puntos de toma de presión y de temperatura) con objeto de poder analizar el funcionamiento de la instalación cuando se requiera.

La pérdida de carga en tramos recto de los circuitos de tuberías se ha limitado a 15mm.c.a por metro lineal de tubería y la velocidad a 1.5 m/s. Con ello, se ha conseguido minimizar los consumos en las bombas de recirculación.

La instalación dispondrá de un punto de llenado en el circuito primario. Dicho llenado deberá realizarse de forma manual debido al tipo de fluido utilizado (mezcla de agua y anticongelante).

El circuito secundario une el intercambiador con el depósito solar y está constituido por tuberías de bajo coeficiente de dilatación (tuberías de polipropileno). Las uniones serán roscadas. Las válvulas serán de material compatible con la tubería según las funciones que desempeñen y estarán indicadas en los planos, al igual que en el circuito primario, junto con los elementos de medida (termostatos y puntos de toma de presión y de temperatura) con objeto de poder analizar el funcionamiento de la instalación cuando se requiera.

Por último, se ha previsto de las correspondientes bombas de recirculación aptas para A.C.S. y las correspondientes válvulas de corte y maniobra (válvula de compuerta).

Respecto al circuito de consumo, en el proyecto no se estudian las instalaciones de fontanería donde se detalla este circuito.

#### 1.8.7. Bombas de circulación solar

Las bombas empleadas son de tipo centrífugo, dimensionadas para poder vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería y mantienen la presión deseada en cualquier punto de la instalación.

Es importante conocer las curvas de funcionamiento de las bombas proporcionadas por el fabricante. Estas curvas son en base al caudal y presión disponible para un mismo rodete.

Para asegurar un correcto dimensionado de las bombas, se han seleccionado la bomba de la curva central ya que es el punto más estable de trabajo y donde el rendimiento es el más alto. Es importante no escoger la bomba de la curva más alejada ya que si por algún motivo se tuviera que aumentar las presiones, no se tenga que cambiar la bomba.

Se han dispuesto de un total de 2 bombas a lo largo de todo el circuito de la instalación solar y sus características técnicas de las bombas han sido detalladas en el documento de presupuestos del proyecto.

### 1.8.8. Vaso de expansión

La instalación solar dispondrá de un vaso de expansión situado antes del intercambiador con el fin de evitar sobrepresiones no deseadas a consecuencia de la variación de volumen que se origina en el fluido de trabajo al modificar su temperatura.

El vaso de expansión será de tipo cerrado y consistirá en un depósito conectado a la tubería que alberga en su interior una membrana elastómera formando una cámara de aire. Al aumentar la presión, el agua comprimirá el aire y aumentará el volumen de agua en el vaso aliviando así el exceso de volumen en el circuito. La temperatura máxima de trabajo será de 120°C que corresponderá al tarado de diseño del sistema de disipación previsto a la salida del sistema de captación. La temperatura de llenado será 10°C. La presión estática será de 4 m.c.a. La presión mínima y máxima de trabajo serán respectivamente, 2,5 y 5 bar. Y la presión de la válvula de seguridad será 6bar.

Para el cálculo del volumen del vaso en litros se aplica la ecuación de estado de gas ideal antes y después de la expansión de la sustancia:

$$(P \cdot V) / T_{\text{gas}} = \text{cte}$$

La temperatura se supone constante a lo largo del circuito, por lo que la expresión es:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

El volumen final después de la expansión del líquido es:

$$V_2 = V_1 - \Delta V$$

Después se calcula el incremento del volumen del líquido contenido en el circuito.

$$\Delta V = C_{\text{dil}} \cdot V_{\text{inst}} \cdot \Delta T$$

Donde

- $\Delta V$  es el incremento de volumen de líquido del circuito.
- $C_{\text{dil}}$  es el coeficiente de dilatación de dicha sustancia.
- $V_{\text{inst}}$  es el volumen total de la instalación.
- $\Delta T$  es la diferencia entre la temperatura alta y la temperatura baja.

Por último, mediante las expresiones anteriores, se calcula el volumen del vaso de expansión:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot (V_1 - \Delta V)$$

Para el cálculo del volumen total, se tienen en cuenta todos los elementos del circuito, como paneles solares, intercambiadores, tuberías, etc.

Así, el incremento de volumen será de 5,1 litros. En este caso se sobredimensiona por motivos de seguridad, por lo que el vaso de expansión tendrá una capacidad de 25 litros.

Este método se ha utilizado también para el cálculo del resto de vasos de expansión de los demás circuitos hidráulicos, que se detallarán en el documento de “Cálculos”.

#### 1.8.9. Purgadores

En los puntos altos de la salida de las baterías de colectores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda haber aire acumulado, se colocarán separadores de aire que originan una perturbación del flujo del fluido y puedan favorecer la separación del aire que acumula en su parte superior donde se situará el purgador para su total extracción.

#### 1.8.10. Sistema de energía convencional auxiliar

Se ha previsto de un sistema de energía convencional auxiliar para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica.

Se ha diseñado para que cubra el servicio sin tener en cuenta el sistema solar pero sólo entrará en funcionamiento cuando sea necesario, de forma que se aproveche al máximo posible la energía extraída del campo de colectores. Así, en caso de ausencia o insuficiencia de radiación solar, recibirá un apoyo mediante un circuito secundario proveniente de un intercambiador cuyo primario es abastecido por una caldera de combustible gas natural de forma que se asegure la producción de A.C.S. en cualquier condición real de uso.

El depósito contará con “boca de hombre” para inspección y conexiones necesarias para permitir la canalización del circuito primario y/o secundario, vaciado, colocación de termostatos y sondas de temperatura.

Este sistema dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento en referencia a la prevención y control de la legionelosis.

Para el control de la temperatura del agua se dispondrá de una sonda de inmersión en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado de dicho termostato de seguridad será como máximo 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

Por último, mencionar que la caldera será la misma que calentará también el agua del vaso de la piscina.

#### 1.8.11. Regulación y control de la instalación solar

Desde el cuadro de protección y mando se realizará la alimentación eléctrica de los distintos equipos que componen la instalación, todo ello definido en el correspondiente proyecto de la instalación eléctrica que no es ámbito a tratar en este proyecto.

Los dispositivos que requieren de esta alimentación eléctrica son las bombas de circulación del circuito primario y secundario, los termostatos y los dispositivos de control. El sistema de control instalado en el depósito de acumulación solar actuará en función de la diferencia de temperaturas del fluido portador a la salida de las baterías de los colectores y la del depósito de acumulación. El sistema se ajustará de modo que las bombas no estarán en marcha cuando la diferencia de temperatura sea menor de 2°C y no estarán paradas si la diferencia es mayor a 7°C.

Las sondas de temperatura, colocadas en la parte superior de los colectores para representar la máxima temperatura del circuito de captación, estarán reguladas en una centralita que permitirá regular la temperatura desde la misma.



A su vez, los circuitos deberán someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Para ello se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora debiendo no producirse daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema e interconexiones. Una vez pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10% del valor medio medido al principio del ensayo.

En todo momento estará asegurado el correcto funcionamiento de la instalación obteniendo un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. Asegura que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, dispositivos y tratamientos de los circuitos y que en todo momento la temperatura del fluido sea superior a la de su punto de congelación.

#### 1.8.12. Criterios generales de cálculo

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

Debido a las características especiales de las piscinas cubiertas, no se ha tenido en cuenta la fuente energética de apoyo pero sí la demanda realizada en sí.

A continuación se indica la contribución solar mínima anual.

	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

**Tabla 8.** Contribución solar mínima.

Si en algún mes del año la contribución solar real sobrepasa el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se deberá tomar una medida correctora. Para ello, se han barajado algunas opciones:

- Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario.
  - Desviar los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes. Vaciado parcial del campo de colectores permitiendo evitar el sobrecalentamiento.
- Dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por

un fluido de características similares debiendo incluirse en el contrato de mantenimiento.

- Tapado parcial del campo de colectores. El colector estará aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacuará los excedentes térmicos residuales por medio del fluido del circuito primario que seguirá atravesando el colector.

Las dos últimas soluciones no han sido elegidas porque dentro del mantenimiento deberán programarse operaciones como el vaciado parcial o tapado parcial del campo de colectores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones deberán realizarse antes y después de cada periodo de sobreproducción energética, lo que conlleva un mantenimiento continuo y un coste adicional.

Así, se ha optado por desviar los excedentes energéticos mediante la circulación nocturna del circuito primario.

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objetivo de prevenir los posibles daños ocasionados por posibles sobrecalentamientos.

### 1.8.13. Cálculo de la cobertura solar

#### 1.8.13.1. Búsqueda de información previa

En primer lugar, para el edificio proyectado, se han tomado como referencia los datos solares del año 2011, desde la estación meteorológica situada en la UPNA. Dichos datos son la radiación global térmica, el tiempo de insolación, las temperaturas máxima mínima y media y la temperatura del agua de red registrados los 365 días del año.

También se han tenido en cuenta una serie de factores necesarios para el cálculo solar, teniendo como referencia el pliego de condiciones del I.D.A.E. para instalaciones de baja temperatura.

De dicho documento se han extraído los siguientes datos:

Mes	EN	FE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>T<sup>a</sup> Amb.</b>	4,5	6,5	8	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7

**Tabla 9.** Datos temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °C. [Datos extraídos de la herramienta para la validación del cumplimiento del HE4 en instalaciones solares térmicas, CHEQ4, del IDEA].

Otros datos importantes son la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (°C):

	Altitud (m)	Latitud(°)	Longitud(°)	Temp. Mín. (°C)
Navarra (capital)	449	42,8°	1,6 W	-16

**Tabla 10.** *Tabla altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica [Pliego I.D.A.E.]*

Del pliego de condiciones del I.D.A.E. se han obtenido también los valores del factor de corrección k para superficies inclinadas. En el edificio proyectado, al estar orientado al sur, se han colocado los colectores con un ángulo de inclinación de 45°, ya que es la inclinación óptima para sus condiciones.

LATITUD = 43°

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1	1,09
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
15	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26
20	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
25	1,33	1,26	1,18	1,1	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,4
30	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
35	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5
40	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54
45	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
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
55	1,46	1,32	1,15	0,98	0,86	0,82	0,86	1	1,21	1,45	1,62	1,59
60	1,45	1,3	1,12	0,94	0,81	0,76	0,81	0,95	1,17	1,44	1,62	1,59
65	1,43	1,27	1,08	0,89	0,75	0,7	0,75	0,9	1,13	1,41	1,61	1,58
70	1,41	1,23	1,03	0,83	0,69	0,64	0,69	0,84	1,09	1,38	1,58	1,56
75	1,37	1,19	0,98	0,77	0,62	0,57	0,62	0,78	1,03	1,34	1,55	1,53
80	1,33	1,14	0,92	0,7	0,55	0,49	0,55	0,71	0,97	1,28	1,51	1,49
85	1,28	1,08	0,85	0,63	0,47	0,42	0,47	0,64	0,9	1,22	1,45	1,44
90	1,22	1,02	0,78	0,56	0,4	0,34	0,39	0,56	0,83	1,16	1,39	1,38

**Tabla 11.** *Factor de corrección a inclinada para una latitud de 43°.*

Hay que tener en cuenta otra serie de factores que son determinantes:

- Temperatura de acumulación solar: 50 °C.
- Numero de servicios del A.C.S.: 600 servicios.
- Litros por servicio: 15 litros.
- Ocupación: 100%.
- Superficie disponible para colectores: 105 m2.

### 1.8.13.2. Pérdidas por orientación

El edificio se encuentra orientado respecto al norte, por lo que orientar los paneles hacia el sur es la solución más favorable para minimizar las pérdidas.

Para calcular estas pérdidas por orientación, basándose en el documento básico HE – 4 en lo referido al apartado 3.5 “Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación”, se ha utilizado la siguiente expresión:

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

- $\beta$ : inclinación en grados sexagesimales ( $45^\circ$ )
- $\beta_{\text{opt}}$ : latitud +  $10^\circ$  ( $55^\circ$ )
- $\alpha$ : desviación respecto al sur ( $0^\circ$ )

Al no existir desviación, las pérdidas que se obtienen son del 0%. No existen pérdidas por inclinación al adoptarse la inclinación óptima para la situación de la instalación.

### 1.8.13.3. Cálculo radiación media global

En primer lugar hay que calcular la radiación media global, en las horas de sol, ya que los datos obtenidos de la estación meteorológica tienen en cuenta las 24 horas del día. Para ello se utilizan los datos de radiación global diaria y el tiempo de insolación. Este no puede ser mayor de 12 horas, ya que es el tiempo máximo al que están expuestos los colectores al sol.

$$E_g = (R_g \cdot 24) / I \cdot 3600$$

Donde  $E_g$  es la radiación media global ( $\text{W/m}^2$ ),  $R_g$  es la radiación global térmica ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{día}$ ) e  $I$  es el tiempo de insolación (seg).

### 1.8.13.4. Desarrollo de los cálculos

Para determinar la cobertura solar de los colectores solares utilizados en este proyecto, es necesario en primer lugar calcular tanto la energía necesaria de agua caliente sanitaria y de piscina climatizada, como la energía útil que proporcionan los paneles.

$$\text{Cobertura solar \%} = 100 \cdot E_{\text{util}} / E_{\text{necesaria}}$$

Para poder calcular las necesidades de energía calorífica para A.C.S. se utiliza la siguiente relación:

$$Q_a = C_e \cdot M \cdot N \cdot (T_{ac} - T_{red}) \cdot O$$

- $C_e$ : calor específico, 4187 J / Kg · °C
- $M$ : consumo medio (litros/día)
- $N$ : nº días /mes
- $T_{ac}$ : temperatura acumulación solar
- $T_{red}$ : temperatura de red en Navarra (I.D.A.E.)
- $O$ : ocupación

Las necesidades de la piscina cubierta son el conjunto de pérdidas del vaso, que se han calculado en apartados anteriores. En este caso las pérdidas son aproximadamente 10567,5 MJ.

Teniendo en cuenta el calentamiento del vaso de piscina, la energía necesaria aumenta en gran medida, por lo que esta función la realizará la instalación de apoyo.

La superficie de colocación de los paneles es de 105 m<sup>2</sup>, ya que es la superficie disponible en la azotea. Por eso se opta por tomar como superficie de trabajo la totalidad de la misma.

En segundo lugar se calcula la energía útil que nos proporcionan los paneles. Para ello es necesario calcular antes el rendimiento de los paneles:

$$\mu = \mu_0 + (K_1 \cdot \Delta T) / E_g + (K_2 \cdot \Delta T^2) / E_g$$

- $\mu_0$ : rendimiento óptico
- $\Delta T$ :  $T_{red} - T_{amb}$
- $K_1$  y  $K_2$ : constantes del panel solar
- $E_g$ : radiación global

El valor del rendimiento oscila entre 0,30 y 0,70.

La energía útil generada por los colectores se obtiene de la siguiente expresión:

$$E_{util} = R_g \cdot k \cdot \mu \cdot n^\circ \text{ días/mes}$$

Para el edificio proyectado, se ha supuesto que en los meses de Julio y Agosto la piscina climatizada se encuentra cerrada al público, por lo que la cobertura total en esos meses se puede destinar a cubrir únicamente la demanda de A.C.S.

## **1.9. MEDIDAS ADOPTADAS PARA UN USO RACIONAL DE LA ENERGÍA**

Las principales medidas adoptadas para un uso racional de la energía que permitirán mantener el edificio a las temperaturas deseadas en los horarios adecuados y con el mínimo consumo necesario en cada momento serán:

- La instalación solar como apoyo a la producción de agua caliente sanitaria.
- La utilización de un equipo productor de calor formado por una caldera de condensación con quemador de funcionamiento modulante.

## **1.10. COMBUSTIBLE**

El combustible a emplear en la caldera para la producción de calor será gas natural que pertenece a la segunda familia según lo indicado en el artículo 13 de las normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitados, UNE 60002.

## **1.11. INSTALACIÓN DE APOYO**

### 1.11.1. Chimenea

La chimenea estará prefabricada en acero inoxidable con aislamiento interior y resistencia a los humos, calor y posibles corrosiones ácidas que se puedan originar de acuerdo a UNE 123-001 y a ITE 02.14. Será el lugar por donde se efectúe la salida de humos.

No podrá utilizarse para otros usos y deberá ser estanca. La sección del conducto de humos será circular. El conducto de unión del tubo de humos a la caldera será metálico y se colocará de manera que sea fácilmente su desconexión. La unión será soportada rígidamente y estanca.

La disposición conveniente de los canales y conductos de humos permitirá la no formación de bolsas de gas y preverá la evacuación de condensados.

Se ha previsto en la parte más inferior del conducto de humos un registro de limpieza en fondo de saco.

Contará con los orificios de medida y control necesarios para las condiciones de combustión. Uno a la salida de la caldera y otro a la salida de humos de la chimenea. Los registros para la comprobación de las condiciones de combustión se realizarán en la sala de calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores. Los diámetros de los orificios de medida serán de entre 5 y 10 mm.

En cuanto al aislamiento térmico de la chimenea, estará aislada en todo su recorrido con el fin de evitar el enfriamiento de los humos. El material aislante llevará un acabado exterior que lo protegerá de las acciones mecánicas y de los agentes presentes en el aire ambiente.

#### 1.11.2. Caldera

Se va a instalar una única caldera para el calentamiento del agua de piscinas y producción de A.C.S., de chapa de acero con hogar sobrepresionado y envolvente calorifugada.

La caldera dispondrá de una sonda térmica que si detecta una temperatura superior a 80°C dará la orden al quemador de apagarse y dejar de funcionar.

La caldera será de condensación, marca Viessmann, modelo Vitocrossal 200 CT2 y su potencia calorífica útil será de 192/575 (mínima/máxima).

En cuanto a normativa, cumple con lo exigido en el ITE 04.9 y lo señalado en el pliego de condiciones.

El quemador instalado será un quemador cilíndrico MatriX. Será de tipo gas con aire impulsado, de funcionamiento automático y control electrónico de la llama, incluido en la caldera.

Cumplirá con todo lo establecido en el ITE 04.10 y en el pliego de condiciones. Será de funcionamiento modulante.

### 1.11.3. Llenado

Para el llenado de la instalación se utilizara un grupo electrobomba centrifugo que efectuara la aspiración desde un depósito de 200 litros de capacidad que será llenado a su vez, por caída libre controlada por una boya.

Como medida de seguridad para imposibilitar el retorno a la red, contará con un rebosadero 10 cm por debajo de la acometida de agua. Con ello, se cumplirá lo indicado en las normas básicas para instalaciones interiores de agua y en ITE 02.8.2.

### 1.11.4. Vaciado

En todo ramal de la instalación que pueda aislarse deberá existir un depósito de vaciado de la misma. La conexión se realizara de forma que el paso del agua desde la tubería al colector sea visible.

Así, toda la instalación salvo pequeños tramos podrá vaciarse. El diámetro mínimo de la tubería de vaciado será de 40 mm tal y como establece la norma ITE 02.8.3.

### 1.11.5. Expansión

La instalación completa del edificio proyectado contiene 3 circuitos hidráulicos cerrados, los cuales tienen un vaso de expansión cada uno. Serán de tipo cerrado y consistirán en un depósito conectado a la tubería que alberga en su interior una membrana elastómera formando una cámara de aire. Al aumentar la presión el agua comprimirá este aire y aumentara el volumen en el vaso aliviando así el exceso de volumen en el circuito.

Dependiendo del circuito, habrá unas presiones y temperaturas determinadas:

<b>P<sub>man</sub> (bar)</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>baja</sub> (°C)</b>	<b>T<sub>alta</sub> (°C)</b>
Caldera	1	3	4	80
A.C.S.	4	7	4	60
Solar	1	6	4	60

**Tabla 12.** Presiones y temperaturas de los circuitos hidráulicos.

Para el cálculo del volumen del vaso se ha utilizado el programa de selección de SEDICAL. Se ha calculado en primer lugar el incremento de volumen de cada circuito:

$$\Delta V = \text{coef. Dilatación} \cdot V_{\text{instalación}} \cdot \Delta T$$



A continuación se calcula el volumen del vaso teniendo en cuenta:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot (V_1 - \Delta V)$$

Donde

- $P_1$  es la presión baja.
- $P_2$  es la presión alta.
- $V_1$  es el volumen inicial del líquido.
- $V_2$  es el volumen total (inicial + lo que se expande).

Con estos cálculos se llega a la conclusión de que los vasos de expansión tienen las siguientes capacidades:

- Caldera: 50 litros
- A.C.S.: 600 litros
- Solar: 25 litros

#### 1.11.6. Equipamiento

La instalación dispondrá de un dispositivo que corte la entrada de combustible a la caldera si la temperatura de los humos excede de 240°C. Una vez la combustión se haya interrumpido por esa causa, se pondrá en funcionamiento siempre que hayan sido subsanadas las deficiencias. Todo ello mediante acción manual.

El equipamiento mínimo de los dispositivos de medida será el siguiente:

- Un termómetro en cada uno de los ramales de ida y retorno que partan de la central de calor.
- Otro termómetro en el conducto de humos de la caldera.
- Termómetros en las canalizaciones de ida y retorno de las baterías del climatizador.
- Manómetros de forma que pueda conocerse la presión en los circuitos de aspiración e impulsión de las bombas recirculadoras y el estado de llenado de la instalación.

## 1.12. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Desde un cuadro de maniobra se efectuará el mando de todos los aparatos. Los contactores, relés y cortacircuitos fusibles necesarios irán incorporados en los mismos.

