

# MEMORIA DESCRIPTIVA

Índice;

1. Antecedentes
2. Descripción del edificio
3. Instalación energía solar térmica.
  - 3.1 Normativa.
  - 3.2 Datos de partida.
  - 3.3 Determinación de la superficie de colectores y el volumen de acumulación.
  - 3.4 Esquema de principio
  - 3.5 Elementos de la instalación
    - 3.5.1 Sistema de captación.
    - 3.5.2 Sistema de acumulación.
    - 3.5.3 Sistema de intercambio.
    - 3.5.4 Circuito hidráulico.
    - 3.5.5 Energía auxiliar.
    - 3.5.6 Sistema de control
  - 3.6 Operaciones de mantenimiento
    - 3.6.1 Plan de vigilancia.
    - 3.6.2 Plan de mantenimiento.
4. Instalación de energía auxiliar
  - 4.1 Descripción del sistema auxiliar
  - 4.2 Sistema de generación térmica
  - 4.3 Sistema de acumulación
  - 4.4 Sistema de intercambio.
  - 4.5 Chimenea de evacuación de humos
  - 4.6 Sala de calderas.
  - 4.7 Circuito hidráulico.
  - 4.8 Sistema de control
5. Distribución de agua caliente sanitaria
  - 5.1 Descripción
  - 5.2 Circuito hidráulico de impulsión de acs.
  - 5.3 Circuito hidráulico de retorno de acs.
  - 5.4 Desinfección anti-legionela
  - 5.5 Mantenimiento de la red de acs.
- 6 Instalación de climatización.
  - 6.1 Normativa
  - 6.2 Generalidades.
  - 6.3 Descripción del edificio
  - 6.4 Condiciones para Proyecto
  - 6.5 Balance térmico de los recintos.
  - 6.6 Sistema de instalación de climatización seleccionado.
    - 6.6.1 Enfriadora
    - 6.6.2 Unidades interiores
  - 6.7 Tuberías frigoríficas.
  - 6.8 Distribución de aire
    - 6.8.1. Distribución de aire interior
    - 6.8.2. Distribución del aire exterior.

- 6.9 Sistema de control
  - 6.9.1 Maquinaria de ventilación
  - 6.9.2 Fan-coils
  - 6.9.3 Enfriadora.
- 6.10 Operaciones de mantenimiento.
- 6.11 Cumplimiento del R.I.T.E.

## **1. ANTECEDENTES.**

El presente proyecto tiene por objeto el cálculo y diseño de las instalaciones de agua caliente sanitaria, solar y climatización de un edificio destinado a un gimnasio propiedad de una entidad privada.

El edificio se encuentra situado en el término municipal de Medina Sidonia, en la provincia de Cádiz.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.**

El edificio consta de planta baja, planta primera, planta segunda y cubierta. En el centro del mismo tendremos un patio interior sin techar.

La planta baja esta formada por la entrada principal al edificio y un parking superficial para 18 automóviles.

Si subimos la rampa de entrada al edificio, llegaremos a la primera planta. En ella encontraremos;

- En el centro; la recepción junto con la sala de espera y la oficina de administración.
- En el ala oeste del edificio; la sala de pilates, sala de spinning, sala de gimnasia y Kick Boxing y la sala de descanso de los instructores.
- En el ala este del edificio; la cafetería, guardería, departamento de nutrición y los aseos femeninos y masculinos.

La 2ª planta está formada por el gimnasio (que engloba casi toda la planta), la sala de masajes, la sala de máquinas y los vestuarios femeninos y masculinos con sus respectivos aseos. En la parte oeste de esta planta, tendremos una azotea accesible solo por el personal de mantenimiento.

Por último, tenemos como parte más alta del edificio una cubierta transitable. En ella, se ubicará la enfriadora y paneles solares. Se accederá a través de azotea de la segunda planta mediante una escalera de peldaños acoplados a la pared.

## **3. INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.**

### **3.1 Normativa.**

Esta memoria ha sido redactada y los cálculos realizados en estricto cumplimiento de la normativa vigente en la fecha en que se produce la redacción, pasando a continuación a citar todas aquellas a que nos referimos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1207/2007 de 20 de Julio, y normas UNE a las que hace referencia.

- Código Técnico de la Edificación y sus documentos básicos en especial el DB HE Ahorro de energía, sección HE 4 y DB HS Salubridad, sección HS 4.
- Pliego de condiciones técnicas en instalaciones de baja temperatura.
- Manual de Energía Solar Térmica, Junta de Andalucía.
- Texto refundido de las especificaciones Técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente y las modificaciones de aplicación en el programa Prosol.