Las tomas de corriente para los cuadros eléctricos deberán cumplir los requisitos establecidos en el reglamento electrotécnico para baja tensión.

El local donde irá instalada la caldera de producción de calor está clasificado como clase I, zona 2, según MIE BT 026 del reglamento electrotécnico de baja tensión. La manipulación de gases o líquidos inflamables en los que una atmósfera de gas explosiva no puede estar presente en funcionamiento normal.

En el caso de falta de energía eléctrica, una electroválvula cortará el gas. Dicha válvula será de rearme manual.

También se dispondrá de dos detectores de gas que corten el suministro de energía eléctrica y gas una vez superados el 20% del límite inferior de explosividad, permitiendo únicamente el alumbrado de aquellos equipos que dispongan de una protección adecuada a la zona.

La regulación automática del edificio se realizará mediante un sistema de control digital directo que consiste en la utilización de dispositivos de regulación electrónicos encargados del total control de la instalación y regulado de acuerdo a unos programas.

Dicho sistema actuará sobre válvulas, compuertas, bombas, etc, en función de las señales que reciba de la instalación gracias a elementos de medida.

Así, actuará según su programación y avisará en caso de avería.

## 1.13. VALVULERÍA

Las válvulas utilizadas se ajustarán en todo momento en tipo características, diámetro nominal (DN), presión nominal (PN) y presión de prueba a las adecuadas dando en todo momento un perfecto servicio en las condiciones de trabajo que se hayan de someter.

El cierre de las válvulas será progresivo para evitar los golpes de ariete que puede ocasionar ruptura en los accesorios instalados en los extremos.

Para un diámetro igual o inferior a DN 50 y presión nominal igual o inferior a PN g/cm<sup>2</sup> las válvulas serán roscadas y para diámetros o presiones superiores serán de montaje con bridas.

#### 1.14. AISLAMIENTO EN TUBERÍAS Y COLECTORES

Para aislar las tuberías de Agua Caliente Sanitaria se debe emplear una manta de espuma elastomérica con un coeficiente de conductividad térmica de 0,040 W/m °C y una resistencia al fuego de tipo M1. El grueso de las coquillas dependerá del diámetro nominal de la tubería y de la temperatura del fluido tal y como se indica en la siguiente tabla que relaciona los espesores de los aislamientos de tubería en función del diámetro nominal y temperatura del fluido.

DIÁMETRO NOMINAL DN	TEMPERATURA DEL FLUIDO EN °C			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	>150
DN<32	20	20	30	60
32<DN<50	20	30	40	50
50<DN<80	30	30	40	50
80<DN<125	30	40	50	40
<125DN	30	40	50	40

**Tabla 13.** Temperaturas del fluido para diferentes diámetros.

Cabe mencionar que en este proyecto no se ha calculado el dimensionamiento de las pérdidas de carga de las tuberías y colectores. Simplemente se ha supuesto que las pérdidas de carga en tuberías supondrán el 4% de la potencia total de la instalación, el máximo permitido por el reglamento RITE.

#### 1.15. RUIDOS Y VIBRACIONES

Con el fin de evitar la transmisión de ruidos por la estructura del edificio se colocarán aparatos sobre una bancada de hormigón en masa de 10 cm de espesor, aislada con poliestireno expandido de 10 cm de espesor y 20 kg/cm<sup>3</sup> de densidad, con lo que todo el conjunto quedará en situación de flotante.

Los ruidos que transmiten las tuberías son originados por las bombas recirculadoras. Para evitarlos, bastará con colocar manguitos flexibles de neopreno, de forma que no exista continuidad mecánica entre las bombas y la estructura del edificio por medio de las tuberías.

Los conductos irán forrados interiormente con fieltro ligero de lana de vidrio durante los primeros metros con el fin de atenuar el ruido.

## 1.16. RESUMEN PRESUPUESTO

Cuadro resumen del presupuesto de la instalación.

CAPÍTULO	RESUMEN PRESUPUESTO	IMPORTE	%
C012#	TOTAL INSTALACIÓN SOLAR	52.119,18	50,4
C03#	TOTAL ELEMENTOS SALAS DE MAQUINAS	30.382,95	29,4
C07#	TOTAL CONTROL AUTOMÁTICO	11.419,00	11
C010#	TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA	2.987,70	2,88
C013#	TOTAL RECUPERACIÓN DE CALOR PISCINAS	6.543,11	6,32
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>103.451,94</b>	
	5,00 % Gastos generales	5.172,59	
	10,00 % Beneficio industrial	10.345,19	
	SUMA DE G.G. Y B.I.	15.517,78	
	21,00 % I.V.A.	20647,64	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>118969,72</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>118969,72</b>	

## 1.17. CONCLUSIONES

La conclusión más importante de la ejecución de este proyecto es que la cobertura solar anual que se consigue con la instalación diseñada, supera el 10 % de la demanda energética requerida para sus usos de A.C.S. y piscina climatizada.

Esto produce un ahorro significativo de combustible en la instalación convencional de gas natural, además de reducir la emisión de gases nocivos.

## 1.18. BIBLIOGRAFÍA

- Documento Básico “Ahorro de Energía (HE)” del Código Técnico de la Edificación.
- Manual CIATESA.
- J.A. Duffie, William A. Bekman. “Procesos térmicos en energía solar”. Editorial Marcomdo.

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del I.D.A.E. (pet-rev enero 2009).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios del RITE.

Realizado por:

Eduardo Lanz Recari

Pamplona, Febrero de 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

## CÁLCULOS

Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

Pamplona, Febrero de 2013

## ÍNDICE

2.1. CARGAS TÉRMICAS PISCINA.....	4
2.1.1. Cálculo de necesidades de deshumectación.....	4
2.1.2. Cálculo de pérdidas de calor en el vaso.....	4
2.1.2.1. Pérdidas por evaporación.....	4
2.1.2.2. Pérdidas por radiación.....	5
2.1.2.3. Pérdidas por convección.....	5
2.1.2.4. Pérdidas por renovación.....	5
2.1.2.5. Pérdidas por transmisión.....	6
2.1.2.6. Resumen.....	6
2.1.3. Cálculo calentamiento del vaso.....	6
2.1.4. Resumen cargas térmicas piscina.....	7
2.2. NECESIDADES ENERGÉTICAS DE PISCINA.....	7
2.3. NECESIDADES ENERGÉTICAS DE A.C.S.....	8
2.4. TOTAL NECESIDADES ENERGÉTICAS.....	9
2.5. CÁLCULOS COBERTURA SOLAR.....	9
2.5.1. Cálculo radiación global térmica en tiempo de insolación.....	9
2.5.2. Rendimiento de colectores.....	10
2.5.2.1. Colectores planos.....	11
2.5.2.2. Colectores de tubos de vacío.....	11
2.5.3. Cálculo energía solar útil.....	12
2.5.3.1. Colectores planos.....	12
2.5.3.2. Colectores de tubos de vacío.....	13
2.5.4. Cobertura solar.....	13
2.5.4.1. Colectores planos.....	13
2.5.4.2. Colectores de tubos de vacío.....	14



2.6. CÁLCULO DE A.C.S.....	14
2.7. INTERCAMBIADORES .....	15
2.8. BOMBAS .....	15
2.9. VASOS DE EXPANSIÓN.....	17
2.9.1. Circuito de caldera .....	17
2.9.2. Circuito de A.C.S. ....	18
2.9.3. Circuito solar .....	19
2.10. TUBERÍAS .....	19
2.11. DIMENSIONADO DE CALDERA DE COMBUSTIÓN.....	21

## 2.1. CARGAS TÉRMICAS PISCINA

### 2.1.1. Cálculo de necesidades de deshumectación

En este apartado se calcula la evaporación del agua, que depende de la ocupación del vaso.

En primer lugar hay que obtener la masa de agua evaporada,  $M_e$  (Fórmula de Bernier):

$$M_e = S \cdot [(16 + 133n) \cdot W_e - G_a \cdot W_{as}] + 0,1 \cdot N$$

Datos:

- $S = 312,5 \text{ m}^2$
- $W_e = 0,02 \text{ kg}_{ag}/\text{kg}_{aire}$
- $W_a = 0,0225 \text{ kg}_{ag}/\text{kg}_{aire}$
- $G_a = 0,65$
- $n = 60 / 40 / 20$  bañistas
- $N = 70$  espectadores

<b>OCUPACIÓN (CON ESPECTADORES)</b>	<b><math>M_e</math></b>
En reposo (0)	0,007465 Kg/s
Ocupación baja (20)	0,01143 Kg/s
Ocupación media (40)	0,01541 Kg/s
Ocupación alta (60)	0,01938 Kg/s
<b>Potencia ocupación</b>	
<b>Qocupación</b>	<b>48268,84 W</b>

### 2.1.2. Cálculo de pérdidas de calor en el vaso

#### 2.1.2.1. Pérdidas por evaporación

Datos:

- $M_e = 0,01938 \text{ kg/s}$
- $C_v = 676 \text{ Wh/kg}$

Qevaporación	47162,83 W
--------------	------------

## 2.1.2.2. Pérdidas por radiación

Datos:

- Constante de Stefan-Boltzmann =  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$
- $E = 0,95$
- Tagua =  $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- $T_c = 22^\circ\text{C}$

Qradiación	2,632 W
------------	---------

## 2.1.2.3. Pérdidas por convección

Qconvección	1096,179 W
-------------	------------

## 2.1.2.4. Pérdidas por renovación

Datos:

- $V = 500\text{m}^3$
- $D = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $C_e = 1,16 \text{ Wh/kg}^\circ\text{C}$
- $T_a = 25^\circ\text{C}$
- $T_x = 9,25^\circ\text{C}$

Qrenovación	19031,25 W
-------------	------------

## 2.1.2.5. Pérdidas por transmisión

Datos:

- $C_t = 1,5 \text{ W/m}^2\text{°C}$
- $S = 450 \text{ m}^2$
- $T_{ag} = 25\text{°C}$
- $T_{ex} = 15\text{°C}$

Qtransmisión	6750 W
--------------	--------

## 2.1.2.6. Resumen

<b>Pérdidas vaso piscina</b>	
Qevaporación	47162,83 W
Qradiación	2,632 W
Qconvección	1096,179 W
Qrenovación	19031,25 W
Qtransmisión	6750 W
<b>Qtotal</b>	<b>74042,89 W</b>

2.1.3. Cálculo calentamiento del vaso

Datos:

- $V = 500 \text{ m}^2$
- $C_e = 1,16 \text{ Wh/kg°C}$
- $T_{ag} = 25\text{°C}$
- $T_{red} = 9,25\text{°C}$
- Tiempo calentamiento = 48 h

Qcalentamiento	190312,5 W
----------------	------------

#### 2.1.4. Resumen cargas térmicas piscina

<b>Evaporación del agua</b>	
Qocupación	48268,84 W
<b>Perdidas vaso piscina</b>	
Qevaporación	47162,83 W
Qradiación	2,632 W
Qconvección	1096,179 W
Qrenovación	19031,25 W
Qtransmisión	6750 W
<b>Qtotal</b>	<b>74042,89 W</b>

## 2.2. NECESIDADES ENERGÉTICAS DE PISCINA

Para calcular las necesidades energéticas del vaso de piscina, se utilizan los datos obtenidos en el apartado anterior.

<b>Necesidades de mantenimiento</b>	
Pérdidas piscina	74042,89 W
Ocupación	48268,84 W
Total mantenimiento	122309,1 W
<b>Necesidades energéticas piscina</b>	
Necesidades / día (MJ)	10567,51 MJ

	<b>Nº DÍAS</b>	<b>NEC. PISCINA</b>	<b>NEC. PISCINA(MJ)</b>
Enero	31	10567,51	<b>327592,68</b>
Febrero	28	10567,51	<b>295890,16</b>
Marzo	31	10567,51	<b>327592,68</b>
Abril	30	10567,51	<b>317025,18</b>
Mayo	31	10567,51	<b>327592,68</b>
Junio	30	10567,51	<b>317025,18</b>
Julio	31	10567,51	<b>0</b>
Agosto	31	10567,51	<b>0</b>
Septiembre	30	10567,51	<b>317025,18</b>
Octubre	31	10567,51	<b>327592,68</b>
Noviembre	30	10567,51	<b>317025,18</b>
Diciembre	31	10567,51	<b>327592,68</b>

Las necesidades energéticas de los meses de Julio y Agosto son cero debido a que la piscina climatizada se encuentra cerrada, como se ha detallado en el documento “Memoria”.

### 2.3. NECESIDADES ENERGÉTICAS DE A.C.S.

Para el cálculo de las necesidades energéticas del agua caliente sanitario se determinan algunos factores previos, con ayuda del “Pliego de Condiciones para Instalaciones de baja temperatura” del I.D.A.E.

- Litros / servicio = 15 litros (Duchas colectivas)
- Nº servicios / día = 1000 servicios.
- Tª consumo = 50 °C
- Tª red por mes (Herramienta CHEQ4 del I.D.A.E.)

En primer lugar se hallan el número de litros consumidos por día ( Necesidades de energía calorífica).

$$\text{Nec. E. cal} = \text{n}^\circ \text{ servicios} \cdot \text{litros por servicio} = 1000 \cdot 15 = 15000 \text{ litros/día}$$

Para hallar las necesidades energéticas de A.C.S. se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_a = C_e \cdot M \cdot N \cdot (T_{\text{con}} - T_{\text{red}}) \cdot O$$

	Tª RED	NEC. E. CAL.	Nº DÍAS MES	NEC. A.C.S. (MJ)
Enero	5	15000	31	<b>61329,08</b>
Febrero	6	15000	28	<b>54163,03</b>
Marzo	8	15000	31	<b>57240,47</b>
Abril	10	15000	30	<b>52756,2</b>
Mayo	11	15000	31	<b>53151,87</b>
Junio	12	15000	30	<b>50118,39</b>
Julio	13	15000	31	<b>50426,13</b>
Agosto	12	15000	31	<b>51789,0</b>
Septiembre	11	15000	30	<b>51437,29</b>
Octubre	10	15000	31	<b>54514,74</b>
Noviembre	8	15000	30	<b>55394,01</b>
Diciembre	5	15000	31	<b>61329,08</b>

## 2.4. TOTAL NECESIDADES ENERGÉTICAS

Se presenta una tabla resumen con las necesidades energéticas totales:

	<b>TOTAL NECESIDADES (MJ)</b>
Enero	388921,76
Febrero	350053,2
Marzo	384833,16
Abril	369781,38
Mayo	380744,55
Junio	367143,57
Julio	50426,13
Agosto	51789,0
Septiembre	368462,47
Octubre	382107,42
Noviembre	372419,19
Diciembre	388921,76

## 2.5. CÁLCULOS COBERTURA SOLAR

### 2.5.1. Cálculo radiación global térmica en tiempo de insolación

Se han tomado los datos de partida de la estación meteorológica de la U.P.N.A. Los datos han sido recogidos durante el año 2011, tanto de radiación global térmica como de tiempo de insolación.

	<b>R. global térmica (W/m2)</b>	<b>Insolación (seg)</b>	<b>Eg (W/m2)</b>
Enero	67,99	13001,94	<b>451,81</b>
Febrero	100,14	17336,28	<b>499,08</b>
Marzo	140,26	18508,71	<b>654,76</b>
Abril	216,53	27368,13	<b>683,56</b>
Mayo	261,21	30355,09	<b>743,48</b>
Junio	269,85	29806,46	<b>782,2</b>
Julio	268,51	30132,32	<b>769,92</b>
Agosto	257,17	33138	<b>670,52</b>
Septiembre	204,5	29979,53	<b>589,37</b>
Octubre	147,05	24875,23	<b>510,77</b>
Noviembre	72,92	13017	<b>484,03</b>
Diciembre	54,44	10585,03	<b>444,35</b>

Para posteriores cálculos, pasan los datos de potencias de la radiación global térmica a energías por día.

	R. global térmica (W/m2)	R. global térmica (MJ/m2·día)
Enero	67,99	5,87
Febrero	100,14	8,65
Marzo	140,26	12,12
Abril	216,53	18,71
Mayo	261,21	22,57
Junio	269,85	23,31
Julio	268,51	23,19
Agosto	257,17	22,22
Septiembre	204,5	17,67
Octubre	147,05	12,7
Noviembre	72,92	6,3
Diciembre	54,44	4,7

### 2.5.2. Rendimiento de colectores

Para el edificio proyectado, se han elaborado los cálculos para dos tipos de colectores diferentes: colectores planos y de tubos de vacío.

En el cálculo de los rendimientos se utiliza la siguiente expresión:

$$\eta = \eta_0 + (k_1 \cdot \Delta T) / E_g + (k_2 \cdot \Delta T)^2 / E_g$$

Donde

- $\eta_0$  = rendimiento óptico
- $K_1$  y  $K_2$  = coeficientes panel
- $\Delta T = (T_{\text{panel}} - T_{\text{red}})$

También es necesario un factor de corrección a radiación inclinada, ya que los datos de radiación obtenidos son radiación horizontal.



### 2.5.2.1. Colectores planos

Los colectores planos son de la marca Viessmann, más concretamente el modelo “Vitosol 300-F”. Tiene una serie de características que proporciona el fabricante.

- $\eta_0 = 0,833$
- $K1 = 3,66$
- $K2 = 0,0169$

	<b>R. glob.</b> <b>(MJ/m<sup>2</sup>·dia)</b>	<b>Factor</b> <b>correc. 45°</b>	<b>T<sup>a</sup> panel</b>	<b>T<sup>a</sup></b> <b>ambiente</b>	<b>Rendimiento</b> <b>Colector</b>
Enero	5,87	1,45	50	4,5	<b>0,3746</b>
Febrero	8,65	1,33	50	6,5	<b>0,4397</b>
Marzo	12,12	1,19	50	8	<b>0,5454</b>
Abril	18,71	1,05	50	9,9	<b>0,5722</b>
Mayo	22,57	0,95	50	13,3	<b>0,6168</b>
Junio	23,31	0,91	50	17,3	<b>0,6532</b>
Julio	23,19	0,95	50	20,5	<b>0,6706</b>
Agosto	22,22	1,06	50	20,3	<b>0,6451</b>
Septiembre	17,67	1,24	50	18,2	<b>0,6018</b>
Octubre	12,71	1,45	50	13,7	<b>0,5223</b>
Noviembre	6,3	1,59	50	8,3	<b>0,4472</b>
Diciembre	4,7	1,57	50	5,7	<b>0,3815</b>

### 2.5.2.2. Colectores de tubos de vacío

Los colectores de tubos de vacío son de la marca Viessmann, el modelo “Vitosol 200-T. Las características de diseño son:

- $\eta_0 = 0,731$
- $K1 = 1,3$
- $K2 = 0,0077$

	<b>R. glob (MJ/m<sup>2</sup>·día)</b>	<b>Factor correc. 45°</b>	<b>T<sup>a</sup> panel</b>	<b>T<sup>a</sup> ambiente</b>	<b>Rendimiento Colector</b>
Enero	5,872	1,41	50	4,5	<b>0,5648</b>
Febrero	8,652	1,31	50	6,5	<b>0,5885</b>
Marzo	12,12	1,2	50	8	<b>0,6268</b>
Abril	18,71	1,09	50	9,9	<b>0,6366</b>
Mayo	22,57	1,01	50	13,3	<b>0,6528</b>
Junio	23,31	0,98	50	17,3	<b>0,6661</b>
Julio	23,19	1,01	50	20,5	<b>0,6724</b>
Agosto	22,22	1,1	50	20,3	<b>0,6633</b>
Septiembre	17,67	1,25	50	18,2	<b>0,6476</b>
Octubre	12,71	1,42	50	13,7	<b>0,6187</b>
Noviembre	6,301	1,52	50	8,3	<b>0,5913</b>
Diciembre	4,704	1,5	50	5,7	<b>0,5673</b>

### 2.5.3. Cálculo energía solar útil

Para calcular la energía útil que proporcionan los paneles se aplica:

$$E_{\text{útil}} = \text{Rad global} \cdot \text{Factor corrección} \cdot \eta \cdot \text{n}^\circ \text{días/mes}$$

#### 2.5.3.1. Colectores planos

	<b>R. glob. (MJ/m<sup>2</sup>·día)</b>	<b>Factor correc.(45°)</b>	<b>Rend. Colector</b>	<b>Nºdías/mes</b>	<b>Útiles (MJ/mes)</b>
Enero	5,874	1,45	0,3746	31	<b>10386,07</b>
Febrero	8,652	1,33	0,4397	28	<b>14875,66</b>
Marzo	12,12	1,19	0,5454	31	<b>25603,19</b>
Abril	18,71	1,05	0,5722	30	<b>35404,84</b>
Mayo	22,57	0,95	0,6168	31	<b>43046,81</b>
Junio	23,31	0,91	0,6532	30	<b>43654,51</b>
Julio	23,19	0,95	0,6706	31	<b>48108,75</b>
Agosto	22,22	1,06	0,6451	31	<b>49456,76</b>
Septiembre	17,67	1,24	0,6019	30	<b>41539,87</b>
Octubre	12,71	1,45	0,5223	31	<b>31322,12</b>
Noviembre	6,301	1,59	0,4473	30	<b>14114,21</b>
Diciembre	4,703	1,57	0,3815	31	<b>9171,19</b>

## 2.5.3.2. Colectores de tubos de vacío

	<b>R. global (MJ/m<sup>2</sup>·día)</b>	<b>Factor correc. (45°)</b>	<b>Rend. Colector</b>	<b>N° días/mes</b>	<b>Útiles (MJ/mes)</b>
Enero	5,874	1,41	0,5648	31	<b>15227,36</b>
Febrero	8,652	1,31	0,5885	28	<b>19610,94</b>
Marzo	12,12	1,2	0,6268	31	<b>29673,52</b>
Abril	18,71	1,09	0,6366	30	<b>40892,68</b>
Mayo	22,57	1,01	0,6528	31	<b>48440,5</b>
Junio	23,31	0,98	0,6661	30	<b>47942,95</b>
Julio	23,19	1,01	0,6725	31	<b>51290,24</b>
Agosto	22,22	1,1	0,6633	31	<b>52770,04</b>
Septiembre	17,67	1,25	0,6476	30	<b>45058,04</b>
Octubre	12,71	1,42	0,6187	31	<b>36336,62</b>
Noviembre	6,301	1,52	0,5913	30	<b>17839,03</b>
Diciembre	4,703	1,5	0,5674	31	<b>13030,01</b>

## 2.5.4. Cobertura solar

La cobertura solar (%) se representa como el cociente entre la energía útil entre la energía necesaria para cubrir la demanda.

## 2.5.4.1. Colectores planos

	<b>COB. SOLAR % (ACS)</b>	<b>C. SOLAR % (PISC)</b>	<b>C. SOLAR % (TOTAL)</b>
Enero	16,93	3,17	<b>2,67</b>
Febrero	27,46	5,027	<b>4,249</b>
Marzo	44,73	7,815	<b>6,653</b>
Abril	67,11	11,17	<b>9,574</b>
Mayo	80,99	13,14	<b>11,31</b>
Junio	87,1	13,77	<b>11,89</b>
Julio	95,4	0	<b>95,4</b>
Agosto	95,49	0	<b>95,49</b>
Septiembre	80,76	13,103	<b>11,27</b>
Octubre	57,45	9,561	<b>8,19</b>
Noviembre	25,48	4,452	<b>3,79</b>
Diciembre	14,95	2,799	<b>2,358</b>
<b>ANUAL</b>	<b>56,09</b>	<b>11,45</b>	<b>9,51</b>

## 2.5.4.2. Colectores de tubos de vacío

	<b>COB. SOLAR % (ACS)</b>	<b>C. SOLAR % (PISC)</b>	<b>C. SOLAR % (TOTAL)</b>
Enero	24,83	4,648	<b>3,915</b>
Febrero	36,21	6,628	<b>5,602</b>
Marzo	51,84	9,058	<b>7,711</b>
Abril	77,51	12,89	<b>11,06</b>
Mayo	91,14	14,78	<b>12,72</b>
Junio	95,66	15,12	<b>13,06</b>
Julio	101,71	0	<b>101,7</b>
Agosto	101,89	0	<b>101,89</b>
Septiembre	87,59	14,21	<b>12,23</b>
Octubre	66,65	11,09	<b>9,509</b>
Noviembre	32,2	5,627	<b>4,79</b>
Diciembre	21,25	3,977	<b>3,35</b>
<b>ANUAL</b>	<b>63,96</b>	<b>13,06</b>	<b>10,84</b>

La solución adoptada finalmente para el edificio proyectado es la de colectores de tubos de vacío, ya que la cobertura solar que generan es mayor que la de los colectores planos.

## 2.6. CÁLCULO DE A.C.S.

Para el cálculo del agua caliente sanitario se ha utilizado la herramienta de cálculo de SEDICAL S.A.

Los datos que se necesitan de este cálculo, para otros posteriores, son la potencia neta de la caldera, así como los caudales de las bombas y el volumen de acumulación.

- Potencia neta caldera = 172,34 kW
- Caudal bomba primario = 3,71 m<sup>3</sup>/h
- Caudal bomba de carga A.C.S. = 2,91 m<sup>3</sup>/h
- Volumen acumulación = 2906,17 litros

## 2.7. INTERCAMBIADORES

Para el cálculo de los intercambiadores se ha utilizado la herramienta de cálculo de SEDICAL S.A.

Cuadro resumen de datos de intercambiadores.

Intercambiador		Temperatura entrada	Temperatura salida	Potencia de intercambio (kW)
Solar A.C.S.	Primario	60	50	52
	Secundario	45	50	
Solar piscina	Primario	60	50	52
	Secundario	27	37	
Caldera A.C.S.	Primario	80	40	173
	Secundario	9	50	
Caldera piscina	Primario	80	40	263
	Secundario	27	37	

Mediante la herramienta de SEDICAL S.A. se determina el modelo de cada intercambiador, así como los caudales de los circuitos con los que trabajan y las pérdidas de carga en cada circuito.

Intercambiador		Caudal (l/h)	Pérdidas de carga kPa	Modelo intercambiador
Solar A.C.S.	Primario	5452,3	24,3	UFP-34 / 42 H
	Secundario	9059,7	49	
Solar piscina	Primario	5452,3	45,2	UFP-32 / 18 H
	Secundario	4501,7	38,5	
Caldera A.C.S.	Primario	3787,1	46,3	UFP-34 / 17 H
	Secundario	3649,3	43,9	
Caldera piscina	Primario	5757,2	4,1	UFP-54 / 22 L
	Secundario	22768,4	43,2	

## 2.8. BOMBAS

Para el cálculo y selección de bombas se ha utilizado el programa de SEDICAL S.A.

Es necesario calcular las pérdidas que se producen para cada bomba en el circuito en el que están instaladas. Las pérdidas se producen en intercambiadores, caldera, tuberías y varios.

Los caudales se han calculado en el apartado anterior “1.9 Intercambiadores”.

BOMBA	CAUDAL (l/seg)	PÉRDIDAS (m.c.a.)					Nº BOMBA	MODELO BOMBA
		Tuberías	Caldera	Intercamb.	Otros	TOTAL		
Primario solar A.C.S.	1,515	1,5	0	2,479	0,5	4,479	i	SAP 25/125-0,25/K
Primario solar piscina	1,515	1,5	0	4,612	0,5	6,612	ii	SAP 25/125-0,25/K
Secundario solar A.C.S.	2,517	0,75	0	5,0	0,5	6,250	iii	SIP 32/105,1-0,65/K
Secundario solar piscina	1,25	0,75	0	3,928	0,5	5,178	iv	SAP 25/125-0,25/K
Primario caldera	2,651	0,6	3,5	5,142	0,5	9,742	v	SIP 32/105,1-0,65/K
Secundario caldera A.C.S.	1,014	0,75	0	4,479	0,5	5,729	vi	SAP 25/125-0,25/K
Secundario caldera piscina	6,325	0,75	0	4,408	0,5	5,658	vii	SIM 80/190,1-0,55/K
Llenado solar	0,833	0,6	0	0	3	3,6	viii	SAP 25/8 T
Llenado caldera	0,833	0,6	0	0	3	3,6	ix	SAP 25/8 T

## 2.9. VASOS DE EXPANSIÓN

En primer lugar se obtiene los incrementos de volumen del líquido contenido en cada circuito.

$$\Delta V = \text{coef. Dilatación} \cdot V_{\text{instalación}} \cdot \Delta T$$

A continuación se calcula el volumen del vaso teniendo en cuenta:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_2 \cdot (V_1 - \Delta V)$$

Tabla resumen de presiones y temperaturas, antes y después de la expansión del líquido, en cada circuito:

Pman (bar)	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	T <sub>baja</sub> (°C)	T <sub>alta</sub> (°C)
Caldera	1	3	4	80
A.C.S.	4	7	4	60
Solar	1	6	4	60

Para la selección del modelo de vaso de expansión se utiliza la herramienta de SEDICAL S.A., donde se introducen los datos obtenidos en los cálculos.

### 2.9.1. Circuito de caldera

#### Cálculo $\Delta V$

Datos	
Líquido	Agua
Coef. Dilatación	0,00021 1/K
T <sup>a</sup> baja	4 °C
T <sup>a</sup> alta	80 °C
Longitud tubería por tramo	120 m
Diámetro tubería	0,141 m
Volumen caldera	0,405 m <sup>3</sup>
Volumen total líquido	0,652 m <sup>3</sup>
$\Delta V$	0,0104 m <sup>3</sup>

Cálculo volumen vaso de expansión

<b>Cálculo Volumen</b>	
Presión atmosférica	1 bar
Presión baja (absoluta)	2 bar
Presión alta (absoluta)	4 bar
<b>Volumen vaso</b>	<b>20,825 litros</b>
<b>Modelo</b>	<b>S 50</b>

2.9.2. Circuito de A.C.S.Cálculo  $\Delta V$ 

<b>Datos</b>	
Líquido	Agua
Coef. Dilatación	0,00021 1/K
Tª baja	4 °C
Tª alta	60 °C
Longitud tubería por tramo	100 m
Diámetro tubería	0,0462 m
Volumen acumuladores	10,5 m <sup>3</sup>
Volumen total líquido	10,701 m <sup>3</sup>
$\Delta V$	0,125 m <sup>3</sup>

Cálculo volumen vaso de expansión

<b>Cálculo Volumen</b>	
Presión atmosférica	1 bar
Presión baja (absoluta)	5 bar
Presión alta (absoluta)	8 bar
<b>Volumen vaso</b>	<b>335,6 litros</b>
<b>Modelo</b>	<b>DT5 600 – DN 50</b>



### 2.9.3. Circuito solar

#### Cálculo $\Delta V$

<b>Datos</b>	
Líquido	Tyfocor LS
Tª baja	4 °C
Tª alta	60 °C
Coef. Dilatación	0,0006 1/°C
Longitud tubería	50 m
Diámetro tubería	0,0358 m
Nº paneles solares	34
Vol. paneles solares	0,0577 m <sup>3</sup>
Volumen total líquido	0,108 m <sup>3</sup>
$\Delta V$	0,00363 m <sup>3</sup>

#### Cálculo volumen vaso de expansión

<b>Cálculo Volumen</b>	
Presión atmosférica	1 bar
Presión baja (absoluta)	2 bar
Presión alta (absoluta)	7 bar
<b>Volumen vaso</b>	<b>5,091 litros</b>
<b>Modelo</b>	<b>S 25</b>

## 2.10. TUBERÍAS

En primer lugar se numeran las tuberías como se ve en el documento “Planos”.

Se tienen en cuenta los caudales calculados de dichas tuberías, así como la velocidad máxima del fluido, que por norma será como máximo 1,5 m/s. se utiliza una relación entre los caudales y los diámetros de cada tubería.

$$V = (354 \cdot Q) / D^2$$

La tabla referencia de relación de diámetros es la siguiente:

<b>Relación mm-pulg</b>	
Milim.	Pulg
20	1/2"
25	3/4"
32	1"
40	1 1/4"
50	1 1/2"
63	2"
75	2 1/2"
90	3"
110	4"
125	4 1/2"
140	5"
160	6"
200	8"
250	10"
315	12"
355	14"
400	16"

Tabla selección de tuberías.

<b>Tubería</b>	<b>Caudal (l/h)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Tamaño tubería</b>
A	5452,3	0,0015	0,0359	1 1/4"
B	4501,7	0,0013	0,0326	1 1/4"
C	9059,7	0,0025	0,0462	1 1/2"
D	23000	0,0064	0,0736	3"
E	5757,2	0,0016	0,0368	1 1/4"
F	3787,1	0,0011	0,0299	1"
G	22768,4	0,0063	0,0733	3"
H	3649,3	0,0010	0,0293	1"
I	1000	0,0003	0,0154	1/2"
J	1000	0,0003	0,0154	1/2"
K	1000	0,0003	0,0154	1/2"
L	16000	0,0044	0,0614	2 1/2"
M	4000	0,0011	0,0307	1 1/4"
N	23000	0,0064	0,0736	3"

**2.11. DIMENSIONADO DE CALDERA DE COMBUSTIÓN**

<b>Potencia de la caldera</b>	
Potencia necesaria A.C.S.	173 kW
Potencia necesaria piscina	263 kW
Potencia caldera	437 kW
Modelo	Vitocrossal 200 CT2 (Potencia nominal: 628 kW)

Realizado por:

Eduardo Lanz Recari

Pamplona, Febrero de 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

PLANOS

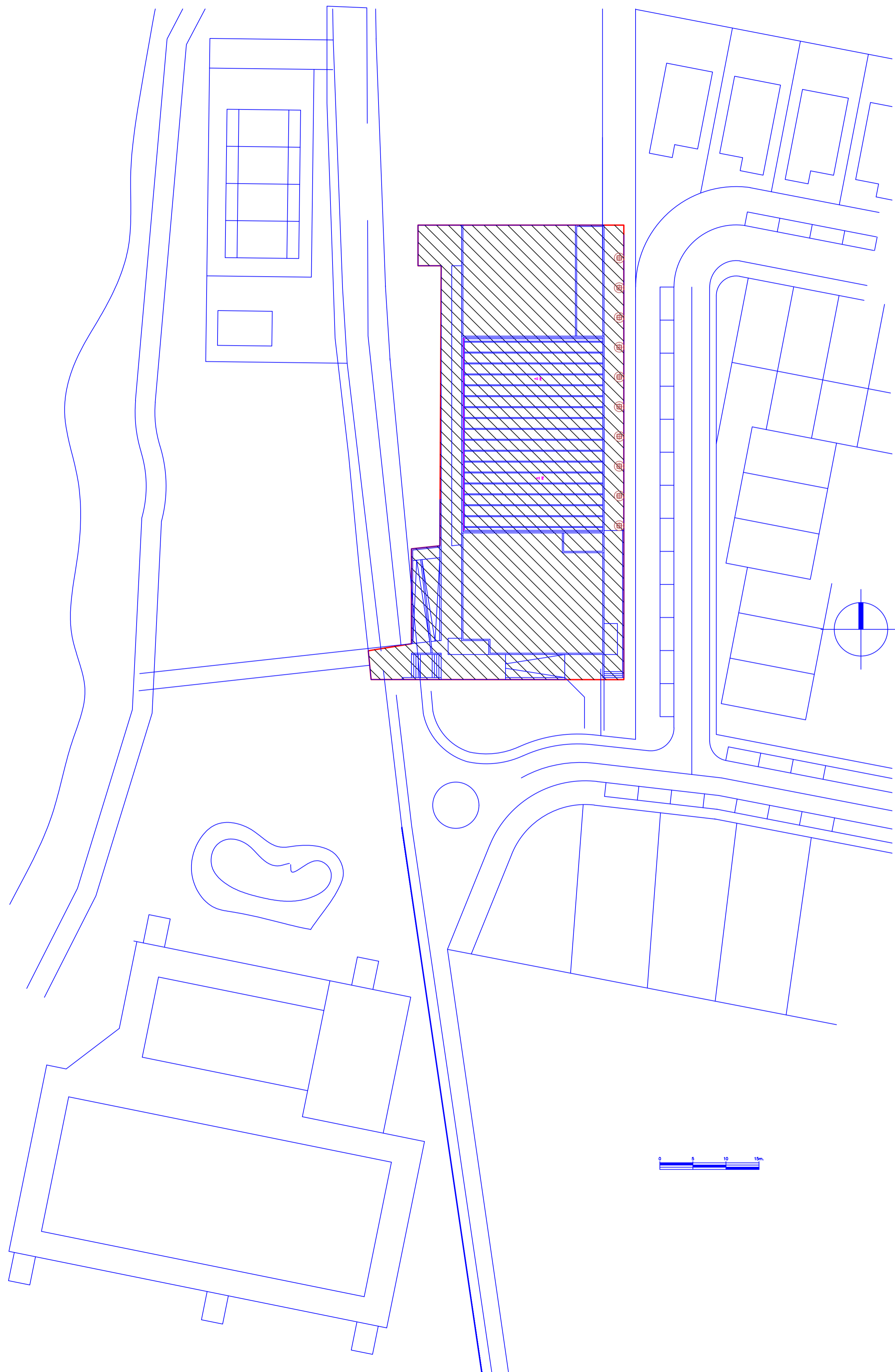
Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

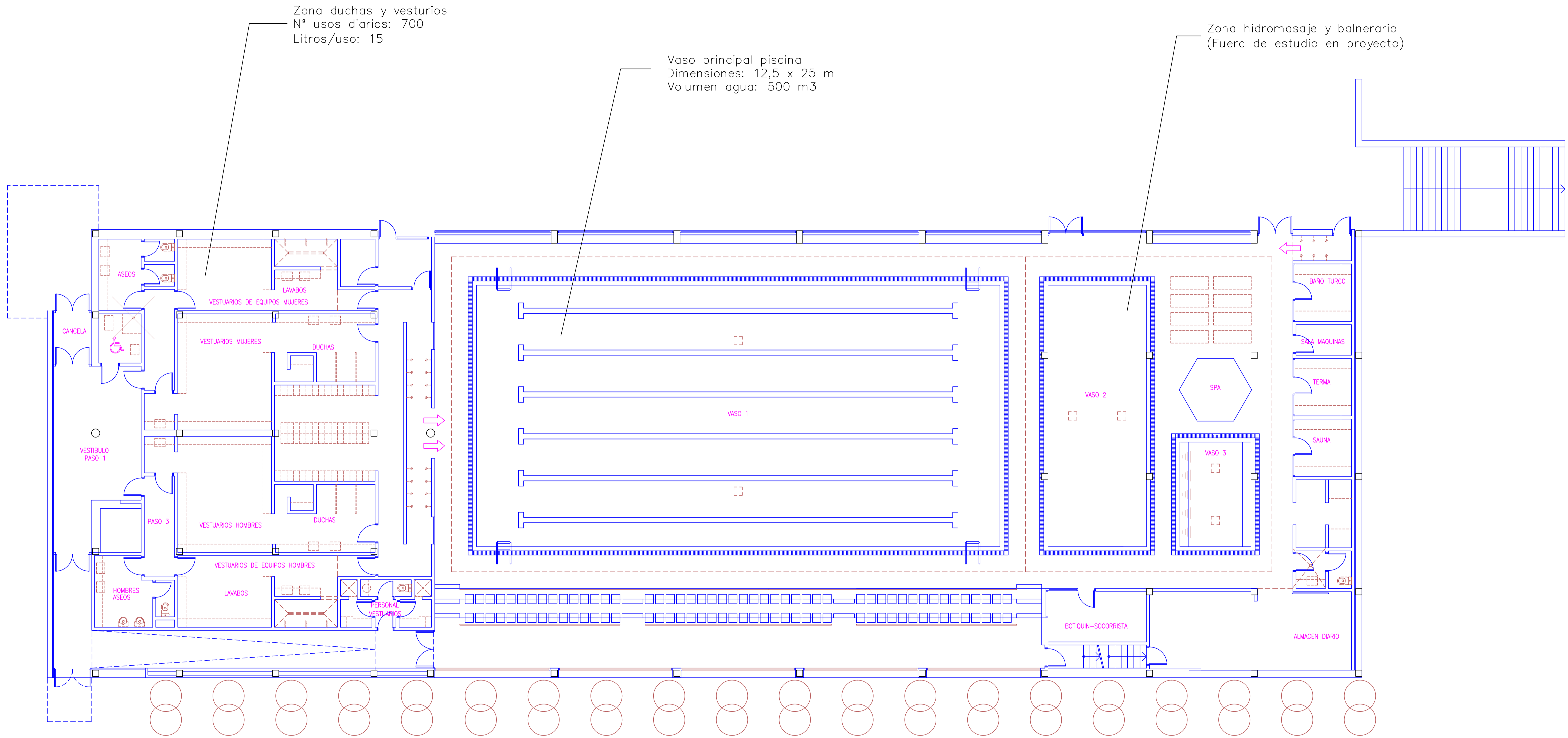
Pamplona, Febrero de 2013

## ÍNDICE

3.1. UBICACIÓN .....	3
3.2. PLANTA DE PISCINA Y VESTUARIOS .....	4
3.3. COLECTORES SOLARES .....	5
3.4. ESQUEMA HIDRÁULICO .....	6



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES	
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS</b>	REALIZADO: LANZ RECARI, EDUARDO	FIRMA:
PLANO: UBICACIÓN	FECHA: Feb 2013	ESCALA:	Nº PLANO: 1