### 3.2 Datos de partida.

- Datos geográficos y climatológicos.

El edificio se encuentra en el municipio de Medina Sidonia (Cádiz), en dicho municipio se consideran los siguientes datos:

- Latitud: 36,5 °
- Altitud: 305 m
- Humedad Relativa Media: 56%
- Temperatura máxima en verano: 37,4° C
- Temperatura mínima histórica: -3° C

Mensualmente los datos que vamos a considerar para los cálculos son los siguientes:

	Tª. media ambiente (°C)	Tª. agua fría (°C)	Horas de sol al día
ENERO	13	8	8
FEBRERO	15	9	9
MARZO	17	11	9
ABRIL	19	13	9,5
MAYO	21	14	9,5
JUNIO	24	15	9,5
JULIO	27	16	9,5
AGOSTO	27	15	9,5
SEPTIEMBRE	25	14	9
OCTUBRE	22	13	9
NOVIEMBRE	18	11	8
DICIEMBRE	15	8	7,5

- Consumo de ACS.

Según se indica en el Anexo 1 de Cálculo Energía Solar Térmica, se ha considerado, de acuerdo con la propiedad, que aproximadamente 85 personas consumen agua caliente sanitaria.

De acuerdo valores unitarios proporcionados por el Código Técnico de la Edificación (HE 4-4), tenemos para una demanda de consumo de agua caliente sanitaria a 45° C en un gimnasio, que aprox. son 30 l/día, por tanto;

$$85 \text{ personas} \times 30 \text{ l} / \text{día} = 2550 \text{ l} / \text{día}$$

Así mismo debemos considerar también un consumo en la cafetería, en los cuales será necesario llevar a cabo la limpieza del material de cocina que por sus dimensiones no es posible realizar en el lavaplatos industrial, tales como vasos, platos etc. En total se ha considerado un consumo extra de 290 litros/día a 45 °C, lo cual supone un total de;

$$2550 \text{ l} / \text{día} + 290 \text{ l} / \text{día} = 2840 \text{ l} / \text{día}$$

Debido a que no se puede estimar un consumo por periodos de tiempo, se ha considerado una ocupación un consumo medio de 2840 l/día durante todo el año.

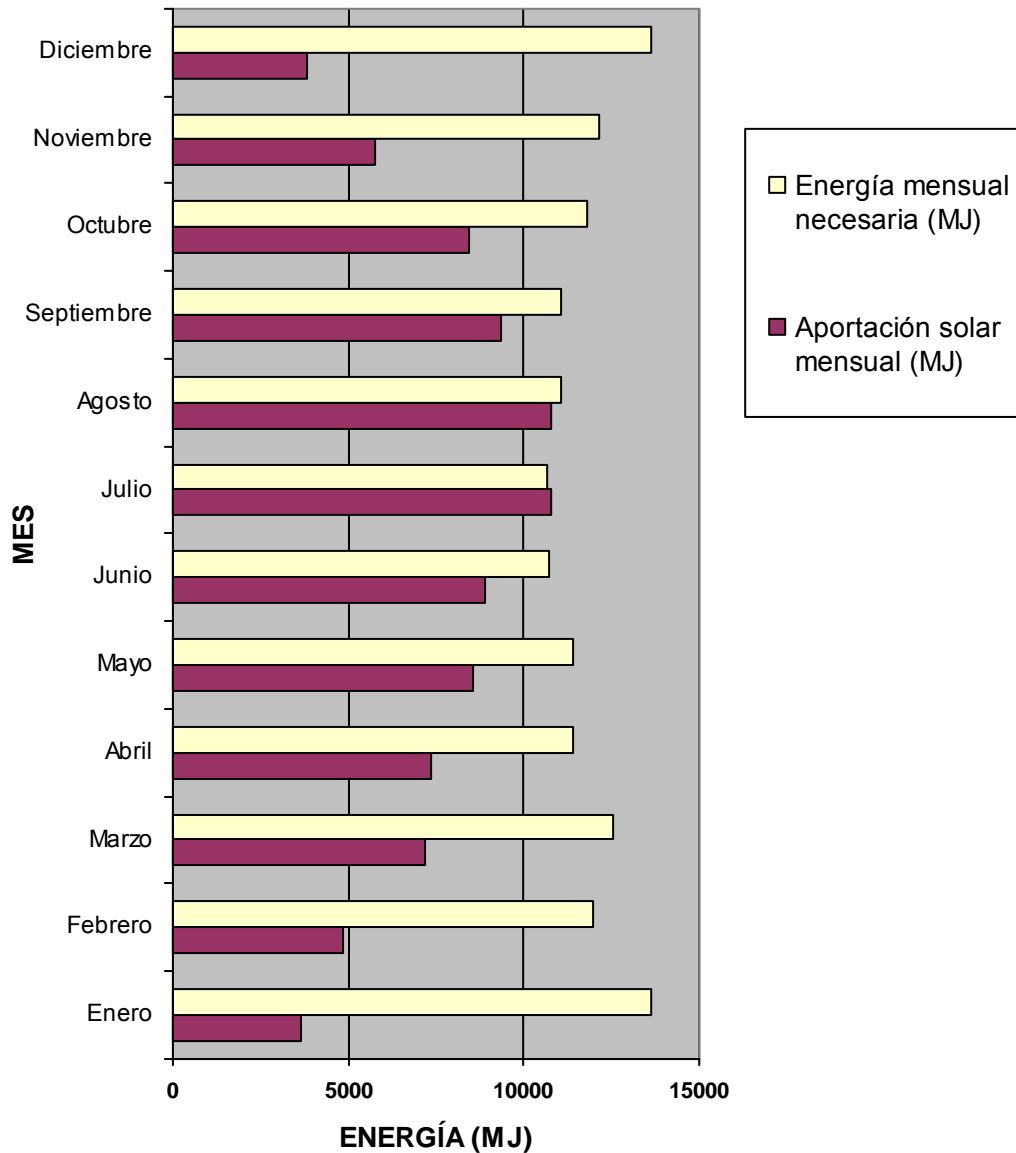
### **3.3 Determinación de la superficie de colectores y el volumen de acumulación.**