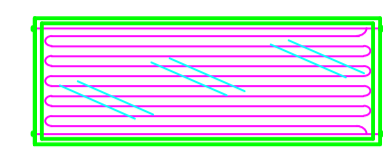
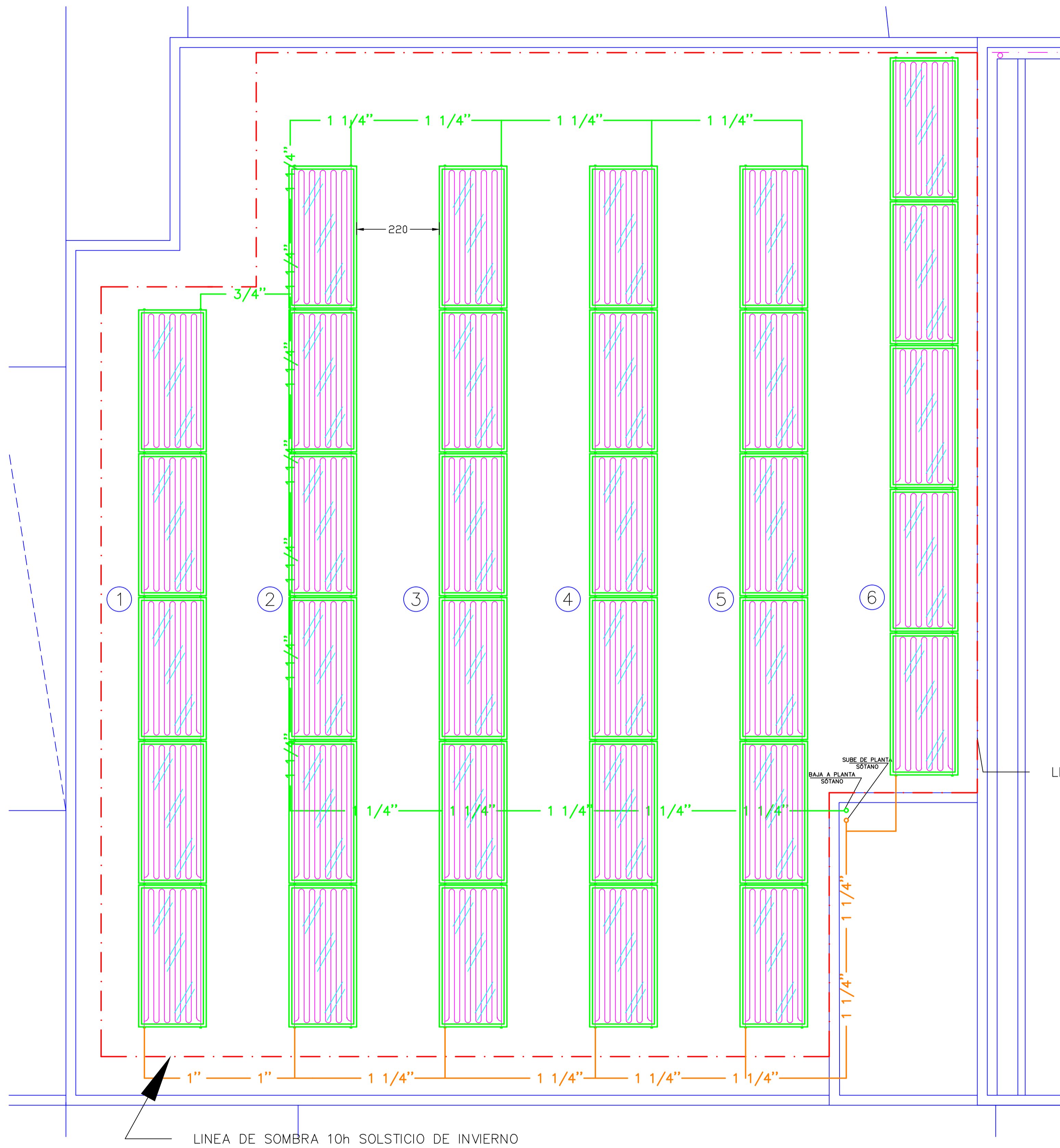
Zona duchas y vesturios  
 N° usos diarios: 700  
 Litros/uso: 15

Vaso principal piscina  
 Dimensiones: 12,5 x 25 m  
 Volumen agua: 500 m3

Zona hidromasaje y balnerario  
 (Fuera de estudio en proyecto)

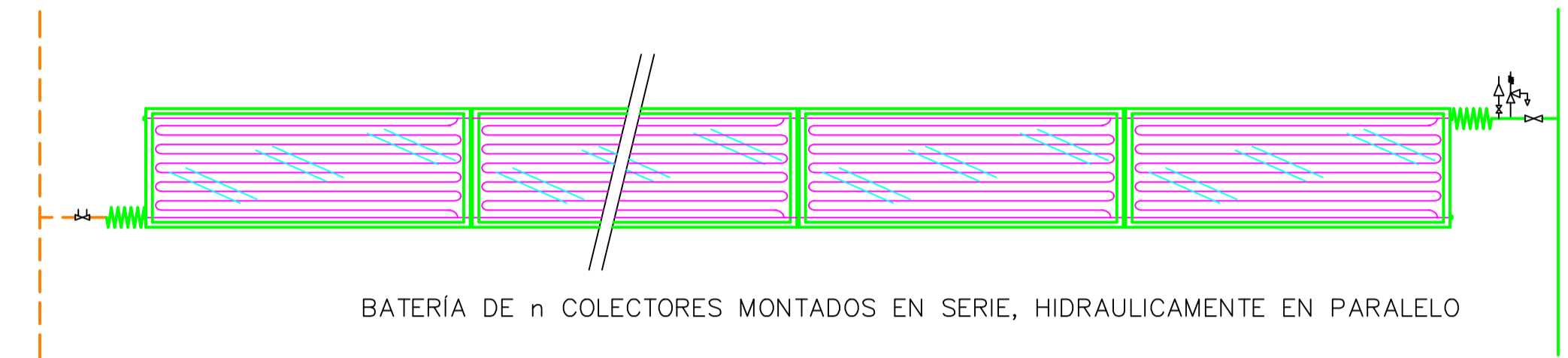
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES	
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS</b>	REALIZADO: LANZ RECARI, EDUARDO	FIRMA:
PLANO: PLANTA DE PISCINA Y VESTUARIOS	FECHA: Feb 2013	ESCALA:	N° PLANO: 2





Superficie colectora de 3 m<sup>2</sup> para el montaje horizontal o vertical sin necesidad de tubería externa y con sistema de conexionado entre colectores enchufable. Accesorios fabricados en aluminio y acero inoxidable, para la integración arquitectónica.

marca: VIESSMANN modelo VITOSOL 200-T 3 w

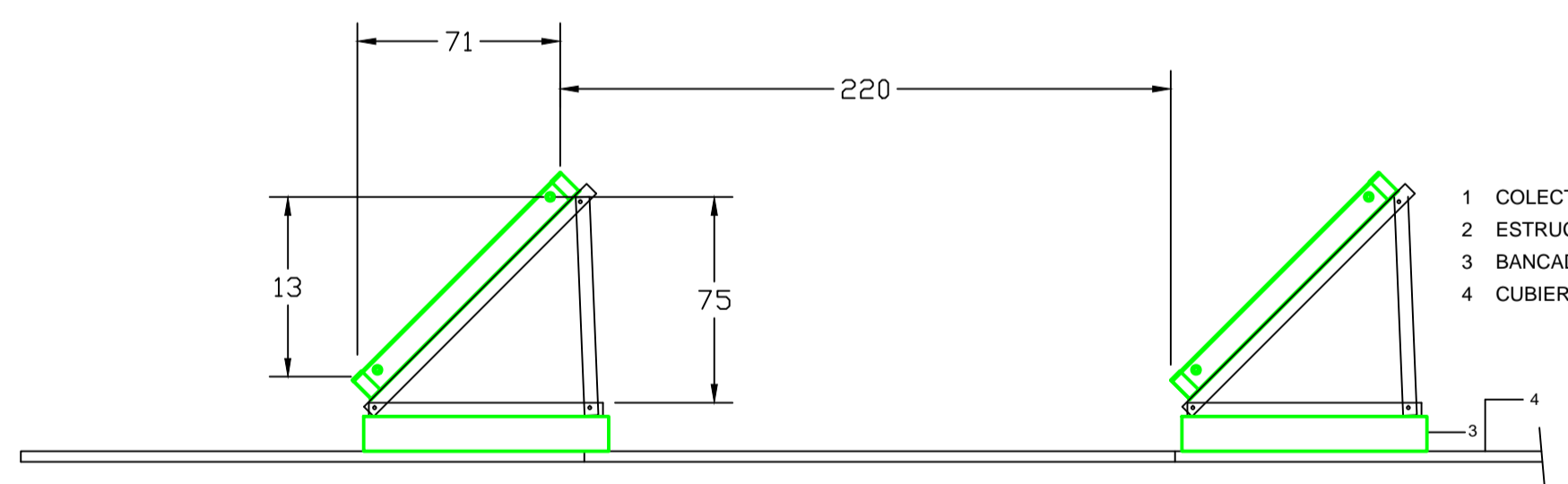


- Tubería de cobre rígido con accesorios soldados, calorifugada en todo su recorrido con coquilla K-FLEX mod. SOLAR y acabado final en chapa de aluminio. IDA.
- Tubería de cobre rígido con accesorios soldados, calorifugada en todo su recorrido con coquilla K-FLEX mod. SOLAR y acabado final en chapa de aluminio. RETORNO.
- Purgador automático VIESSMANN
- Válvula de corte de esfera TOUR ANDERSSON
- Válvula de equilibrado K-FLOW
- Manguito de Conexión Flexible en Acero Inoxidable
- 1 Fila de colectores N°1

Diámetros equivalentes  
 3/4" - 20/22 mm  
 1" - 26/28 mm  
 1 1/4" - 33/35 mm

VALVULAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL			
N° FILA	DIAMETRO	CAUDAL	MARCA/MODELO
1	3/4	225 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15
2	3/4	300 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15
3	3/4	300 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15
4	3/4	300 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15
5	3/4	300 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15
6	3/4	187.5 l/h	SEDICAL KFLOW KSV15

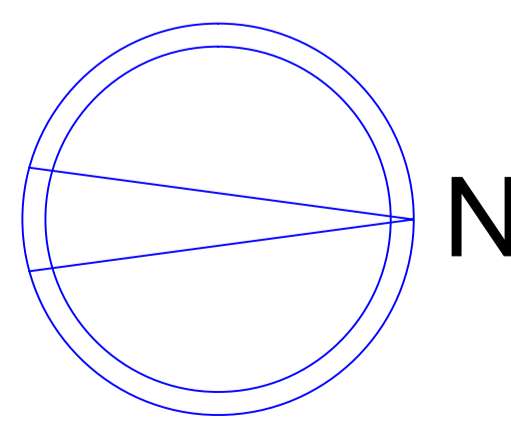
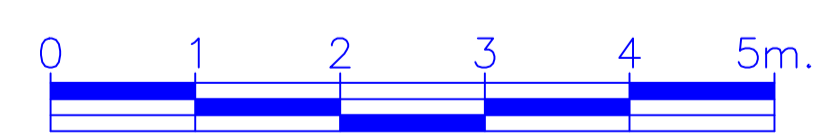
LINEA DE SOMBRA 10h SOLSTICIO DE INVIERNO



- 1 COLECTOR VITOSOL 200 3m2, w
- 2 ESTRUCTURA DE APOYO VIESSMANN
- 3 BANCADAS DE APOYO DE 103 X 32 X 15
- 4 CUBIERTA

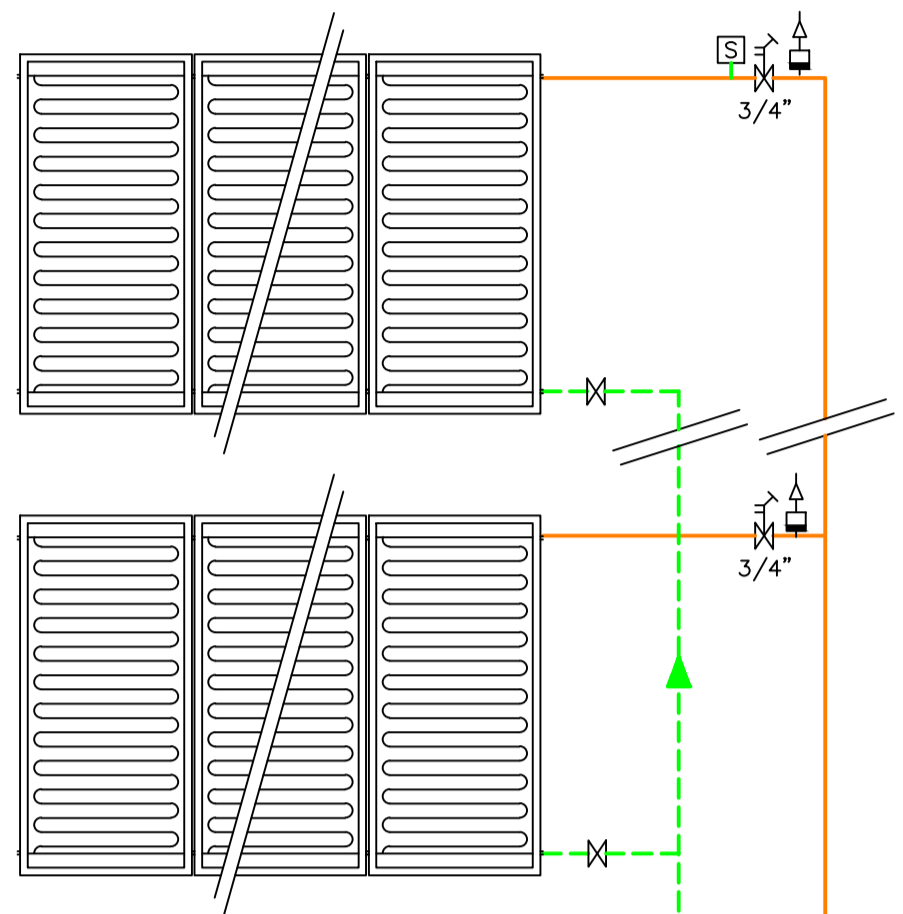
RECOMENDACIONES TÉCNICAS:  
 Caudal de diseño: 15 l/h y m<sup>2</sup>  
 Pérdida de carga del colector: 270 mbar fluido Tyfocor LS

34 VITOSOL 200-T, 3 m<sup>2</sup>, w (105 m<sup>2</sup> en total)  
 PERFIL GENERICO DE MONTAJE EN CUBIERTA



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS</b>	REALIZADO: LANZ RECARI, EDUARDO
PLANO: COLECTORES SOLARES	FECHA: Feb 2013	ESCALA: Nº PLANO: 3

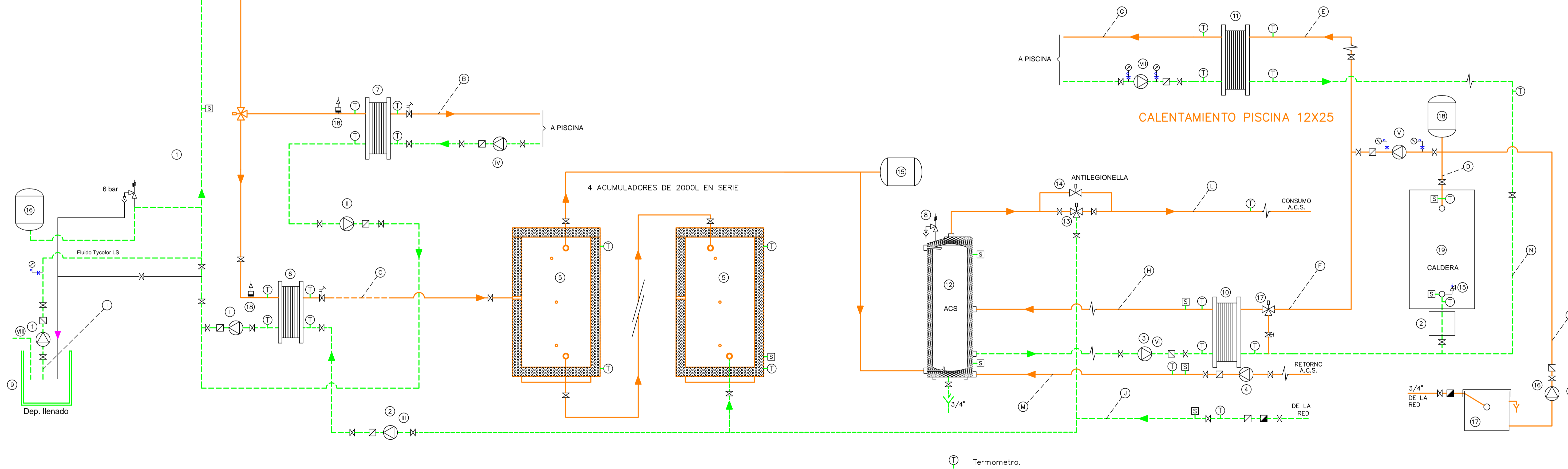
35 VITOSOL 200T w3, 105 m2 DE SUPERFICIE DE CAPTACION



- ① Bomba de llenado marca SEDICAL mod. SAP 25/8 T.
- ② Bomba recirculadora marca SEDICAL mod. SIP 32/105,1-0,25/K
- ③ Bomba recirculadora marca SEDICAL mod. SAP 25/125-0,25/K
- ④ Bomba recirculadora marca SEDICAL mod. SAM 30/6T
- ⑤ 4 Acumuladores Solares LAPESA MV-3000-RB
- ⑥ Intercambiador ACS-SOLAR marca SEDICAL modelo UFP-34/42 H
- ⑦ Intercambiador PISCINA-SOLAR marca SEDICAL modelo UFP-32/18 H
- ⑧ Valvula de seguridad de A.C.S. de 3/4" tarada a 7 Kg/cm2.
- ⑨ Deposito de llenado de 200 litros.
- ⑩ Intercambiador ACS-CALDERA marca SEDICAL modelo UFP-34/17 H
- ⑪ Intercambiador PISCINA-CALDERA marca SEDICAL modelo UFP-54/22 L
- ⑫ Deposito acumulador de A.C.S. de 2500 litros marca LAPESA mod. MV-2500-RB.
- ⑬ Valvula termostática de tres vias marca SEDICAL mod. VMT 2"-B de 2
- ⑭ Válvula motorizada de 2 vias marca SEDICAL mod. Z011-50 VMM20
- ⑮ Vaso de expansion de 600 litros marca SEDICAL modelo DT5 600-DN 50
- ⑯ Vaso de expansion de 25 litros marca SEDICAL especial para Aplic. Solares modelo S 25
- ⑰ Valvula motorizada de tres vias marca SEDICAL mod. V5013R1081ML7420A
- ⑱ Vaso de expansion de 50 litros marca SEDICAL modelo S 50
- ⑲ Caldera de condensación marca SEDICAL

- ⊗ Valvula de esfera o mariposa.
- ⊗ Valvula de compuerta.
- ⊗ Valvula de retencion de muelle.
- ⊗ Valvula de equilibrado marca TOUR & ANDERSSON.
- ⊗ Valvula de retencion de disco marca GESTRA-DISCO mod. RK-71.

- ⊗ Sonda de inmersion.
- ⊗ Electrovalvula.
- ⊗ Purgador.
- ⊗ Manguito antivibratorio.
- ⊗ Contador de caudal.
- ⊗ Manometro en baño de glicerina con toma en "rabo de cerdo".



⊗ Termometro.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	DEPARTAMENTO DE ING. MECANICA, ENERGETICA Y DE MATERIALES
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA PARA APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS</b>	REALIZADO: LANZ RECARI, EDUARDO
PLANO: ESQUEMA HIDRÁULICO	FECHA: Feb 2013	ESCALA: Nº PLANO: 4



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

PLIEGO DE CONDICIONES

Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

Pamplona, Febrero de 2013

## ÍNDICE

4.1.	CONDICIONES GENERALES.....	4
4.2.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	4
4.3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA.....	8
4.4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	10
4.5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICO. APARATOS. ....	11
4.6.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. TUBERÍAS, VALVULERÍA Y ACCESORIOS .....	15
4.7.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. CONDUCTOS DE AIRE Y ACCESORIOS .....	17
4.8.	PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES .....	20
4.9.	OBSERVACIONES .....	30
4.10.	INSTALACIONES.....	31
4.10.1.	Acondicionamiento de recintos. Confort.....	31
4.10.1.1.	Aire acondicionado .....	31
4.10.1.2.	Calefacción.....	39
4.10.2.	Instalación de energía solar .....	47
4.10.2.1.	Energía solar térmica.....	47
4.11.	CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS....	61
4.11.1.	Código Técnico de la edificación .....	61
4.11.2.	Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción .....	63
4.11.3.	Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción ...	64
4.12.	RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE.....	66
4.13.	INSTALACIÓN DE GAS .....	66
4.13.1.	Juntas elastoméricas. Materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados .....	66
4.13.2.	Sistemas de detección de fugas .....	67

4.14. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ..... 67

## I. CONDICIONES ADMINISTRATIVAS

### 4.1. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que se cita y registrará en las obras para la realización del mismo. Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Ingeniero Director de la obra.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el Proyecto y demás documentos redactados por el Ingeniero autor del mismo.

La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en el documento de la Memoria y el de Planos. Cualquier variación que se pretendiese ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del Ingeniero Director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada. En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del señor Propietario.

La Contrata nombrará un Encargado General, el cual deberá estar constantemente en obra mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del Encargado será la de entender y atender las órdenes de la Dirección Facultativa, deberá conocer el presente “Pliego de Condiciones” exhibido por la Contrata y velará por que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un “Libro de Órdenes y Asistencias” del que se hará cargo el Encargado que señalará la Dirección. Se escribirá en el mismo aquellos datos, órdenes o circunstancias que se estimen convenientes. Asimismo, el Encargado podrá hacer uso del mismo, para hacer constar los datos que estime convenientes. El citado “Libro de Órdenes y Asistencias” se registrará según el Decreto 462/1.971 y la Orden de 9 de Junio de 1.971.

### 4.2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

Es obligación de la Contrata, ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en

los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y siempre dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrán ser presentadas a través del mismo ante la Propiedad si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director. No se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si así lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, quién podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será de obligado cumplimiento para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los Ingenieros o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Ingeniero Director así lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación. El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones generales de índole técnica” del “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán las partes defectuosas ser demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto, el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, Vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del Contratista. Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los remplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar,



mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito. A lo largo de la ejecución, se deberán hacer pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra. Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado avisado en contra antes de finalizar el período de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc.,

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los Art. precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí mismo o por medio de

sus representantes técnicos. Todo ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, específicamente, en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”, sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

### **4.3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

Como base fundamental de estas “Condiciones Generales de índole Económica”, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como de los materiales o mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero Director y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se

tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato, señalados en los documentos relativos a las “Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa”, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Ingeniero Director, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente “Pliego de Condiciones Generales de índole Económica” a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie. En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Ingeniero Director se niega, de antemano, al arbitraje de precio, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

#### **4.4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al derecho de amigables componedores, designados, uno de ellos por el Propietario, otro por la Contrata y tres ingenieros por el C. O. correspondiente, uno de los cuales será forzosamente, el Director de la Obra.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la “Resolución General de Instrucciones para la Construcción”, de 31 de Octubre de 1.996.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, las Ordenes complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, y en la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 14 de Abril de 1.997, así como lo dispuesto en la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de los Riesgos Laborales.