El método de cálculo utilizado está expresado en la memoria de cálculos Justificativos. Se ha usado el método que utiliza el Centro de Estudios de la Energía Solar (CENSOLAR), para calcular instalaciones de ACS mediante energía solar térmica.

El dimensionado se ha realizado considerando los colectores solares orientados al sur e inclinados 45° con respecto a la horizontal. El método de cálculo proporciona las previsiones de aportaciones mensuales de energía solar para las necesidades previstas. Para definir la superficie de captadores se ha utilizado el criterio de máximo aprovechamiento de la superficie disponible.

De acuerdo con este criterio resulta una superficie de captación de 29.76 m<sup>2</sup> en 12 colectores, que aportará el 65% de la demanda total de energía térmica.

## RELACIÓN APORTACIÓN SOLAR Y ENERGÍA NECESARIA MENSUALMENTE



Se fija una capacidad de acumulación de 2500 litros, que corresponde a una relación de almacenamiento de 84.03 litros por metro cuadrado de colector solar. Con ello se cumple todas las reglamentaciones:

- Manual de la Junta de Andalucía nos recomienda que el volumen de acumulación cumpla:  $60 \leq V/A \leq 100$ .
- CTE nos obliga a que el volumen de acumulación sea:  $50 < V/A < 180$ .
- SODEAN nos recomienda que el volumen sea:  $0.8 \cdot M \leq V \leq 1.2 \cdot M$ .

Donde:

- M = Consumo medio diario en l/d = 2840 l/d

- A = Suma total del área de los colectores en m<sup>2</sup> = 29.76 m<sup>2</sup>
- V = Volumen total de acumulación en litros

Por esto, el volumen de acumulación deberá estar comprendido entre;

- J. Andalucía;  $1785.6 \leq V \leq 2976$
- CTE;  $1488 \leq V \leq 5356.8$
- SODEAN;  $2272 \leq V \leq 3408$

### 3.4 Esquema de principio

De acuerdo con el dimensionado básico anteriormente realizado, se elige una instalación por circulación forzada con intercambiador de calor independiente y un solo depósito acumulador;

- Forzada; de acuerdo CTE HE 4-9 “En instalaciones que cuenten con más de 10 m<sup>2</sup> de captación correspondiendo a un solo circuito primario, éste será de circulación forzada”.
- Intercambiador exterior; recomendación del Manual de la Junta de Andalucía, para instalaciones con acumulación grandes de acs.
- Un solo depósito acumulador; recomendación del CTE HE 4-12, “Preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.”.

En el siguiente esquema podemos ver una instalación por circulación forzada con intercambiador de calor independiente y un solo depósito acumulador.