#### **4.5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICO. APARATOS.**

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especificará el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en caracteres indelebles. Las calderas deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos de producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables, o polvo de carbón, con potencia superior a 100 KW, estarán provistos de dispositivos antiexplosivos. Las diversas partes de las calderas deberán ser lo suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos.

Los aparatos de calefacción deben estar previstos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Los dispositivos para la regulación del tiro, cuando estén permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar previstos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecerán estables en estas posiciones o en cualquier intermedia.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama. Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de entretenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para limpieza necesarios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar, en la documentación de la misma, los datos exigidos en ITE 04.9.2. Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión, a otro que le afecten, con toda caldera deberán incluirse los accesorios señalados en ITE 04.9.3.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador será como mínimo el indicado en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42 CEE. Funcionando en régimen normal con la caldera limpia, la temperatura de humos, medida a la salida de la

caldera, no será superior a 240°C, en las calderas de agua caliente, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantienen los rendimientos mínimos exigidos.

Las calderas estarán colocadas, en su posición definitiva, sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberán ir colocadas directamente sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada. Se deberán cumplir todas las exigencias señaladas en ITE 04.9., siendo esto responsabilidad directa del fabricante de las calderas.

Los quemadores deberán ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en caracteres indelebles y redactados en castellano, los siguientes datos:

- Nombre del fabricante e importador en su caso.
- Marca, modelo y tipo de quemador.
- Tipo de combustible.
- Valores límites del gasto horario.
- Potencias nominales para los valores anteriores del gas.
- Presión de alimentación del combustible del quemador.
- Tensión de alimentación.
- Potencia del motor eléctrico y en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.
- Nivel máximo de potencia acústica ponderado determinado según UNE 74105.
- Dimensiones y peso.

No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación. Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

Se cumplirá en cuanto a instalación eléctrica, documentación a aportar y acoplamiento a calderas de los quemadores lo señalado en ITE 04.10.1 y 04.10.2.

Los quemadores de combustibles líquidos cumplirán la legislación vigente. Se montarán perfectamente alineados con la caldera sujetos rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento será silencioso y no transmitirán vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo y a través de él al resto de la edificación. El nivel de presión sonora máximo (referencia 20 uPa), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dB(A) con todos en marcha, realizando la medida en el centro de la sala a 1,5 m de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los mismos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición definitiva, siempre que ésta operación sea sencilla y se pueda volver con la misma facilidad a su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

Además cumplirán con las condiciones de seguridad y contarán con elementos de seguridad señalados en ITE 02.15. Los quemadores de combustibles gaseosos cumplirán con la reglamentación vigente y con lo establecido en ITE 04.10.

Todos los equipos y aparatos utilizados en la instalación deberán soportar una presión inferior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400kPa, sin presentar deformaciones, goteos, fugas, roturas ni exudaciones.

Las prestaciones de las unidades de intercambio de calor, radiadores, convectores, ventilo convectores, etc.... serán las indicadas por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del 5%. Las condiciones de ensayo de los equipos se especificarán en cada caso. En los tubos de aletas el rendimiento comprobado en laboratorio se mantendrá después de haber sometido la unidad a diez ciclos de cambios bruscos de temperatura, circulando por su interior, sucesivamente el fluido a la temperatura de régimen y a la temperatura ambiente.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que este sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su perspectiva de funcionamiento. Particular atención deberá tenerse con las acciones de corrosión que puedan producirse por el contacto de dos o más materiales.

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas. En la documentación se especificará la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas.

Las sondas exteriores de temperatura tendrán la curva de respuesta con una pendiente definida por:

$$\frac{R22-R20}{Q22-Q20}$$

Siendo R y Q la resistencia eléctrica en Ohm, y la temperatura a 22 y 20°C, respectivamente, con una tolerancia estas últimas de -0.2°C que no diferirá en más del 10% de la definida por el fabricante.

Su tiempo de respuesta será tal que al pasar la sonda de su estado de equilibrio en un ambiente a 18°C de temperatura a otro de 22°C tarde menos de treinta minutos en alcanzar el 67% del valor de la resistencia a 22°C.

Los valores característicos de la sonda no se alterarán al estar ésta sometida a la inclemencia de un ambiente exterior no protegido, a cuyo efecto la carcasa de la sonda proporcionará la debida protección sin detrimento de su sensibilidad. Los materiales de la sonda no sufrirán efectos de corrosión, en el ambiente exterior en que va a estar ubicada. La curva de respuesta de las sondas interiores de temperatura tendrán una pendiente definida por:

$$\frac{R25 - R20}{Q25 - Q20}$$

Donde R y Q tiene el significado definido anteriormente, que no diferirá en más del 10% del dado por el fabricante. El tiempo de respuesta en las condiciones especificadas para las sondas exteriores, no será superior a diez minutos.

Las sondas de inmersión estarán constituidas por el elemento sensible construido con material metálico inoxidable y estancas a una presión hidráulica igual a vez y media la del servicio.

La pendiente de la curva resistencia-temperatura no diferirá en más de un 10% de la dada por el fabricante, para temperaturas comprendidas dentro del margen de utilización dado por el mismo. La respuesta en las condiciones definidas para las sondas exteriores no será superior a cinco minutos.



#### 4.6. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. TUBERÍAS, VALVULERÍA Y ACCESORIOS

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán los indicados a continuación:

- Conducciones de gas: Para los gases se emplearán las tuberías indicadas en su Reglamentación específica.
- Conducciones de agua caliente, agua refrigerada o vapor a baja presión: Serán de cobre, latón, acero negro soldado o estirado sin soldadura. Cuando la temperatura no sobrepase los 53°C se podrá utilizar hierro galvanizado o tubería de plástico homologada. Para agua caliente sanitaria no se admitirán conducciones de acero soldado.
- Alimentación de agua fría: Tubos de acero galvanizado, cobre o plástico (PVC o polietileno).

Los tubos de acero negro, soldado o estirado sin soldadura tendrán como mínimo la calidad marcada por las normas UNE 19040 ó 19041. Los accesorios serán de fundición maleable. Cuando se empleen tubos estirados de cobre responderá a las calidades mínimas exigidas en las normas UNE 37107, 37116, 37117, 37131, 37141.

Los elementos de anclaje y guiado de las tuberías serán incombustibles y robustos (el uso de la madera y del alambre como soportes deberá limitarse al periodo de montaje). Los elementos para soportar tuberías resistirán colocados en forma similar a como van a ir situados en obra, las cargas que se indican en la Tabla 4 de la Norma UNE 100-152-88. Estas cargas se aplicarán en el centro de la superficie de apoyo que teóricamente va a estar en contacto con la tubería.

Se utilizarán dilatadores de fuelle o dilatadores de tipo lira. Los dilatadores de tipo lira serán de acero dulce o de cobre cuando la tubería sea de cobre.

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente. Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y

media la de trabajo. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula.

Toda válvula deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida. Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm estarán construidas en broce o latón. Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce o de bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa y de acero o de acero y bronce para presiones mayores.

Los espesores mínimos de metal, de los accesorios para embridar o roscar serán los adecuados para soportar las máximas presiones y temperaturas a que hayan de estar sometidos. Serán de acero, hierro fundido, fundición maleable, cobre, bronce o latón, según el material de la tubería.

Los accesorios soldados podrán utilizarse para tuberías de diámetro comprendidos entre 10 y 600 mm. Estarán proyectados y fabricados de modo que tengan, por lo menos resistencia igual a la de la tubería sin costura a la cual van a ser unidos. Para tuberías de acero forjado o fundido hasta 50 mm, se admiten accesorios roscados. Donde se requieran accesorios especiales, éstos reunirán unas características tales que permitan su prueba hidrostática a una presión doble de la correspondiente al vapor de suministro en servicio.

El depósito de expansión será metálico o de otro material estanco y resistente a los esfuerzos que va a soportar. En el caso de que el depósito de expansión sea metálico, deberá ir protegido contra la corrosión. El depósito de expansión estará cerrado, salvo la ventilación y el rebosadero que existirán en los sistemas de vaso de expansión abierto.

La ventilación del depósito de expansión se realizará por su parte superior, de forma que se asegure que la presión dentro del mismo es la atmosférica. Esta comunicación del depósito con la atmósfera podrá realizarse también a través del rebosadero, disponiendo en el mismo una comunicación directa con la atmósfera que no quede por debajo de la cota máxima del depósito.

En las instalaciones con depósito de expansión cerrado, éste deberá soportar una presión hidráulica igual, por lo menos, a vez y media de la que tenga que soportar en régimen, con un mínimo de 300kPa sin que se aprecien fugas, exudaciones o deformaciones.

Los vasos de expansión cerrados que tengan asegurada la presión por colchón de aire deberán tener una membrana elástica, que impida la disolución de aquel en el agua. Tendrá timbrada la máxima presión que pueden soportar, que en ningún caso será inferior a la de regulación de la válvula de seguridad de la instalación reducida al mismo nivel.

#### **4.7. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA. CONDUCTOS DE AIRE Y ACCESORIOS**

Cualquiera que sea el tipo de conductos para aire, éstos estarán formados por materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio y 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.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas. Soportarán, sin deformarse ni deteriorarse, 250°C de temperatura.

Los conductos de escayola se usarán únicamente en casos justificados. Estarán contruidos en escayola de primera calidad y armados con un tejido adecuado que evite su agrietamiento. El espesor de la escayola será uniforme en cada uno de sus planos y las superficies serán planas con terminado liso. Los accesorios y las curvas se harán sobre moldes. Las curvas se harán en dos mitades que se unirán después de que se haya quitado el molde. Las aberturas realizadas en los conductos, para inspección, o para colocación de accesorios, terminarán en cerco de madera, perfectamente anclado al conducto.

En los conductos en que, por su trabajo, se prevean condensaciones, sus superficies estarán impermeabilizadas. El mismo tratamiento se dará cuando estén destinados a conducir aire con una humedad relativa superior al 75%.

Los conductos llevarán refuerzos de madera o alambre galvanizado en el sentido longitudinal del conducto, a una distancia entre si no superior a 15 cm.

Los conductos podrán ser de chapa de acero galvanizada, aluminio, cobre o sus aleaciones o acero inoxidable.

Se recomienda la adopción de las normas UNE 10.101, UNE100.102 y UNE 100.103 para todo lo referente a dimensiones normalizadas, espesores, tipos, uniones, refuerzos y soporte.

Los conductos de fibra de vidrio podrán emplearse en instalaciones de calefacción o acondicionamiento de aire siempre que se construya de acuerdo con la norma UNE 100.105.

Podrá utilizarse, con aprobación del Director de Obra, conductos de obra civil o de otros materiales, siempre que tenga resistencia y propiedades similares a las de los indicados y cumplan con las condiciones exigidas a los conductos.

Las curvas, en lo posible, tendrán un radio mínimo de curvatura iguala vez y media la dimensión del conducto en la dirección de radio. Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores. La longitud y forma de los álabes serán las adecuadas para que la velocidad del aire en la curva sea sensiblemente la misma en toda la sección. Como norma, su longitud será igual, por lo menos, a dos veces la distancia entre álabes. Los álabes estarán fijos y no vibrarán el paso del aire.

Salvo casos excepcionales, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica tendrán las caras con un ángulo de inclinación, con relación al eje del conducto, no superior a 15°. Este ángulo, en las proximidades de rejillas de salida, se recomienda que no sea superior a 3°.

Las compuertas de tipo mariposa tendrán sus palas unidas rígidamente al vástago de forma que no vibren ni originen ruidos.

El ancho de cada pala de una compuerta en la dimensión perpendicular a su eje de giro no será superior a 30 cm. Cuando el conducto tenga una dimensión mayor, se colocarán compuertas múltiples accionadas con un solo mando. En las compuertas múltiples, las hojas adyacentes girarán en sentido contrario para evitar que en su compuerta se formen direcciones de aire privilegiadas, distintas a la del eje del conducto.

Las compuertas tendrán una inclinación exterior que permita conocer su posición abierta o cerrada. Cuando la compuerta requiera un cierre estanco, se dispondrá en sus bordes los elementos necesarios para conseguirlo.

Las compuertas para regulación manual tendrán los dispositivos necesarios para que puedan fijarse en cualquier posición. Cuando las compuertas sean de accionamiento mecánico, sus ejes girarán sobre cojinetes de bronce o antifricción.

Las rejillas de toma de aire exterior serán de un material inoxidable o protegido contra la corrosión y estarán diseñadas para impedir la entrada de gotas de agua de lluvia en el interior de los conductos, siempre que la velocidad del aire a través de los vanos no supere 3 m/s. Su construcción será robusta y sus piezas no entrarán en vibración ni producirán ruidos al paso del aire.

Las rejillas o difusores para distribución de aire en los locales serán de un material inoxidable o protegido contra la corrosión. Los fabricantes deberán dar, para distintas presiones antes de rejilla o difusor, los siguientes datos:

- Dimensión y distribución del dardo.
- Caudal de aire.
- Nivel sonoro, medido en el centro de una habitación de 3x3x2,50 m. con las paredes terminadas en enlucido de yeso.

Los datos facilitados en la documentación podrán tener una tolerancia del 5%.

Se adoptarán los siguientes criterios para la medición del material de los conductos de aire:

- Por cada curva se considerará un incremento de 1 metro lineal de conducto de la misma sección que el tramo considerado.
- Al medir el desarrollo de los conductos se considerará:
  - o En conductos de chapa: Desarrollo para medición = perímetro interior + 10 mm.
  - o En conductos de fibra de vidrio y materiales de espesor similar: Desarrollo para medición = perímetro interior + 20 mm.

No se considerarán otros conceptos en la medición, como pueden ser embocaduras, o suplementos por pérdidas de material. Estos conceptos deben incluirse en el precio del material.

#### **4.8. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES**

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto. Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en esos planos o condiciones se solicitará el permiso del director de obra. Igualmente, la sustitución por otros de los aparatos indicados en el proyecto y oferta deberá ser aprobada por el director de la obra.

Durante la instalación, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente.

Los envolventes metálicos o protecciones se asegurarán firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables. Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

En la sala de máquinas se instalará un gráfico, fácilmente visible, en el que esquemáticamente se presente la instalación con indicación de las válvulas, manómetros, etc.. Cada aparato de maniobra o de control llevará una placa metálica para ser identificado fácilmente en el esquema mencionado. Se recomienda que los aparatos de medida lleven indicados los valores entre los que normalmente se han de mover los valores por ellos medidos.

Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados según la Norma UNE 100100, con indicación del sentido del flujo que circula por ellas.

La concepción de la red general de distribución de agua será tal que pueda permitirse dejar de suministrar a determinadas zonas o partes de los consumidores sin que quede afectado el servicio del resto, y efectuar reparaciones en circuitos parciales sin anular el suministro al resto.

Se tendrá especial cuidado en la concepción de la red cuando existan zonas o edificios con distintos horarios y hábitos de ocupación de uso.

Todas las bancadas de aparatos en movimiento se proyectarán provistas de un amortiguador elástico que impida la transmisión de vibraciones a la estructura.

En las instalaciones de agua caliente sanitaria se instalarán, si las características del agua lo aconsejan, equipos de tratamiento de aguas que eviten la corrosión y la obturación.

En las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria se elegirán los materiales de los diversos aparatos y accesorios de forma que no se produzcan pares electroquímicos que favorezcan la corrosión, especialmente en zonas con agua o vapor a presión.

La red de distribución de agua caliente o refrigerada estará organizada de forma que la instalación de cualquier unidad de consumo pueda conectarse o aislarse de la red general del edificio desde el exterior a la unidad y de tal forma que cada usuario pueda regular o suprimir el servicio a sus locales.

La acometida a cada unidad de consumo permitirá siempre instalar un contador individual a cada usuario.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería.

Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

Los escapes de vapor de agua estarán orientados en condiciones tales que no puedan ocasionar accidentes.

Las válvulas de seguridad de cualquier tipo de caldera deberán estar dispuestas de forma que por medio de canalización adecuada el vapor o agua que por aquellas puede salir sea conducido directamente a la atmósfera debiendo ser visible su salida en la sala de máquinas.

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. La holgura entre tuberías o entre éstas y los parámetros, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal. Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en la fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contracurva, situada en planos distintos, ambos se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto.

Las tuberías por agua caliente o refrigerada irán colocadas de manera que no se formen en ellas bolsas de aire. Para la evacuación del aire hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores, los tramos horizontales deberán tener una pendiente mínima del 0,5 % cuando la circulación sea por gravedad o del 0.2% cuando la circulación sea forzada. Estas pendientes se mantendrán en frío y en caliente. Cuando debido a las características de la obra haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de tubería inmediatamente superior al necesario.

La pendiente será ascendente hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.



Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que, una vez calorífugas, no se produzcan flechas superiores al 2 por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas. Cuando, por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las distancias entre soportes para tuberías de acero serán como máximo las indicadas en la Tabla 2 de la Norma 100-152-88.

Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán estos al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los tubos de cobre llevarán elementos de soporte, a una distancia no superior a la indicada en la Tabla 3 de la Norma UNE 100-152-88.

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm. pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos de madera y otro material apropiado.

Los soportes de las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular el eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, estos y las guías deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes, serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Los anclajes de la tubería serán suficientes para soportar el peso de las presiones no compensadas y los esfuerzos de expansión. Para tuberías de vapor deberán estar sobredimensionadas por un coeficiente de seguridad de 10 con objeto de prevenir los efectos de la corrosión.

Es aconsejable que sean galvanizadas y se evitará que cualquier parte metálica del anclaje esté en contacto con el suelo de una galería de conducción.

Los colectores se portarán debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclaje.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

En las conducciones para vapor a baja presión, agua caliente, agua refrigerada, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldaduras.

Los manguitos de reducción en tramos horizontales serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire.

Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o aterrajar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto en las canalizaciones por agua caliente refrigerada y vapor a baja presión. Las uniones con bridas, visibles, o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil.

Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc...Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramientos de uniones mecánicas. Solamente se autorizan canalizaciones enterradas o empotradas cuando el estudio del terreno o medio que rodea la tubería asegure su no agresividad o se prevea la correspondiente protección contra la corrosión.

No se admitirá el contacto de tuberías de acero con yeso.

Las canalizaciones ocultas en la albañilería, si la naturaleza de ésta no permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas, tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera para vapor, etc...) cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando éstas están frías.

Las tuberías empotradas y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar suficientemente resuelta la libre dilatación de la tubería y el contacto de ésta con los materiales de construcción.

Se evitará en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvánicos. Cuando ello fuese necesario, se aislarán eléctricamente uno de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

Las tuberías ocultas en terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva, recomendándose que discurran por zanjas rodeadas de arena lavada o inerte, además del tratamiento anticorrosivo, o por galerías. En cualquier caso deberán

preverse los suficientes registros y el adecuado trazado de pendiente para desagüe y purga.

Para compensar las dilataciones se dispondrán liras, dilatadores lineales o elementos análogos, o se utilizará el amplio margen que se tiene con los cambios de dirección, dando curvas con un radio superior a cinco veces el diámetro de la tubería.

Las liras y curvas de dilatación serán del mismo material que la tubería. Sus longitudes serán las especificadas al hablar de materiales y las distancias entre ellas serán tales que las tensiones en las fibras más tensadas no sean superiores a 80 MPa, en cualquier estado térmico de la instalación. Los dilatadores no obstaculizarán la eliminación del aire y vaciado de la instalación.

Se dispondrá del número de elementos de dilatación necesario para que la posición de los aparatos a que van conectados no se vea afectada, ni estar éstos sometidos a esfuerzos indebidos como consecuencia de los movimientos de dilatación de las tuberías.

En la parte más alta de cada circuito se pondrá una purga para eliminar el aire que pudiera allí acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a 15 mm. con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán además purgas, automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en lo que por su disposición fuesen previsibles.

Todos los filtros de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

Las bombas de circulación se habrán dimensionado sin tener en cuenta la pérdida de carga proporcionada por las mallas de los filtros. De esta obligación quedan exentos aquellos filtros que eventualmente se instalen para protección de válvulas automáticas en circuitos de vapor de agua, así como aquellos de arena o diatomeas, instalados en la acometida de agua de alimentación, o en paralelo para limpieza de las bandejas de las torres de refrigeración.

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse siempre una distancia mínima de 30 cm. a las conducciones eléctricas y de 3 cm. a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si lo hubiere.

Se tendrá especial cuidado en que las canalizaciones de agua fría o refrigerada no sean calentadas por las canalizaciones de vapor o agua caliente, bien por radiación directa o por conducción a través de soportes, debiéndose prever siempre una distancia mínima de 23 cm. entre exteriores de tuberías, salvo que vayan aisladas.

Las tuberías no atravesarán chimeneas, conductos de aire acondicionado ni chimeneas de ventilación.

Se recomienda no instalar ninguna válvula con su vástago por debajo de plano horizontal que contiene el eje de la tubería. Todas las válvulas serán fácilmente accesibles.