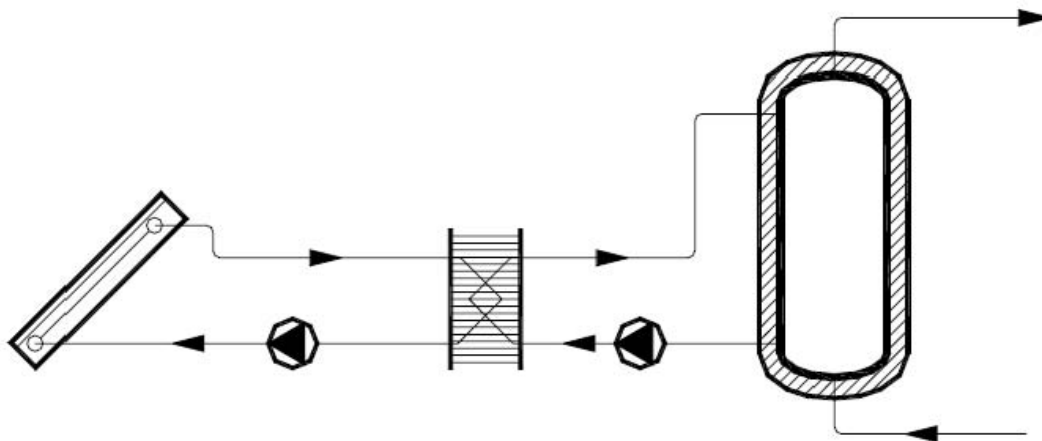


FIG. 5 CIRCULACION FORZADA CON INTERCAMBIADOR DE CALOR INDEPENDIENTE

En el esquema de principio de energía solar térmica, que se adjunta, se han representado, además, los elementos hidráulicos auxiliares que incorpora la instalación.

El sistema de aporte de energía auxiliar, para las horas de déficit de energía solar, se realizará en un depósito acumulador secundario independiente de

1000 lts de capacidad, con producción térmica centralizada mediante caldera con quemador de gas natural.

El depósito acumulador secundario, aunque se puede independizar del acumulador solar, irá conectado de modo que pueda existir una recirculación entre ellos siempre y cuando la temperatura del acumulador solar sea mayor que la del acumulador secundario.

### **3.5 Elementos de la instalación**

La instalación estará constituida por los siguientes sistemas que en los apartados posteriores se describen:

- Sistema de captación.
- Sistema de acumulación.
- Sistema de intercambio.
- Circuito hidráulico.
- Sistema de energía auxiliar mediante calderas.
- Sistema eléctrico de control.

#### **3.5.1 Sistema de captación.**

El sistema de captación es el formado por los colectores o captadores solar, sus elementos de sujeción y demás accesorios.

Un captador solar tiene como objetivo transformar la radiación solar incidente en energía térmica mediante el aumento de temperatura del fluido que circula a través del mismo. Existen diversos tipos y diseños de captadores, con costes y rendimientos diferentes y que se pueden emplear en distintas aplicaciones. Actualmente el más utilizado, tanto en aplicaciones de producción de agua caliente sanitaria como en usos industriales, es el captador solar plano de los cuales hay muchas variantes.

El sistema de captación de la instalación estará constituido por 12 colectores planos homologados con absorbedor de cobre con tratamiento selectivo y con cubierta de vidrio templado, de la marca STIEBEL ELTRON mod. SOL 25 PLUS.

Quedarán fijamente orientados al sur e inclinados 45° con respecto a la horizontal. Se ubicarán en zona prevista a tal fin sobre la cubierta. Se prevén válvulas de corte a la entrada y salida, así como purgadores de aire, válvula de seguridad y vaciado.

La estructura soporte de los colectores será suministrada por el fabricante, estando constituida por perfiles de acero galvanizado ensamblados en obra mediante tornillos y pestañas de montaje y acoplamiento.

Los colectores irán conectados en paralelo entre sí. Además para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores, se dispondrá de un sistema de retorno invertido.



### 3.5.2 Sistema de acumulación.

En una instalación solar, el acumulador se encarga de almacenar la energía térmica generada por los captadores solares. Al existir frecuentes desfases temporales entre los periodos de radiación solar y los periodos en los que tiene lugar el consumo de energía térmica, la utilización de acumuladores resulta imprescindible en las instalaciones solares térmicas.