Se recomienda disponer una tubería de derivación con sus llaves, rodeando a aquellos elementos básicos, como válvulas de control, etc., que se puedan averiar y necesiten ser retirados de la red de tuberías para su reparación y mantenimiento.

Se recomienda utilizar el siguiente tipo de válvulas, según la función que van a desempeñar:

- Aislamiento: Válvulas de bola, de asiento o mariposa.
- Regulación: Válvulas de asiento de aguja.
- Vaciado: Grifos o válvulas de macho.
- Purgadores: Válvulas de aguja inoxidable.

No existirá ninguna válvula ni elemento que pueda aislar las válvulas de seguridad de las tuberías o recipientes a que sirven.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada de la bomba deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni a la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedarán bien alineados, y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no están alineados, la transmisión se efectuará por correos trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°C.

La bomba y su motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficientes para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando debe existir, será visible.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperaturas, humedades, presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la instalación.

Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que en indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar. De acuerdo con esto, los termómetros y termostatos de ambiente estarán suficientemente alejados de las unidades terminales para que ni la radiación directa de ellos, ni el aire tratado afecten directamente a los elementos sensibles del aparato.

Los termómetros, termostatos, hidrómetros y manómetros, deberán poder dejarse fuera de servicio y sustituirse con el equipo en marcha.

Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

En cada instalación de agua existirá un circuito de alimentación que dispondrá de una válvula de retención y otra de corte antes de la conexión a la instalación, recomendándose además la instalación de un filtro.

La alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

El vaso de expansión podrá ser abierto o cerrado. No se emplearán vasos de expansión cerrados con colchón de aire en contacto directo con el agua del vaso.

La situación relativa de la bomba, conexión a expansión y generador será tal que durante el funcionamiento no quede ningún punto de la instalación en depresión y se facilite la evacuación de una eventual burbuja de aire o vapor.

Cuando se emplee vaso de expansión abierto, es recomendable la secuencia generador-vaso de expansión-bomba. Estos vasos irán calorifugados y no expuestos a congelación y colocados en lugar accesible en todo momento al personal encargado del mantenimiento. El dispositivo de rebose estará diseñado especialmente para evitar la congelación del agua en su interior cuando exista esta posibilidad por el tipo de clima. En este caso se recomienda instalar el vaso con circulación. En cualquier caso la instalación estará equipada con un dispositivo que permita comprobar en todo momento el nivel de agua de la instalación. En caso de utilizarse vaso de expansión cerrado este debe colocarse preferentemente en la aspiración de la bomba, teniendo especial cuidado de que la conexión al vaso se haga de forma que se evite la formación de una bolsa de aire en el mismo.

En caso de que existan varios generadores, podrá hacerse la conexión al tubo de expansión, a través de un colector común, cuya sección será la calculada por la fórmula anterior, en la que P será la suma de las potencias de los generadores.

Podrá existir una válvula entre el generador y el depósito de expansión siempre que ésta válvula sea de tres vías y esté colocada de forma que al incomunicar el generador con el depósito de expansión, quede automáticamente aquél en comunicación con la atmósfera. En el caso de que existan varios generadores, será preceptivo poner

una válvula de tres vías, como la mencionada en el párrafo anterior, entre cada uno y el colector común de unión al depósito de expansión.

Para unión de los generadores y el depósito de expansión podrá utilizarse un tramo común de la red de distribución, siempre y cuando este tramo tenga el diámetro adecuado y que entre él y los generadores no existan más que las válvulas de tres vías admitidas en este apartado.

En caso de vaso de expansión cerrado, el diámetro interior de la tubería de conexión al vaso será como mínimo de 20 mm y el diámetro de la tubería de conexión de las válvulas de seguridad será el especificado para conexión al vaso de expansión abierto.

#### **4.9. OBSERVACIONES**

El Ingeniero no será responsable, ante la Entidad Propietaria, de la demora de los Organismos Competentes en la tramitación del proyecto ni de la tardanza de su aprobación. La gestión de la tramitación se considera ajena al Ingeniero.

La orden de comienzo de la obra será indicada por Sr. Propietario, quién responderá de ello si no dispone de los permisos correspondientes.

Los documentos del Proyecto redactados por el Ingeniero que suscribe, y el conjunto de normas y condiciones que figuran en el presente Pliego de condiciones, y también las que, de acuerdo con éste, sean de aplicación en el “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación”, constituyen el Contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales de obligan a dirimir todas las divergencias que hasta su total cumplimiento pudieran surgir, por amigables componedores y preferentemente por el Ingeniero Director de los Trabajos.



## II. PLIEGO DE CONDICIONES “TÉCNICAS”

### 4.10. INSTALACIONES

#### 4.10.1. Acondicionamiento de recintos. Confort

##### 4.10.1.1. Aire acondicionado

#### Descripción

Instalaciones de climatización, que con equipos de acondicionamiento de aire modifican las características de los recintos interiores, (temperatura, contenido de humedad, movimiento y pureza) con la finalidad de conseguir el confort deseado.

Los sistemas de aire acondicionado, dependiendo del tipo de instalación, se clasifican en:

- Centralizados: Todos los componentes están agrupados en una sala de máquinas. En las distintas zonas para acondicionar existen unidades terminales de manejo de aire, provistas de baterías de intercambio de calor con el aire a tratar, que reciben el agua enfriada de una central o planta enfriadora.
- Unitarios y semi-centralizados
  - o Acondicionadores de ventana.
  - o Unidades autónomas de condensación: por aire o por agua.
  - o Unidades tipo consola de condensación: por aire o por agua.
  - o Unidades tipo remotas de condensación por aire.
  - o Unidades autónomas de cubierta de condensación por aire.

La distribución de aire tratado en el recinto puede realizarse por impulsión directa del mismo, desde el equipo si es para un único recinto o canalizándolo a través de conductos provistos de rejillas o aerodifusores en las distintas zonas a acondicionar.

En estos sistemas se le hace absorber calor (mediante una serie de dispositivos) a un fluido refrigerante en un lugar, transportarlo, y cederlo en otro lugar.

### Criterios de medición y valoración de unidades

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación, como aparatos de ventana, consolas inductores, ventiloconvectores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

### Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En general un sistema de refrigeración se puede dividir en cuatro grandes bloques o subsistemas:

- Bloque de generación: Los elementos básicos en cualquier unidad frigorífica de un sistema por absorción son:
  - o Compresor.
  - o Evaporador.
  - o Condensador.
  - o Sistema de expansión.
- Bloque de control: Controles de flujo. El equipo dispondrá de termostatos de ambiente con mandos independiente de frío, calor y ventilación. (ITE 02.11, ITE 04.12).
- Bloque de transporte: Según el CTE DB HS 4, apartado 4.3, los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán como mínimo

en instalaciones entre 250 - 500 kW para tuberías de cobre o plástico, y 2,50 cm y 3,20 cm para instalaciones superiores. En el caso en que los tramos sean de acero, para instalaciones entre 250 -500 kW el mínimo estará en 1" y para instalaciones superiores el mínimo será de 1 ¼ ".

- Conductos y accesorios: Podrán ser de chapa metálica o de fibra (ITE 02.9)
  - o De chapa galvanizada: El tipo de acabado interior del conducto impedirá el desprendimiento de fibras y la absorción o formación de esporas o bacterias y su cara exterior estará provista de revestimiento estanco al aire y al vapor de agua.
  - o De fibras: Estarán formados por materiales que no propaguen el fuego ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio; además tendrán 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 puedan producirse como consecuencia de su trabajo.
  - o Tuberías y accesorios de cobre. (ITE 02.8, ITE 04.2, ITE 05.2). Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.
- Bloque de consumo: Unidades terminales. Ventilconvectores (fan-coils), inductores, rejillas, difusores, etc.

Otros componentes de la instalación son filtros, ventiladores, compuertas, etc.

En una placa los equipos llevarán indicado: nombre del fabricante, modelo y número de serie, características técnicas y eléctricas, así como carga del fluido refrigerante.

#### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra:

- Condiciones previas. Soporte.
  - o El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada. En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o

pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías serán tacos y tornillos, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

- En caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales. En tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.
- Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros según RITE-ITE 05.2.4.
- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos. Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:
  - Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
  - Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
  - Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
  - Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc., (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado con cobre, etc.).
  - Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo.

- No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.
- En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, disolviendo el acero y perforando el tubo.
- El recorrido de las tuberías no atravesará chimeneas ni conductos.
- Según el CTE DB HS 4, apartado 2.1.2, se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo antes de los aparatos de refrigeración o climatización

### Proceso de ejecución

#### - Ejecución

El Instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos o encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas. La distancia a cualquier conducto eléctrico será como mínimo de 30 cm, debiendo pasar por debajo de este último.

#### - Tuberías

- *De agua.* Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

El paso por elementos estructurales se realizará con pasamuros y el espacio que quede se llenará con material elástico.

La tubería no atravesará chimeneas ni conductos. Los dispositivos de sujeción estarán situados de forma que aseguren la estabilidad y alineación de la tubería. Sobre tabiques, los soportes se fijarán con tacos y tornillos. Entre la abrazadera del soporte y el tubo se interpondrá un anillo elástico. No se soldará el soporte al tubo.

Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios soldados; si fuese preciso aplicar un elemento roscado, no se roscará al tubo, se utilizará el correspondiente enlace de cono elástico a compresión.

La bomba se apoyará sobre bancada con elementos antivibratorios, y la tubería en la que va instalada dispondrá de acoplamientos elásticos para no transmitir ningún tipo de vibración ni esfuerzo radial o axial a la bomba. Las tuberías de entrada y salida de agua, quedarán bien sujetas a la enfriadora y su unión con el circuito hidráulico se realizará con acoplamientos elásticos.

- *Para refrigerantes:* Las tuberías de conexión para líquido y aspiración de refrigerante, se instalarán en obra, utilizando manguitos para su unión. Las tuberías serán cortadas según las dimensiones establecidas en obra y se colocarán en su sitio sin necesidad de forzarlas o deformarlas. Estarán colocadas de forma que puedan contraerse y dilatarse, sin deterioro para sí mismas ni cualquier otro elemento de la instalación. Todos los cambios de dirección y uniones se realizarán con accesorios con soldadura incorporada. Todo paso de tubos por forjados y tabiques llevará una camisa de tubo de plástico o metálico que le permita la libre dilatación. Las líneas de aspiración de refrigerante se aislarán por medio de coquillas preformadas de caucho esponjoso de 1,30 cm de espesor, con objeto de evitar condensaciones y el recalentamiento del refrigerante.

#### - Conductos

Los conductos se soportarán y fijarán, de tal forma que estén exentos de vibraciones en cualquier condición de funcionamiento.

Los elementos de soporte irán protegidos contra la oxidación. Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores, hasta que no haya sido realizada la prueba de estanqueidad. Las uniones entre conductos de chapa galvanizada se harán mediante las correspondientes tiras de unión transversal suministradas con el conducto, y se engatillarán haciendo un pliegue en cada conducto.

Todas las uniones de conductos a los equipos se realizarán mediante juntas de lona u otro material flexible e impermeable. Los traslapes se realizarán en el sentido del flujo del aire y los bordes y abolladuras se igualarán hasta presentar una superficie lisa, tanto en el interior como en el exterior del conducto de 5 cm de ancho como mínimo.

El soporte del conducto horizontal se empotrará en el forjado y quedará sensiblemente vertical para evitar que transmita esfuerzos horizontales a los conductos.

Según el CTE DB HS 5, apartado 3.3.3.1, la salida de la ventilación primaria no deberá estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y deberá sobrepasarla en altura. Según el CTE DB HS 5, apartado 4.1.1.1, para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., deberá tomarse 1 UD para 0,03 dm<sup>3</sup>/s de caudal estimado.

#### - Condiciones de terminación

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. Una vez fijada la estanquidad de los circuitos, se dotará al sistema de cargas completas de gas refrigerante.

## Control de ejecución, ensayos y pruebas

- Control de ejecución
  - La instalación se rechazará en caso de:
    - Cambio de situación, tipo o parámetros del equipo, accesibilidad o emplazamiento de cualquier componente de la instalación de climatización.
    - Diferencias a lo especificado en proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.
    - Variaciones en diámetros y modo de sujeción de las tuberías y conductos. Equipos desnivelados.
    - Los materiales que no sean homologados, siempre que los exija el Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria IT.IC. o cualquiera de los reglamentos en materia frigorífica.
    - Las conexiones eléctricas o de fontanería sean defectuosas.
    - No se disponga de aislamiento para el ruido y vibración en los equipos frigoríficos, o aislamiento en la línea de gas.
    - El aislamiento y barrera de vapor de las tuberías sean diferentes de las indicadas en la tabla 19.1 de la IT.IC y/o distancias entre soportes superiores a las indicadas en la tabla 16.1.
    - El trazado de instalaciones no sea paralelo a las paredes y techos.
    - El nivel sonoro en las rejillas o difusores sea mayor al permitido en IT.IC.
- Ensayos y pruebas
  - Prueba hidrostática de redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE).
  - Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE).
  - Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE).
  - Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE).



## Conservación y mantenimiento

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

### 4.10.1.2. Calefacción

#### Descripción

Instalación de calefacción que se emplea en edificios para modificar la temperatura de su interior, con la finalidad de conseguir el confort deseado.

#### Criterios de medición y valoración de unidades

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación como calderas, radiadores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

#### Prescripciones sobre los productos

##### Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aparatos insertables, incluidos los hogares abiertos, que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con mercado CE, 10.1).
- Estufas que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con mercado CE, 10.2).
- Calderas domésticas independientes que utilizan combustibles sólidos, (ver Parte II, Relación de productos con mercado CE, 10.3).

- Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a temperatura inferior a 120 °C, (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.4).

#### PLIEGO DE CONDICIONES 42

- Radiadores y convectores (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 10.5).
- Bloque de generación formado por caldera, (según ITE 04.9 del RITE) o bomba de calor.

Sistemas en función de parámetros como:

- Demanda a combatir por el sistema (calefacción y agua caliente sanitaria).
- Grado de centralización de la instalación (individual y colectiva).
- Sistemas de generación (caldera, bomba de calor y energía solar).
- Tipo de producción de agua caliente sanitaria (con y sin acumulación).
- Según el fluido caloportador (sistema todo agua y sistema todo aire).

Equipos:

- Calderas.
- Bomba de calor (aire-aire o aire-agua).
- Energía solar.

Otros:

- Bloque de transporte
  - Red de transporte formada por tuberías o conductos de aire. (según ITE 04.2 y ITE 04.4 del RITE).
    - o Canalizaciones de cobre calorifugado, acero calorifugado, etc.
    - o Piezas especiales y accesorios.
    - o Bomba de circulación o ventilador.
- Bloque de control
  - o Elementos de control como termostatos, válvulas termostáticas, etc. (según ITE 04.12 del RITE).

- Termostato situado en los locales.
- Control centralizado por temperatura exterior.
- Control por válvulas termostáticas.
- Otros: Accesorios como rejillas o difusores.

En algunos sistemas, la instalación contará con bloque de acumulación.

Accesorios de la instalación (según el RITE):

- Válvulas de compuerta, de esfera, de retención, de seguridad, etc.
- Conductos de evacuación de humos (según ITE 04.5 del RITE).
- Purgadores.
- Vaso de expansión cerrado o abierto.
- Intercambiador de calor.
- Grifo de macho.
- Aislantes térmicos.

#### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

- a. Características técnicas de cada unidad de obra.
  - Condiciones previas: soporte
    - El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.
    - En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2 m.
    - En el caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirá a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando se trate de ladrillo macizo y de 1 canuto en caso de

ladrillo hueco, siendo el ancho de la roza nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores; si no es así, tendrán una longitud máxima de 1 m. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

- Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros, según RITE-ITE 05.2.4.
- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos: Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:
  - Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
  - Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
  - Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
  - Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.
  - Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).
  - Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.
  - No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.
  - Para la fijación de los tubos se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible).
  - El recorrido de las tuberías no deberá atravesar chimeneas ni conductos.

- a. Proceso de ejecución
- Ejecución
    - El instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.
    - Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.
    - Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.
    - Antes de su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.
    - Las calderas y bombas de calor se colocarán en bancada o paramento según recomendaciones del fabricante, quedando fijadas sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera. Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.
    - Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

- Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán sus uniones con acoplamientos elásticos. Cada vez que se interrumpa el montaje se taparán los extremos abiertos.
  - Las tuberías y conductos se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y de forma que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. En caso de conductos para gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.
  - Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o roscados, asegurando la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.
  - Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.
  - Se realizara la conexión de todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la red de evacuación de humos, así como el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.
- Condiciones de terminación
  - Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, eliminando polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos

compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

- En caso de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (RITE-ITE 06.2).
- En caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. (RITE-ITE-06.2)

#### b. Control de ejecución, ensayos y pruebas

##### Control de ejecución

- Calderas: Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.
- Canalizaciones, colocación:
  - Diámetro distinto del especificado.
  - Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.
  - Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de proyecto.
  - Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.
  - En el calorifugado de las tuberías
    - Existencia de pintura protectora.
    - Espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.
    - Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.
    - Colocación de manguitos pasamuros. Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.
    - Colocación del vaso de expansión - Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

- Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.
- Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador.

#### Ensayos y pruebas

- Prueba hidrostática de las redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE) Una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas. Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones, y finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen. Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.
- Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE) Se realizará taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.
- Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE) Las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.
- Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE) Se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en el proyecto, con una variación admisible de  $\pm 2$  °C. El termómetro para medir la temperatura se colocará en un soporte



en el centro del local a una altura del suelo de 1,50 m y permanecerá como mínimo 10 minutos antes de su lectura. La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera. En locales donde entre la radiación solar, la lectura se hará dos horas después de que deje de entrar. Cuando haya equipo de regulación, esté se desconectará. Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

#### c. Conservación y mantenimiento

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad. Se protegerán convenientemente las roscas.

### 4.10.2. Instalación de energía solar

#### 4.10.2.1. Energía solar térmica

##### Descripción

Sistemas solares de calentamiento prefabricados: son lotes de productos con una marca registrada, equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. A su vez pueden ser: sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria; sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria; sistemas con captador-depósito integrados para agua caliente sanitaria. Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos: son sistemas construidos de forma única o montándolos a partir de una lista de componentes. Según la aplicación de la instalación, esta puede ser de diversos tipos: para calentamiento de aguas, para usos industriales, para calefacción, para refrigeración, para climatización de piscinas, etc.

##### Criterios de medición y valoración de unidades

Unidad de equipo completamente recibida y/o terminada en cada caso; todos los elementos específicos de las instalaciones, como captadores, acumuladores, intercambiadores, bombas, válvulas, vasos de expansión, purgadores, contadores

El resto de elementos necesarios para completar dicha instalación, ya sea instalaciones eléctricas o de fontanería se medirán y valorarán siguiendo las

recomendaciones establecidas en los capítulos correspondientes de las instalaciones de electricidad y fontanería.

Los elementos que no se encuentren contemplados en cualquiera de los dos casos anteriores se medirán y valorarán por unidad de obra proyectada realmente ejecutada.

#### Prescripciones sobre los productos

Características de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Sistema de captación: captadores solares. Cumplirá lo especificado en los apartados 3.3.2.1 y 3.4.1 del CTE DB HE 4. Los captadores solares llevarán preferentemente un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm.
- Sistema de acumulación solar.

Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.2. Los acumuladores pueden ser: de acero vitrificado (inferior a 1000 l), de acero con tratamiento epoxídico, de acero inoxidable, de cobre, etc. Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento y bocas, soldados antes del tratamiento de protección.

Preferentemente los acumuladores serán de configuración vertical.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico. Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C para prevenir la legionelosis. El aislamiento de acumuladores de superficie inferior a 2 m<sup>2</sup> tendrá un espesor mínimo de 3 cm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 5 cm. La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

- Sistema de intercambio. Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.3. Los intercambiadores para agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o de cobre. El intercambiador podrá ser de tipo sumergido (de serpentín o de haz tubular) o de doble envolvente. Deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada. El espesor del aislamiento del cambiador de calor será mayor o igual a 2 cm.
- Circuito hidráulico. Constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. En cualquier caso los materiales cumplirán lo especificado en la norma ISO/TR 10217. Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.4, el circuito hidráulico cumplirá las condiciones de resistencia a presión establecidas.
- Tuberías. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.5. En sistemas directos se usará cobre o acero inoxidable en el circuito primario, admitiendo de material plástico acreditado apto para esta aplicación. El material de que se constituyan las señales será resistente a las condiciones ambientales y funcionales del entorno en que estén instaladas, y la superficie de la señal no favorecerá el depósito de polvo sobre ella. En el circuito secundario (de agua caliente sanitaria) podrá usarse cobre, acero inoxidable y también materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito. Las tuberías de cobre serán de tubos estirados en frío y uniones por capilaridad.. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DIN15. El diseño y los materiales deberán ser tales que no permitan la formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos.
- Bomba de circulación
  - o Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.4l. Podrán ser en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales serán resistentes a la corrosión.
  - o Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas, resistentes a la presión máxima del circuito.

- Purga de aire. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.8. Son botellones de desaireación y purgador manual o automático. Los purgadores automáticos tendrán el cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón, el mecanismo, flotador y asiento de acero inoxidable y el obturador de goma sintética. Asimismo resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.
- Vasos de expansión. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.7. Pueden ser abiertos o cerrados. El material y tratamiento del vaso será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo. Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados en todas sus juntas, y reforzados. Tendrán una salida de rebosamiento. En caso de vasos de expansión cerrados, no se aislara térmicamente la tubería de conexión.
- Válvulas. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.6. Podrán ser válvulas de esfera, de asiento, de resorte, etc. Según CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.5, para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno.
- Sistema de drenaje: Se evitará su congelación, dentro de lo posible.
- Material aislante: Fibra de vidrio, pinturas asfálticas, chapa de aluminio, etc. - Sistema de energía auxiliar
- Para complementar la contribución solar con la energía necesaria para cubrir la demanda prevista en caso de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.
- Sistema eléctrico y de control. Cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y con lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.10.
- Fluido de trabajo o portador
- Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.1, podrá utilizarse agua desmineralizada o con aditivos, según las condiciones climatológicas. pH a 20 °C entre 5 y 9. El contenido en sales se ajustará a lo especificado en el CTE.
- Sistema de protección contra heladas: Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.2.

- Dispositivos de protección contra sobrecalentamientos: Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.3.1. PLIEGO DE CONDICIONES 58
- Productos auxiliares: Líquido anticongelante, pintura antioxidante, etc.
- Sistemas solares prefabricados
- Equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos.
- Materiales de la instalación.
  - o Soportarán la máxima temperatura y presiones que puedan alcanzarse.
  - o En general, se realizará la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, comprobando que coincide lo suministrado en obra con lo indicado en el proyecto.
- Sistema solares prefabricados. El fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje y la instalación, e instrucciones de operación para el usuario.
- Sistemas solares a medida
  - o Deberá estar disponible la documentación técnica completa del sistema, instrucciones de montaje, funcionamiento y mantenimiento, así como recomendaciones de servicio.
  - o Asimismo se realizará el control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
- Sistema de captación
  - o El captador deberá poseer la certificación emitida por organismo competente o por un laboratorio de ensayos (según RD 891/1980 y la Orden de 28 julio de 1980).
  - o Norma a la que se acoge o según la cual está fabricado.
- Documentación del fabricante. Debe contener instrucciones de instalación, de uso y mantenimiento en el idioma del país de la instalación.
- 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. Check-list para el instalador. 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.
- Etiquetado Fabricante, tipo de instalación, número de serie, año, superficie de absorción, volumen de fluido, presión de diseño, presión admisible, potencia eléctrica.

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 tener especial precaución en la protección de equipos y materiales que puedan estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos. 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.

#### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra.

Características técnicas de cada unidad de obra:

a. Condiciones previas.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño. Durante el montaje, se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

b. Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos.

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HE 4 apartado 3.2.2, se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico. Cuando sea imprescindible usar en un mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y con el fluido de trabajo. No se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado para permitir elevaciones de la temperatura por encima de 60°C. Cuando el material aislante de la 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 se terminará con pintura asfáltica.

## Proceso de ejecución

### a. Ejecución.

En general, se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C, deberá estar protegido contra heladas.

- Sistema de captación. 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. Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura. 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.
- Conexionado.
  - o 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. Se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, conectadas entre sí en paralelo, en serie ó en serieparalelo. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Además se instalará una válvula de seguridad por cada fila. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo, cuyo número tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Si la instalación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m<sup>2</sup> en la zona climática III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas IV y V.



- 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 conexicionados 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.
- Estructura soporte. 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. Permitirá las dilataciones térmicas, sin transferir cargas a los captadores o al circuito hidráulico. Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, área de apoyo y posición relativa, para evitar flexiones en el captador. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores. En caso de instalaciones integradas que constituyan la cubierta del edificio, cumplirán las exigencias de seguridad estructural y estanqueidad indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.
- Sistema de acumulación solar.
  - Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.1, el sistema de acumulación solar estará constituido preferentemente por un solo depósito de configuración vertical, ubicado en zonas interiores, aunque podrá dividirse en dos o más depósitos conectados entre sí. Se ubicará un termómetro de fácil lectura para controlar los niveles térmicos y prevenir la legionelosis. Para un volumen mayor de 2 m<sup>3</sup>, se instalarán sistemas de corte de flujos al exterior no intencionados.
  - Los acumuladores se ubicarán preferentemente en zonas interiores. Si los depósitos se sitúan por encima de la batería de captadores se favorece la circulación natural. 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. Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, estos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o

en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrado. La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

- Sistema de intercambio.
  - o Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.4, en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.
  - o El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último.
- Aislamiento.
  - o El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. 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. 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. 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.
- Circuito hidráulico.
  - o Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.2, las conexiones de entrada y salida se situarán evitando caminos preferentes de circulación del fluido. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador, se realizará 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 captadores se realizará por la parte inferior de éste. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

- Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.2, la longitud de tuberías del circuito hidráulico será tan corta como sea posible, evitando los codos y pérdidas de carga. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tuberías de intemperie serán protegidas de forma continua contra las acciones climatológicas con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.
  - En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. En el trazado del circuito deberán evitarse, en lo posible, los sifones invertidos. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.
- Tuberías.
- La longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. 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 se instalarán lo más próximas posibles a paramentos, 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.
  - 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. En ningún caso se permitirán soldaduras en tuberías galvanizadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre. Durante el montaje de las tuberías se evitara en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

- Bombas.
  - o Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, con el eje de rotación en posición horizontal. En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas iguales en paralelo. En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la indicada en el apartado citado.
  - o Siempre que sea posible las bombas se montaran en las zonas más frías del circuito. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres.
  - o En instalaciones de piscinas la disposición de los elementos será: el filtro deberá colocarse siempre entre bomba y los captadores y el sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores.
- Vasos de expansión.
  - o Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba, a una altura tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario

- En caso de vaso de expansión abierto, la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero no será inferior a 3 cm. El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado.
- Purga de aire.
  - Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.5, se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.
  - Se colocaran sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de batería de captadores y en todos los puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. Las líneas de purga deberán estar colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los botellines de purga estarán en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles. Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

b. Condiciones de terminación.

Al final de la obra, se deberá limpiar perfectamente todos los equipos, cuadros eléctricos, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado. Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

### Control de ejecución, ensayos y pruebas

a. Control de ejecución.

Durante la ejecución se controlará que todos los elementos de la instalación se instalen correctamente, de acuerdo con el proyecto, con la normativa y con las instrucciones expuestas anteriormente.

b. Ensayos y pruebas.

- Las 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.

#### Conservación y mantenimiento.

Durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que este pueda prolongarse, se procederá a taponar los captadores. Si se utiliza manta térmica para evitar pérdidas nocturnas en piscinas, se tendrá en cuenta la posibilidad de que proliferen microorganismos en ella, por lo que se deberá limpiar periódicamente.

#### Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio:

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

### III. CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

#### 4.11. CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

##### 4.11.1. Código Técnico de la edificación

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

##### Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto.

Este control comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1;
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2;
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

##### Control de la documentación de los suministros.

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

### Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

### Control de recepción mediante ensayos.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El 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 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la



mencionada PLIEGO DE CONDICIONES 71 Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

#### 4.11.2. Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

##### Control de la documentación de los suministros.

Se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al mercado CE:

- Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:
  - o Sobre el producto, o
  - o En una etiqueta adherida al producto, o
  - o En el embalaje del producto, o
  - o En una etiqueta adherida al embalaje del producto, o
  - o En la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).
- Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del mercado CE.
- Se comprobará la documentación que debe acompañar al mercado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:

- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del mercado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

- En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del mercado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

#### 4.11.3. Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

#### Control de la documentación de los suministros.

Se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:

- Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.

- Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.
- En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

#### Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

- Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.
- Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

#### Control de recepción mediante ensayos

- Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas

armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

#### **4.12. RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MERCADO CE**

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el mercado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (\*), que son los productos para los que se amplía la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

#### **4.13. INSTALACIÓN DE GAS**

##### 4.13.1. Juntas elastoméricas. Materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados

Mercado CE obligatorio desde 1 de diciembre de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 682:2002. Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales de juntas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

#### 4.13.2. Sistemas de detección de fugas

Marcado CE obligatorio desde 1 de marzo de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 13160- 1:2003. Sistemas de detección de fugas. Parte 1: Principios generales. Sistema de evaluación de la conformidad: ¾.

### **4.14. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

#### Conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-4:2005. Parte 4: Requisitos y métodos de ensayo para los conjuntos de válvulas de los contenedores de alta presión y sus actuadores. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### Válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-5:2007. Parte 5: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO<sub>2</sub>. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### Dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO<sub>2</sub>

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-6:2007. Parte 6: Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO<sub>2</sub>. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### Difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>

Marcado CE obligatorio desde el 1 de noviembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-7:2001/A1:2005. Parte 7: Requisitos y métodos de ensayo para difusores para sistemas de CO<sub>2</sub>. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

#### Conectores

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de mayo de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-8:2007. Parte 8: Requisitos y métodos de ensayo para conectores. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### Detectores especiales de incendios

Mercado CE obligatorio desde el 1 de septiembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 12094-9:2003. Parte 9: Requisitos y métodos de ensayo para detectores especiales de incendios. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### Presostatos y manómetros

Mercado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 12094- 10:2004. Parte 10: Requisitos y métodos de ensayo para presostatos y manómetros. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

### Válvulas de retención y válvulas antirretorno

Mercado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 12094- 13:2001/AC:2002. Parte 13: Requisitos y métodos de ensayo para válvulas de retención y válvulas antirretorno. Sistema de evaluación de la conformidad: 1.

## **ANEJO I: Relación de Normativa Técnica de aplicación en los proyectos y en la ejecución de obras.**

En este apartado se incluye una relación no exhaustiva de la normativa técnica de aplicación a la redacción de proyectos y a la ejecución de obras de edificación. Esta relación se ha estructurado en dos partes en correspondencia con la organización del presente Pliego: Parte I. Unidades de obra y Parte II. Productos. A su vez la relación de normativa de Unidades de obra se subdivide en normativa de carácter general, normativa de cimentación y estructuras y normativa de instalaciones.

## I. NORMATIVA DE UNIDADES DE OBRA

Ordenación de la edificación. Ley 38/1999, de 5-NOV, de la Jefatura del Estado. BOE. 6-11- 99.

Real Decreto 314/2006. 17/03/2006. Ministerio de la Vivienda. Código Técnico de la Edificación. BOE 28/03/2006.

Orden 09/06/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre el Libro de Órdenes y Asistencias en obras de edificación. BOE 17/06/1971.

Decreto 462/1971. 11/03/1971. Ministerio de la Vivienda. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación. BOE 24/03/1971.  
\*Desarrollada por Orden 9-6-1971.

Orden 19/05/1970. Ministerio de la Vivienda. Libro de Órdenes y Visitas en Viviendas de Protección Oficial. BOE 26/05/1970.

Real Decreto 865/2003. 04/07/2003. Ministerio de Sanidad y Consumo. Establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE 18/07/2003.

Orden 15/03/1963. Ministerio de la Gobernación. Instrucciones complementarias al Reglamento Regulador de Industrias Molestas, Insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto 2414/1961. BOE 02/04/1963.

Decreto 2414/1961. 30/11/1961. Presidencia de Gobierno. Reglamento de Industrias molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. BOE 07/12/1961.

Real Decreto 505/2007. 20/04/2007. Ministerio de la Presidencia. Aprueba las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. BOE 11/05/2007.

Real Decreto 556/1989. 19/05/1989. Ministerio de Obras Públicas. Medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. BOE 23/05/1989.

Real Decreto 1513/2005. 16/12/2005. Ministerio de la Presidencia. Desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17/12/2005.



Sentencia 19/01/2004. Consejo Superior de los Colegios de España. Confirma el informe “Comentarios sobre el aislamiento acústico en edificación”, según la NBE-CA-88, elaborado por el Consejo Superior y el CAT del COA Vasco-Navarro.

Ley 37/2003. 17/11/2003. Jefatura del Estado. Ley del Ruido. \*Desarrollada por Real Decreto 1513/2005. BOE 18/11/2003.

Contaminación acústica. Real Decreto 1513/2005, de 16 diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. BOE 17-12-05.

Orden 29/09/1988. Ministerio de Obras Públicas. NBE-CA-88. Modifica la NBE-CA-82, sobre condiciones acústicas en los edificios. BOE 08/10/1988.

Norma Básica de la edificación “NBE-CA-88” condiciones acústicas de los edificios.

Orden de 29-09-88, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo BOE. 8-10-88

Aprobada inicialmente bajo la denominación de:

Norma “NBE-CA-81” sobre condiciones acústicas de los edificios.

Real Decreto 1909/1981, de 24-07, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE.: 7- 09-81.

Modificada pasando a denominarse Norma “NBE-CA-82” sobre condiciones acústicas de los edificios.

Real Decreto 2115/1982, de 12-08, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. BOE 3- 09-82.

## II. NORMATIVA DE INSTALACIONES

Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua.

BOE 236. 02.10.74. Orden de 28 de julio de 1974 del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.

BOE 237. 03.10.74.

BOE 260. 30.10.74. Corrección de errores.

Contadores de agua fría. BOE 55. 06.03.89. Orden de 28 de diciembre de 1988 del Mº de Obras Públicas y Urbanismo. Contadores de agua caliente. BOE 25. 30.01.89. Orden de 30 de diciembre de 1988, del Mº de Obras Públicas y Urbanismo.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Ministerio de la Presidencia. BOE 21-2-03. Corrección de errores BOE 4-3-03 (incorporada en el texto de la disposición). (Deroga el Real Decreto 1138/1990, de 14 de septiembre).

BOE 230. 25.09.98. Resolución de 10 de septiembre de 1998, del Mº de Industria y Energía.

Especificaciones técnicas del punto de terminación de red de la red telefónica conmutada y los requisitos mínimos de conexión de las instalaciones privadas de abonado. Real Decreto 2304/1994, de 2 de diciembre, del Mº de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. BOE 305. 22.12.94.

Orden ITC/71/2007. 22/01/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Modifica el anexo de la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de paneles solares. BOE 26/01/2007.

Real Decreto 1218/2002. 22/11/2002. Ministerio de la Presidencia. Modifica el R.D. 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios. BOE 03/12/2002.

Real Decreto 1751/1998. 31/07/1998. Ministerio de la Presidencia. RITE. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios e Instrucciones Técnicas Complementarias- ITE.

Instalaciones térmicas no industriales. Ventilación y evacuación de humos, chimeneas. Climatización de piscinas. BOE 05/08/1998.

Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles. Decreto 2913/1973, de 26 de octubre, del Mº de Industria. BOE 21-11-73.

Complementación del Art. 27º. BOE 21 -5-75.

Modificación AP 5.4. BOE 20-2- 84.

Reglamentos de Aparatos a Presión. Real Decreto 1244/1979, de 4 de Abril, del Mº de Industria y Energía BOE 29 -5-79. Corrección de errores. BOE 28-6-79. Modificación. BOE 12-3- 82.

Modificación. BOE 28-11-90.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP- 2, referente a tuberías para fluidos relativos a calderas Orden de 6 de octubre del Mº de Industria y Energía. BOE 4 -11-80.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-1, referente a calderas. Orden de 17 de marzo del Mº de Industria y Energía. BOE 8 -4-81. Corrección de errores. BOE 22 -12-81.

Modificación. BOE 13 -4-85

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-12, referente a calderas de agua caliente. Orden de 31 de mayo del Mº de Industria y Energía. BOE 20 -6-85.

Corrección de errores BOE 12 -8-85.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-11, referente a aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente. Orden de 31 de mayo del Mº de Industria y Energía. BOE 21 -6-85.

Corrección de errores. BOE 13 -8-85.

Declaración de obligado cumplimiento de las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el Mº de Industria y Energía. Real Decreto 2643/1985 de 18 de diciembre, del Mº de Industria y Energía. BOE 24 -1-86.

Corrección de errores BOE 14 -2- 86.

Modificación Art. 4º y 5º. BOE 28 -5-87.

Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible. Real Decreto 494/1988, de 20 de mayo, del Mº de Industria y Energía BOE 25 -5-88. Corrección de errores BOE 21 -7-88.

Instrucciones técnicas complementarias del Reglamento de Aparatos que Utilizan Gas como Combustible. Orden de 7 de junio de 1988 del Mº de Industria y Energía BOE 20 -6- 88.

Modificación MIE-AG 1, 2. BOE 29 -11-88.

Publicación ITC-MIE-AG10, 15, 16, 18 y 20. BOE 27 -12-88

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-17, referente a instalaciones de tratamiento y almacenamiento de aire comprimido. Orden de 28 de junio del Mº de Industria y Energía. BOE 8 -7-88.

Corrección de errores BOE 4 -10-88.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-13, referente a intercambiadores de calor de placas. Orden de 11 de octubre del Mº de Industria y Energía. BOE 21 -10-88.

Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas sobre aparatos de Gas. Real Decreto 1428/1992, de 27 de Noviembre, del Mº de Industria, Comercio y Turismo. BOE 5 -12-92.

Corrección de errores BOE 23-1-93 y BOE 27-1-93.

Modificación. BOE 27-3-98

Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles. Orden de 17-12-85, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 9-01- 86.

Corrección errores: 26-04-86

Reglamento sobre instalaciones de almacenamiento de gases licuados del petróleo (GLP) en depósitos fijos. Orden de 29-01-86, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 22-02-86.

Corrección errores: 10-06-86

Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones "MIG". Orden de 18-11-74, del Ministerio de Industria. BOE 6-12-74. Modificado por:

Modificación de los puntos 5.1 y 6.1 del reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones "MIG".

Orden de 26-10-83, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 8-11-83.

Corrección errores: 23-07-84

Modificación de las Instrucciones técnicas complementarias ITC-MIG-5.1, 5.2, 5.5 y 6.2. del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. Orden de 6-07-84, del Ministerio de Industria y Energía. BOE. 23-07-84.

Modificación del apartado 3.2.1. de la Instrucción técnica complementaria ITC-MIG 5.1. Orden de 9-03-94, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 21-03-94.

Modificación de la Instrucción técnica complementaria ITC- MIG-R 7.1. y ITC-MIG-R 7.2. del Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. Orden de 29-05-98, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 11-06-98.

Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización.

BOE 99. 25.04.81. Orden de 9 de abril de 1981, del Mº de Industria y Energía.

BOE 55. 05.03.82. Prórroga de plazo.

Especificaciones de las exigencias técnicas que deben cumplir los sistemas solares para agua caliente y climatización.

BOE 99. 25.04.81. Orden de 9 de abril de 1981, del Mº de Industria y Energía.

BOE 55. 05.03.82. Prórroga de plazo.

Combustibles gaseosos. Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ICG 01 a 11. BOE 4-9-06. (Deroga, entre otros, el Decreto 1853/1993, de 22 de octubre, Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales).

Normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5-NOV, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo. Orden, de 16-04-98, del Ministerio de Industria y Energía. BOE 28-04-98.

Real Decreto 2267/2004. 03/12/2004. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE 17/12/2004.

### III. NORMATIVA DE PRODUCTOS

Real Decreto 442/2007. 03/04/2007. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Deroga diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales. BOE 01/05/2007.

Real Decreto 2699/1985. 27/12/1985. Ministerio de Industria y Energía. Declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los perfiles extruidos de aluminio y sus aleaciones y su homologación por el Ministerio Industria y Energía. BOE 22/02/1986.

Orden 08/05/1984. Presidencia de Gobierno. Normas para utilización de espumas de urea-formol usadas como aislantes en la edificación, y su homologación. BOE 11/05/1984. Modificada por Orden 28/2/89.

ITC-MIE-AP 5: extintores de incendios.

BOE. 149. 23.06.82. Orden de 31 de mayo de 1982, del Mº de Industria y Energía.

BOE. 266. 07.11.83. Modificación de los artículos 2º, 9º y 10º.

BOE. 147. 20.06.85. Modificación de los artículos 1º, 4º, 5º, 7º, 9º y 10º. BOE. 285. 28.11.89. Modificación de los artículos 4º, 5º, 7º y 9º.

BOE. 101. 28.04.98. Modificación de los artículos 2º, 4º, 5º, 8º, 14º y otros.

BOE. 134. 05.06.98. Corrección de errores.

Real Decreto 1314/1997. 01/08/1997. Ministerio de Industria y Energía. Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. BOE 30/09/1997.