El sistema de acumulación de acs estará constituido por un deposito acumuladora de 2500 l de capacidad, de la marca LAPESA mod. MASTER INOX serie MXV-2500. Son depósitos acumuladores fabricados en acero inoxidable, aislados con espuma rígida de poliuretano de 80 mm de espesor y que trabajan a una temperatura máxima de 90 °C y una presión máxima de 8 bares. Dotado de ánodo de magnesio para protección anticorrosión y de conexiones para los circuitos secundario y de recirculación, vaciado, purga y sonda termométrica y de termorregulación. El circuito secundario llevará instalado un termómetro de control. Dispondrá de brida de registro de diámetro suficiente para las labores de limpieza y mantenimiento.

Este depósito se colocaran verticalmente, de forma que se favorezca la estratificación, y además conectado en serie sobre el deposito acumulador secundario.

### 3.5.3 Sistema de intercambio.

El intercambiador es el encargado de la transferencia de calor entre fluidos que, separados por una pared sólida, se encuentran a diferentes temperaturas. Mediante el uso del intercambiador se consigue que el calor se transfiera sin que se mezclen ambos fluidos.

Según el Texto refundido de las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente del programa Prosol, en el apartado 13.7 los intercambiadores se dimensionarán de tal forma que con la temperatura de entrada al primario de 50°C la temperatura de la salida del secundario no será inferior a 45°C.

Los datos para su cálculo son;

- Potencia mínima (CTE HE 4-13);  $P = 500 \times 2.48 \times 12 = 14880 \text{ W}$ .
- Fluido caliente: Propilenglicol (20 %)
- Fluido frío: Agua
- Caudal del circuito caliente: 1488 l/h
- Tª entrada circuito caliente: 50° C
- Tª salida circuito caliente: 35° C
- Tª entrada circuito frío: 30° C
- Tª salida circuito frío: 45° C

Para estas especificaciones Sedical recomienda el intercambiador de placas externo, de placas de acero inoxidable AISI 316 y de alta eficiencia, SEDICAL UFP-34 /19 H-C-PN10, con una potencia de intercambio de 25.5 kW.

### **3.5.4 Circuito hidráulico.**

La interconexión de todos los sistemas citados se realizará con el correspondiente circuito hidráulico constituido por el trazado de tuberías, con recubrimiento aislante para todos los circuitos, bombas de circulación, vaso de expansión, sistemas de purga, llenado, valvulería y accesorios.

- Tuberías

La elección de los materiales para tuberías y de las técnicas de unión depende claramente de las temperaturas y presiones de trabajo, así como del modo de flujo y del tipo de fluido de trabajo.

Los requisitos necesarios para las tuberías del circuito primario son los siguientes;

- Resistencia a temperaturas de hasta 150°C en cualquier parte del circuito, y hasta un valor máximo igual a la temperatura de estancamiento cerca de los captadores.
- Compatibilidad con el fluido de trabajo.
- Material con un coeficiente de dilatación pequeño y técnicas de montaje fáciles, a fin de compensar las dilataciones térmicas dentro del rango de temperaturas (entre -20°C y 150°C).
- Estabilidad de las uniones de tubos bajo condiciones térmicas y cargas mecánicas debido a la dilatación térmica (no se recomienda la soldadura blanda).

Las tuberías del circuito primario y secundario van a ser de cobre, por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo.

Para llevar a cabo la unión de los tubos de cobre, se recomienda tanto el uso de accesorios de soldadura como accesorios de compresión, o de unión a presión con juntas especiales, aptas para soportar las temperaturas elevadas que pueden aparecer en la instalación.

No se empleará la soldadura blanda para la unión de tuberías de cobre para el circuito primario, ya que, el empleo de la soldadura blanda se limita a las instalaciones en las cuales la temperatura máxima de servicio no supere los 120°C.

Se intercalarán dilatadores para compensación de las correspondientes dilataciones en caso de ser necesario, que serán del tipo lira en recorridos de gran longitud o tipo soportes deslizantes. Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, se preverán los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar de solicitaciones a aquellos.

Las tuberías irán colocadas sobre soportes metálicos resistentes. En los cambios de dirección no se fijarán las tuberías para permitir su movimiento libremente.

En el circuito secundario, que circulara agua destina al consumo, los criterios básicos que deben las tuberías son:

- Deberán ser resistentes a la corrosión y estables con el tiempo en sus propiedades físicas.
- No alterarán ninguna de las características del agua (olor, sabor, etc.).
- No se utilizarán tuberías de sustancias plásticas para el agua caliente, salvo que estén fabricadas y dimensionadas para soportar la temperatura del fluido.
- La presión de trabajo no será inferior a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

La instalación de tuberías será aérea, perfectamente accesibles y estarán convenientemente aisladas térmicamente con coquilla de espuma elastomérica tipo HT/ARMAFLEX S (para tuberías que discurren por el exterior) y HT/ARMAFLEX (para tuberías que discurren por el interior del edificio). Como espesores mínimos se emplearán los establecidos según el RITE, siendo;

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

- Bomba de Circulación

Una bomba de circulación es el dispositivo electromecánico encargado de hacer circular el fluido de trabajo a través del circuito hidráulico de una instalación. Es uno de los componentes principales del circuito hidráulico de una instalación solar de circulación forzada.