Realizado por:

Eduardo Lanz Recari  
Pamplona, Febrero de 2013



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA  
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CALOR PARA EDIFICIO  
DE PISCINA CLIMATIZADA Y VESTUARIOS

PRESUPUESTO

Eduardo Lanz Recari

Francisco Javier Sorbet

Pamplona, Febrero de 2013



## ÍNDICE

5.1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES.....	3
5.2. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	17

## 5.1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>C012#</b>		<b>INSTALACION SOLAR</b>			
CPAN01	Ud	Ud. de colector solar plano marca VIESSMANN modelo VITOSOL 200-T w3, incluso manguitos necesarios VIESSMANN de interconexión entre colectores, tapones finales, pieza en T portasondas, revestimientos de conexiones hidráulicas, accesorios de fijación, pequeño material, elementos de transporte, transporte y mano de obra de colocación y pruebas.	34,00	992,74	33.753,16
CPAN10	Ud	Ud. de juego de accesorios para fijación de colectores, marca VIESSMANN, para montaje de colectores solares VITOSOL 100 sobre cubiertas inclinadas con recubrimiento de chapa, incluso accesorios, pequeño material, elementos de anclaje y mano de obra de colocación y pruebas.	49,00	125,75	6.161,75
CPAN20	L	Litro de medio portador de calor "Tyfocor-LS" en mezcla preparada hasta -28°C marca VIESSMANN, incluso p/p de ejecución de llenado y purga de la instalación.	378,00	4,96	1.874,88
CACS07	Ud	Ud. de intercambiador rápido a placas de acero inoxidable marca SEDICAL con placa UFP mod. UFP-32/18H-C-PN10, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación.	1,00	585,20	585,20
CACS08	Ud	Ud. de intercambiador rápido a placas de acero inoxidable marca SEDICAL con placa UFP mod. UFP-34/42H-C-PN10, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación.	1,00	1.136,09	1.136,09
CTUB6701	M.	M.l. de tubería de cobre rígido D20/22 estirado en frío según UNE 37141 Y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios Tes y codos, soportes y material de soldadura , y mano de obra de instalación y pruebas.	35,00	9,90	346,50

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CTUB6901	M.	M.I. de tubería de cobre rígido D33/35 estirado en frío según UNE 37141 Y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios Tes y codos, soportes y material de soldadura , y mano de obra de instalación y pruebas.	78,00	12,08	942,24
CCAL57	ml	M. I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo SOLAR de 32 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante chapa de aluminio en intemperie, totalmente colocado, para tubería de 20/22".	35,00	31,78	1.112,30
CCAL58	ml	M. I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo SOLAR de 32 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante chapa de aluminio en intemperie, totalmente colocado, para tubería de 26/28.	16,00	35,10	561,60
CCAL59	ml	M. I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo SOLAR de 32 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante chapa de aluminio en intemperie, totalmente colocado, para tubería de 33/35".	78,00	38,22	2.981,16
CPIS083	Ud	Ud. de instalación de manguito de conexión, en acero inoxidable flexible calorifugado con coquilla K-FLEX SOLAR de 32 mm de espesor, en tubo de impulsión y retorno de colectores, diametro 20/22, incluyendo accesorios a compresión, material diverso y mano de obra de colocación y pruebas.	12,00	21,12	253,44
CK20CL	Ud	Ud. de valvula de equilibrado marca SEDICAL modelo K-FLOW KSV20, para 187 l/h, para soldar a tubería de cobre, para 10-95 kPa, incluso accesorios de conexión, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	123,00	123,00
CK20CL1	Ud	Ud. de valvula de equilibrado marca SEDICAL modelo K-FLOW KSV20, para 225 l/h, para soldar a tubería de cobre, para 10-95 kPa, incluso accesorios de conexión, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	123,00	123,00

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CLLB4	Ud	Ud. de valvula de esfera en AMETAL, Marca TOUR&ANDERSSON modelo TA 60 FPL PN16, para 170°C y PN16, con uniones para soldar, DN22, incluso accesorios de conexión, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	6,00	65,65	393,90
CSUE071	Ud	Ud. de purgador automatico en Latón, especial para Sistemas Solares, marca VIESSMANN, incluso accesorios de fijación, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	6,00	51,42	308,52
COCI08	m2	Ud. de bancada de hormigon de 0.15 m. de espesor, para soporte de colectores solares en cubierta, de dimensiones 103 x 32, incluso encofrado, medios auxiliares y mano de obra de instalación y pruebas.	49,00	16,52	809,48
<b>Total capítulo C012#</b>					<b>52.119,18</b>

**C03# ELEMENTOS SALAS DE MAQUINAS**

CVEX77	Ud	Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana para una presion de trabajo de 7 bar, especial para instalación Solar, marca SEDICAL, mod. S 25, de 25 litros de Capacidad , incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación.	1,00	109,00	109,00
CVEX761	Ud	Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana para una presion de trabajo de 4 bar, para presión estática de 4 bar, marca SEDICAL mod. S 50 de 50 litros de capacidad, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación, mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	266,00	266,00
CVEX762	Ud	Ud. de vaso de expansion cerrado de membrana para una presion de trabajo de 10 bar, para presión estática de 8 bar, marca SEDICAL mod. DT5 600 - DN 50 de 600 litros de capacidad, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación, mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	2.919,00	2.919,00

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CACS7	Ud	Ud. de intercambiador rapido a placas de acero inoxidable marca SEDICAL con placa ULTRA FLEX mod. UFP 54/22 L - C1-PN10, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación.	1,00	1.307,59	1.307,59
BRE3203	Ud	Ud. de bomba recirculadora centrifuga de rotor seco, marca SEDICAL modelo SIP 32/105,1-0,65/K, con rodete de bronce, para 90°C y PN16, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	2,00	806,00	1.612,00
BRE3205	Ud	Ud. de bomba recirculadora centrifuga de rotor seco en línea y caudal variable con motor trifásico, marca SEDICAL mod. SAP 25/8 T, con cuerpo y rodete en bronce, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	2,00	461,00	922,00
CLLE01	Ud	Ud. de sistema de llenado compuesto por un deposito de fibrocemento URALITA de 200 litros, un grupo electrobomba centrifugo ELIAS mod. ES90 M, una válvula de esfera de 3/4", un dispositivo de llenado VIESSMANN, una bomba de llenado manual VIESSMANN, tubería necesaria en cobre Rígido UNE 37141 con soldadura fuerte y dos válvulas de esfera de 1" PN10 , incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	350,00	350,00
CACS8	Ud	Ud. de intercambiador rápido a placas de acero inoxidable marca SEDICAL con placa UFP mod. UFP-31/40H, incluso accesorios y pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas	1,00	1.025,00	1.025,00
CACS41	Ud	Ud. de depósito acumulador de agua caliente sanitaria, construido en chapa galvanizada, calorifugado, con recubrimiento interior VITROLASTIC, para 8 Kp/cm2, con boca de hombre, marca LAPESA, mod. MV-2000-RB de 2000 litros de capacidad, incluso accesorios y pequeño material para conexión a todas las tomas hidráulicas y sondas, protección catódica permanente CORREX-UP totalmente instalada, cableada y en funcionamiento, mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	2.750,00	11.000,00

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CVAC05	Ud	Ud. de instalación de separador de gases marca SEDICAL modelo SPIROVENT AIRE, de 1 1/4", en acero AISI 316 para PN10 Y 180°C, incluso accesorios de conexión, filtro, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	425,00	425,00
CTUB773	m.	M.I. de tubería de acero inoxidable marca MANNESMAN con marca de control DVGW N 011 según DIN 17455, con uniones mediante PRESSFITTINGS de acero inoxidable con marca de control DVGW U 110/111/112/113, incluso accesorios y soportes de diámetro 22 mm, para Ejecución de Red Secundario ACS SOLAR.	3,00	21,32	63,96
CTUB7732	m.	M.I. de tubería de acero inoxidable marca MANNESMAN con marca de control DVGW N 011 según DIN 17455, con uniones mediante PRESSFITTINGS de acero inoxidable con marca de control DVGW U 110/111/112/113, incluso accesorios y soportes de diámetro 42 mm, para Ejecución de Red Secundario ACS SOLAR.	10,00	38,77	387,70
CTUB7733	m.	M.I. de tubería de acero inoxidable marca MANNESMAN con marca de control DVGW N 011 según DIN 17455, con uniones mediante PRESSFITTINGS de acero inoxidable con marca de control DVGW U 110/111/112/113, incluso accesorios y soportes de diámetro 54 mm, para Ejecución de Red Secundario ACS en Sala de Calderas.	60,00	49,75	2.985,00
CTUB7735	m.	M.I. de tubería de acero inoxidable marca MANNESMAN con marca de control DVGW N 011 según DIN 17455, con uniones mediante PRESSFITTINGS de acero inoxidable con marca de control DVGW U 110/111/112/113, incluso accesorios y soportes de diámetro 78 mm, para Ejecución de Red Secundario PISCINA cercana a intercambiador.	6,00	75,60	453,60
FTUB00126	ml	Ud. de canalización con tubería de polietileno reticulado, UNE 53-381 serie 3.2 de 63 mm de di metro, en red general de distribución de agua, incluso p.p. de piezas especiales, accesorios abrazaderas, soportes, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	30,00	27,26	817,80

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CCAL581	ml	M. 1. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 20 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 1".	3,00	3,07	9,21
CCAL60	ml	M. 1. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 30 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 1 1/2".	10,00	7,42	74,20
CCAL61	ml	M. 1. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 30 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 2".	60,00	8,40	504,00
CCAL47	ml	3. 1. de calorifugado a base de coquilla flexible de polietileno marca ARMSTRONG mod. TUBOLIT ref 976 de 9 mm. de espesor, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de 2 1/2".	35,00	2,90	101,50
CCAL63	ml	M. 1. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 30 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 3".	6,00	10,74	64,44
CLLB5	Ud	Ud. de válvula de esfera en AMETAL, Marca TOUR&ANDERSSON modelo TA 60 PN16, para 170°C y PN16, con uniones para soldar, DN35, para seccionamientos primario solar, incluso accesorios de conexión, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	7,00	65,65	459,55
CLLB00004	Ud	Ud. de válvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 1", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	2,00	8,11	16,22

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CLLB00007	Ud	Ud. de válvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 2", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	10,00	26,68	266,80
CLLB00009	Ud	Ud. de válvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 3", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	2,00	99,62	199,24
CVRD00005B	Ud	Ud. de válvula de retención de disco con muelle, cuerpo de latón prensado y disco de acero inoxidable, marca GESTRADISCO mod. RK 71, PN16, incluso bridas planas, espárragos y tuercas, DN40 (1 1/2"), pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	1,00	98,10	98,10
CVRD00006	Ud	Ud. de válvula de retención de disco con muelle, cuerpo de latón prensado y disco de acero inoxidable, marca GESTRADISCO mod. RK 71, incluso bridas planas, espárragos y tuercas, DN50 (2"), pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	1,00	114,22	114,22
CVRD00008	Ud	Ud. de válvula de retención de disco con muelle, cuerpo de latón prensado y disco de acero inoxidable, marca GESTRADISCO mod. RK 71, incluso bridas planas, espárragos y tuercas, DN80 (3"), pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	1,00	231,32	231,32
CVRM00004	Ud	Ud. de válvula de retención roscada y cierre mediante embolo con muelle de acero inoxidable PN10 de 1" , incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas	1,00	3,56	3,56
CLLP00014	Ud	Ud. de válvula de regulación con toma de manómetros, marca SEDICAL modelo HYCOCON de 1 1/2", incluso accesorios de conexión, calorifugado, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	93,11	93,11
CLLP17	Ud	Ud. de válvula de regulación con toma de manómetros, marca SEDICAL modelo HYDROCONTROL de 2", incluso accesorios de conexión, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	315,00	315,00



Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CVTU41	Ud	Ud. de manómetro en caja estanca con baño de glicerina, construido en caja de latón estampado D63, escala 10 Kg/cm <sup>2</sup> , marca MARTINMARTEN, incluso llave de corte, acoplamiento en rabo de cerdo, accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.	6,00	25,90	155,40
CVTU51	Ud	Ud. de termómetro bimetalico de inmersión de esfera con sonda rígida, escala 0-120 grados centígrados, D-80x100 mm. Incluso vaina, accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.	16,00	16,02	256,32
CVAC21	Ud	Ud. de purga en puntos altos de red general de circuitos de caldera, formado por válvula de esfera de 3/8", tubería de hierro negro de 3/8", pote de recogida de aire y parte proporcional de colector de purgas y conducción a desagüe, incluso accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	50,64	202,56
CVAC311	Ud	Ud. de punto de vaciado en circuitos de caldera formado por llave de esfera de 1 1/4" y tubería de hierro negro de 1 1/4" para conducirlo a desagüe, incluso accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	53,45	53,45
COCI9	m2	Ud. de bancada de hormigón de 0.10 m. de espesor, para soporte de elementos de sistema solar e intercambiadores en sótano, incluso encofrado, medios auxiliares y mano de obra de instalación y pruebas.	16,00	16,52	264,32
<b>Total capítulo C03#</b>					<b>30.382,95</b>

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>C07#</b>		<b>CONTROL AUTOMÁTICO</b>			
REG11111	Ud	Ud. de Instalación de Control Automático sistema EXCEL 50, para control de la instalación solar y renovación de vasos de piscina. Materiales: 1 Centralita sistema EXCEL 50 MCR-50 Compatible con Bus LON. 1 Convertidor MCSX41 Convertidor MCX41 Transformador CRT-6.3 Sondas de Inmersión VF20T.1 Sonda de Presión 691.102 Válvulas motorizadas de 2 vías V 5011R1067 PN16 ML64204 Válvulas motorizadas de 2 vías V 5011R1075 PN16 ML64201 Contador de calorías con conexión LON SUPERSTATIC DN20 para caudal nominal 1m <sup>3</sup> /h2 Contadores de calorías con conexión LON SUPERSTATIC DN25 para caudal nominal 3,5m <sup>3</sup> /h1 Contador de calorías con conexión LON SUPERSTATIC DN25 para caudal nominal 6 m <sup>3</sup> /h1 Contador de calorías con conexión LON SUPERSTATIC DN50 para caudal nominal 15m <sup>3</sup> /h Ingeniería y Programación de la Centralita, Formación y Documentación sobre el Software y Puesta en marcha de la instalación.	1,00	9.995,00	9.995,00
CIE10201	Ud	Ud. de ejecución de instalación eléctrica completa para montaje y conexionado de elementos de campo, actuadores, elementos de protección y maniobra, y módulos de centralita del sistema de control SEDICAL MCR50, incluso conductores apropiados, protección en intemperie, Conexionado de Bus entre Centralita MCR500, MCR50 y contadores de calorías, accesorios y pequeño material necesario, totalmente comprobado y en funcionamiento.	1,00	725,00	725,00
CREG60001	Ud	Ud. de Interruptor horario digital, con programación diaria y semanal, con 150h. de reserva de marcha, con dos salidas, marca GRÄSSLIN modelo TALENTO 372, para temporización de renovaciones de vasos, incluso accesorios para conexión, montaje en carril y mano de obra de colocación y pruebas.	3,00	123,00	369,00
CCIE0212	Ud	Ud. de regulación de caudales de circuitos hidráulicos a los valores de proyecto.	1,00	330,00	330,00
<b>Total capítulo C07#</b>					<b>11.419,00</b>

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>C010#</b>		<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
EM100	Ud	Ud. de interruptor magnetotérmico de 20 A IV, MERLIN GERIN mod. C 60 H, ref. 25218. Curva D, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	73,70	73,70
CIE648	Ud	Ud. disyuntor magnetotérmico marca TELEMECANICA mod. GV2-M* con bloque de dos contactos auxiliares "NA" y uno "NC", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	41,37	455,07
EM211	Ud	Ud. de bloque diferencial II de 30 mA Vigi, para interruptor automático magnetotérmico MERLIN GERIN mod. C60H-IV-20A.	1,00	79,52	79,52
CIE601	Ud	Ud. de contactor marca TELEMECANICA mod. LC1-D0910 M5, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	21,72	238,92
CCIE660	Ud	Ud. de conmutador de 16 A y tres posiciones para carril DIN, marca MERLIN GERIN mod. 15103, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	11,08	121,88
EM056	Ud	Ud. de interruptor magnetotérmico de 15 A IV, MERLIN GERIN mod. C 60 H, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	46,23	46,23
EM087	Ud	Ud. de interruptor magnetotérmico de 10 A II, MERLIN GERIN mod. C 60 H, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	2,00	27,04	54,08
CIE681	Ud	Ud. de piloto de señalización (neón verde) TELEMECANICA mod. XB2-BV6/ZB2-BV03/T10x28, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	7,04	77,44
CIE682	Ud	Ud. de piloto de señalización (neón rojo) TELEMECANICA mod. XB2-BV6/ZB2-BV04/T10x28, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	7,04	77,44

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CIE591	Ud	Ud. de pulsador de seta marca TELEMECANICA, D-40 mm., con un contacto "NA" color rojo mod. XB2-MC41, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	7,46	7,46
CIE971	Ud	Ud. de enchufe II+TT de 16 A, con toma de tierra lateral, METRON mod. SHUTIP BE-2Z, empotrado en armario, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	11,44	11,44
CIE972	Ud	Ud. de enchufe III+N+TT de 16 A, METRON mod. CETAC CA 43z, empotrado en armario, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	14,37	14,37
CCIE01211	Ud	Ud. de línea para alimentación de Centralita con conductores de 2.5 mm <sup>2</sup> bajo tubo de acero rígido roscado, incluso cajas de registro, accesorios y material diverso, y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	36,06	36,06
CIE013	Ud	Ud. de línea para alimentación de sonda con conductores de 1.5 mm <sup>2</sup> bajo tubo de acero rígido roscado en sala de calderas y de PVC rígido en el resto, incluso cajas de registro accesorios y material diverso, mano de obra de colocación y pruebas.	3,00	75,13	225,39
CCIE008	Ud	Ud. de línea para alimentación de pulsador de seta con conductores de 1.5 mm <sup>2</sup> bajo tubo de acero rígido roscado, incluso cajas de registro, accesorios y material diverso, mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	25,54	25,54
CCIE001	Ud	Ud. de línea para alimentación de bomba recirculadora con conductores de 2.5 mm <sup>2</sup> bajo tubo de acero rígido roscado, incluso cajas de registro, accesorios y material diverso, mano de obra de colocación y pruebas.	11,00	37,56	413,16
CREG9220	Ud	Ud. de bus de interconexión entre Centralitas y Contajes de calor., Sistema EXCEL 500, incluso accesorios, material diverso, canalizaciones y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	155,00	155,00

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CIE7341	Ud	Ud. de Cuadro Eléctrico en poliéster, IP55, de dimensiones necesarias para contener elementos de fuerza, mando, centralita y terminal de operador, incluso cableado, placa de montaje, accesorios y material diverso, mano de obra de colocación y pruebas.. Para Instalar en Sótano bajo Piscina.	1,00	875,00	875,00

---

**Total capítulo C010#**
**2.987,70**
**C013# RECUPERACION DE CALOR PISCINAS**

BRE3203	Ud	Ud. de bomba recirculadora centrifuga de rotor seco, marca SEDICAL modelo SAP 25/125-0,25/K, con rodete de bronce, para 90°C y PN16, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	612,00	2.448,00
BRE3204	Ud	Ud. de bomba recirculadora centrifuga de rotor seco, marca SEDICAL modelo SIM 80/190,1-0,55/K, con rodete de bronce, para 90°C y PN16, incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	1,00	1.535,00	1.535,00
FPIS071	ml	M.I. de canalización con tubería de PVC PN 10 AT según UNE 53.112 DN 32 mm , incluso p.p. de piezas especiales, accesorios, abrazaderas, uniones y/o transiciones entre diferentes conducciones, soportes, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	60,00	12,32	739,20
CLLB00006	Ud	Ud. de válvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 1 1/2", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	2,00	17,55	35,10
CLLB00005	Ud	Ud. de válvula de esfera de bronce, paso total, con bola de latón cromoduro y asiento de teflón PN10 de 1 1/4", incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	12,14	48,56

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
FTUB00124	ml	Ud. de canalización con tubería de polietileno reticulado, UNE 53-381 serie 3.2 de 40 mm de di metro, en red general de distribución de agua, incluso p.p. de piezas especiales, accesorios, abrazaderas, uniones y/o transiciones entre diferentes conducciones, soportes, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	40,00	17,41	696,40
FTUB00122	ml	Ud. de canalización con tubería de polietileno reticulado, UNE 53-381 serie 5 de 25 mm de di metro, en red general de distribución de agua, incluso p.p. de piezas especiales, accesorios, abrazaderas, uniones y/o transiciones entre diferentes conducciones, soportes, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	20,00	8,38	167,60
CLLP00015	Ud	Ud. de válvula de regulación con toma de manómetros, marca SEDICAL modelo HYCOCON de 1 1/4", incluso accesorios de conexión, calorifugado, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	99,72	398,88
CLLP00014	Ud	Ud. de válvula de regulación con toma de manómetros, marca SEDICAL modelo HYCOCON de 1 1/2", incluso accesorios de conexión, calorifugado, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	2,00	93,11	186,22
CVTU51	Ud	Ud. de termómetro bimetalico de inmersión de esfera con sonda rígida, escala 0-120 grados centígrados, D-80x100 mm. Incluso vaina, accesorios, pequeño material necesario para su instalación y mano de obra de colocación y pruebas.	12,00	16,02	192,24
CCAL64	ml	M. I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 13 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 1 1/2".	10,00	3,42	34,20

Código	Uds.	Descripción	Medición	Precio	Importe
CCAL582	ml	M. l. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 13 mm. de espesor, incluso material diverso necesario y acabado mediante cinta especial, totalmente colocado, para tubería de 1".	3,00	2,07	6,21
CCAL583	m2	M2 de calorifugado a base de manta flexible adhesiva de espuma elastomérica, marca KFLEX modelo ST de 13 mm. de espesor para 1", para ejecución de calorifugado final de intercambiadores de calor de recuperación de vasos de piscina.	3,00	18,50	55,50
<b>Total capítulo C013#</b>					<b>6.543,11</b>

## 5.2. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN PRESUPUESTO	IMPORTE	%
C012#	TOTAL INSTALACIÓN SOLAR	52.119,18	50,4
C03#	TOTAL ELEMENTOS SALAS DE MAQUINAS	30.382,95	29,4
C07#	TOTAL CONTROL AUTOMÁTICO	11.419,00	11
C010#	TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA	2.987,70	2,88
C013#	TOTAL RECUPERACIÓN DE CALOR PISCINAS	6.543,11	6,32
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>103.451,94</b>	
	5,00 % Gastos generales	5.172,59	
	10,00 % Beneficio industrial	10.345,19	
		<b>SUMA DE G.G. Y B.I.</b>	<b>15.517,78</b>
	21,00 % I.V.A.	20647,64	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>118969,72</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>118969,72</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO DIECIOCHO MIL NOVECIENTAS SESENTA Y NUEVE con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.



Realizado por:

Eduardo Lanz Recari

Pamplona, Febrero de 2013