Las bombas seleccionadas en función de diferentes parámetros son;

- Circuito primario; Wilo-Star-ST 20/7, especialmente indicada para instalaciones solares. Parámetros de diseño;  
Fluido; propilenglicol.  
Caudal; 1488 l/h.  
Pérdida de carga; 2.3 mcda.
- Circuito secundario; Wilo-Star-ST 25/6, especialmente indicada para instalaciones solares. Parámetros de diseño;  
Fluido; agua.  
Caudal; 1488 l/h.  
Pérdida de carga; 0.924 mcda

- Vaso de expansión;

La función de un vaso de expansión es compensar los cambios del volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica. Sin un vaso de expansión sería imposible evitar el escape del fluido de trabajo en un circuito cerrado a través de la válvula de seguridad, cuando el fluido se calienta.

Para el circuito primario se ha calculado (Anexo de Cálculo Energía Solar Térmica) un vaso de expansión de 50l, como mínimo.

- Sistema de purga.

Los sistemas de purga pueden ser manuales o automáticos, recomendándose su montaje en los puntos más altos de la instalación. Los sistemas manuales están formados normalmente por un botellín de desaireación (encargado de almacenar el aire) y una válvula de corte (normalmente en estado cerrado). En este tipo de sistema es necesario proceder al vaciado del botellín de desaireación mediante la apertura manual de la válvula cada cierto tiempo. Se recomienda su empleo especialmente en los puntos de la instalación donde existe mayor probabilidad de que se genere vapor (salida de captadores).

Los purgadores automáticos permiten la salida al exterior del aire que entra en el interior sin accionamiento manual. Presentan el inconveniente de no diferenciar entre el aire y el vapor formado en la instalación por lo que en caso de formarse vapor también éste es expulsado al exterior. Por este motivo no se aconseja el empleo de purgadores automáticos en aquellos puntos donde hay probabilidad de formarse vapor (salida de los captadores). Se recomienda su utilización en los puntos donde se pueda acumular aire (sifones, etc.) y, especialmente, en conjunción con dispositivos separadores de aire (desaireadores).

- Sistema llenado y vaciado.

El circuito primario, al ser un circuito cerrado, ha de incorporar un sistema de llenado y vaciado que permita la entrada del fluido de trabajo y mantener presurizado el circuito en caso de que se produzcan fugas de fluido. El sistema de llenado y el sistema de vaciado será manual.

Para facilitar la salida al exterior del posible aire acumulado se recomienda realizar el llenado del circuito por la parte inferior del mismo, de igual manera que, el vaciado de una instalación solar normalmente se instalan en los puntos más bajos de las tuberías de drenaje a través de las cuales se puede realizar el vaciado mediante la apertura de una válvula de corte colocada en esa tubería.

- Valvulería.

#### - Válvula de corte

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones, empleándose para independizar partes de la instalación con objeto de aislar componentes y facilitar las operaciones de mantenimiento, reparación o sustitución de estos. También forman parte de determinados sistemas de purga de aire y se utilizan en los sistemas de llenado y/o vaciado.

En la instalación solar las válvulas de corte empleadas serán del tipo válvulas de bola, por ser de accionamiento muy rápido e introducir poca pérdida de carga en la instalación cuando están en posición abierta.

#### - Válvula de seguridad

Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En nuestro caso los puntos más delicados son el campo de colectores y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos.

Las válvulas de seguridad serán para una presión de trabajo de 6 bar.

#### - Válvulas antirretorno

Son las encargadas de permitir el paso del fluido en un sentido e impedirlo en el contrario.

Se instalarán válvulas antirretorno, de tipo claveta, en la impulsión de las bombas.

- Fluido de trabajo.

En el circuito secundario de abastecimiento se utilizará el agua de red, que cumplirá con todas las normas para su utilización.

Para el circuito primario del sistema solar y teniendo en cuenta que en la zona donde se encuentra la instalación tiene un mínimo histórico de  $-3^{\circ}\text{C}$ , y basándonos en las Especificaciones Técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares térmicas del programa Prosol de Sodean, la instalación estará protegida con un producto no tóxico, cuyo valor específico no sea inferior a  $0,72 \text{ Kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$ . Además la temperatura de congelación se fijará  $5^{\circ}\text{C}$  por debajo de la temperatura mínima registrada. La proporción de anticongelante

de las mezclas de propilenglicol y agua no será inferior al 10%. La salinidad será menor de 500 mg/l, el contenido de sales de calcio no excederá los 200 mg/l expresados como carbonatos cálcicos y el límite de dióxido de carbono contenido en el agua no excederá los 50 mg/l. Para ello, se utilizará agua desmineralizada mezclada con anticongelantes (20%), y estos estarán perfectamente mezclados y no se degradarán ni se separarán los componentes de la mezcla.

Como sistema de protección contra las heladas, aparte del empleo de anticongelante, se prevé la utilización de la puesta en marcha de las bombas de los circuitos primarios y secundarios cuando la temperatura exterior se aproxime a la temperatura mínima local registrada, teniendo en cuenta que la temperatura de congelación de la mezcla agua-anticongelante se fijara 5°C por debajo de dicha temperatura mínima.

### **3.5.5 Energía auxiliar.**

Se prevé la utilización un sistema de energía auxiliar para complementar la instalación solar en los periodos de baja radiación solar o de alto consumo. Este sistema se describe en el apartado posterior.

### **3.5.6 Sistema de control**

La regulación solar y del sistema de energía auxiliar se llevará a cabo mediante la centralita de DELTA SOL M., con control sobre todos los parámetros de regulación y actuación del sistema: válvula mezcladora, bombas, caldera, etc.

La estrategia de funcionamiento es la siguiente:

#### Arranque de la bomba del circuito primario

-Si el sensor solar es mayor que el umbral y la sonda de temperatura que hay en los colectores marca 7° C más que la temperatura a la salida del intercambiador de placas.

#### Parada de la bomba del circuito primario

-Si el sensor solar es menor que el umbral que se haya establecido.  
-Si la temperatura en los colectores es menos o igual de 4° C superior a la de la salida del intercambiador entonces la bomba de circulación se desconectará.  
-Sí la temperatura en el deposito solar es mayor de 80° C entonces la bomba del primario se desconecta.

#### Bomba del circuito secundario

-Si la temperatura a la salida del intercambiador en el secundario es 5° C mayor que la del acumulador entonces la bomba arranca.  
-Sí la temperatura de la salida del intercambiador es menos o igual 2° C superior a la del deposito de acumulación entonces la bomba de circulación se detiene.

#### Circulación desde acumulador solar al acumulador auxiliar

- Si la temperatura en el deposito solar es 5° C superior a la del acumulador secundario y además no hay consumo (detector de flujo) entonces arranca la bomba de circulación entre estos circuitos.
- Si la temperatura del acumulador solar es menos de 3° C superior a la del auxiliar o hay consumo entonces la bomba se desconecta.
- Si la temperatura del acumulador solar es menor a 55° C entonces la bomba se desconecta.
- Sí la temperatura del acumulador auxiliar es mayor de 65° C entonces la bomba de circulación se desconectan.

#### Bomba de recirculación.

- Si hay caudal (detector de flujo) la bomba se detiene
- Si el detector de flujo detecta que no hay caudal entonces la bomba de recirculación arranca.

#### Bomba del circuito primario auxiliar y secundario auxiliar

- Si la temperatura en el acumulador auxiliar es menor a 55° C entonces arranca las bombas de los circuitos primario auxiliar y secundario auxiliar.
- Si la temperatura en el acumulador auxiliar es mayor a 60° C entonces paran las bombas de los circuitos primario auxiliar y secundario auxiliar.

Para nuestra instalación no habrá que tomar medidas para disipar energía, ya que así lo dice el DB HE Ahorro de Energía HE 4 -2, “en el caso que de algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en mas de 3 meses seguidos el 100% se deberán adoptar una serie de medidas para disipar dichos excedentes”, pero para prevenir posibles sobrecalentamiento puntuales en el meses de verano, la centralita de control dispone de un programa de circulación nocturna para tal fin.

### **3.6 Operaciones de mantenimiento**

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- plan de vigilancia
- plan de mantenimiento preventivo.

#### **3.6.1 Plan de vigilancia.**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla que sigue a continuación:

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
CIRCUITO SECUNDARIO	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

### 3.6.2 Plan de mantenimiento.

1. Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
2. El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.
3. El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.
4. El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles ó desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.
5. A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.



## Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original. IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

\* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

<sup>(1)</sup> IV: Inspección visual

## Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

## Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

## Circuito hidráulico

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

<sup>(2)</sup> CF: control de funcionamiento

## Sistema eléctrico y de control.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

## Sistema de energía auxiliar

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

## 4. INSTALACIÓN DE ENERGÍA AUXILIAR

### 4.1 Descripción del sistema auxiliar

La instalación de producción de A.C.S. auxiliar, o de apoyo a la de producción mediante colectores solares, está formada por caldera dotada de quemador a gas natural, termostato de seguridad, válvula de purga de aire, vaso de expansión, válvula de seguridad y termo-manómetro.

De esta caldera parte un circuito primario de impulsión/retorno que mediante una bomba circuladora sencilla realiza el aporte térmico al agua del circuito secundario por medio de un intercambiador de placas. El circuito secundario, también montando con bomba sencilla, esta conectado (impulsión/retorno) a un acumulador de 1000l de capacidad, del cual parten las tuberías para el abastecimiento del A.C.S. a los puntos de toma.

La caldera proporcionará la energía necesaria para la producción total de agua caliente, de forma totalmente independiente al sistema solar. De esta manera en caso de algún déficit de agua caliente o un fallo en el sistema solar, el sistema de energía auxiliar mediante la caldera, proporcionará total continuidad en el suministro de agua caliente sanitaria. Todo esto dicho anteriormente nos lo indica así el Reglamento de Instalaciones Térmicas en su ITE 10.1.2, y el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 4 apartado 3.3.6.

La caldera, además de su función principal de suministro de agua caliente sanitaria, también tiene una función muy importante que es respecto a la prevención de la propagación de la legionela.

### 4.2 Sistema de generación térmica

El sistema de generación térmica auxiliar o de apoyo está constituido por caldera dotada de quemador a gas natural.

Se ha seleccionado una caldera de baja temperatura a gas de la casa Viessmann mod. Vitogas 200-F 22 kW, con las siguientes características;

- Potencia térmica útil; 22kW.
- Volumen de la caldera; 9.7l.
- Conexión de humos; 130 mm.
- Dimensiones (largo x ancho x alto); 580x760x992 mm.
- Peso total; 124 kg.

Todos los cálculos referentes a la potencia necesaria en la caldera, así como otros datos técnicos de la misma, se encuentran en el Anexo 2 Cálculos Sistema de Energía Auxiliar.

#### **4.3 Sistema de acumulación**

El sistema de acumulación de A.C.S. estará constituido por un depósito acumulador independiente de 1000l de capacidad de la marca LAPESA mod. GEISER INOX serie GX-1000-RB, fabricados en acero inoxidable, aislado térmicamente con espuma de PU inyectado en molde, libre de CFC y acabado exterior con forro acolchado desmontable. Dotado de ánodo de magnesio para protección anticorrosión y de conexiones para el circuito secundario y de recirculación, vaciado, purga y sonda termométrica y de termorregulación. El circuito secundario llevará instalado un termómetro de control. Dispone de brida de registro de diámetro suficiente para las labores de limpieza y mantenimiento.

Este acumulador se abastece de agua proveniente del acumulador solar, la cual estará a la temperatura necesaria de almacenamiento y distribución (60 °C). De no ser así (escasa aportación solar por condiciones atmosféricas), esta temperatura de preparación del agua se conseguiría mediante la instalación de producción de A.C.S. auxiliar o de apoyo con caldera descrita en el presente apartado.

#### **4.4 Sistema de intercambio.**

La transferencia térmica del circuito primario al secundario se hará mediante un intercambiador de calor externo de placas de acero inoxidable AISI 316 y de alta eficiencia, de la marca SEDICAL mod. UFP-32/11H-C-PN10, con las siguientes condiciones nominales de diseño:

- Potencia; 22 kW
- Fluido: Agua
- Caudal del circuito caliente: 1938.7 l/h
- Caudal del circuito frío: 1930.4 l/h
- Tª entrada circuito caliente: 80° C
- Tª salida circuito caliente: 70° C
- Tª entrada circuito frío: 60° C

- Tª salida circuito frío: 70° C

#### 4.5 Chimenea de evacuación de humos

La chimenea tiene la misión de evacuar los gases de combustión procedentes del hogar. Al mismo tiempo, el tiro que produce facilita la entrada de aire necesario para la combustión en el hogar.

El cálculo y dimensionamiento de los conductos que forman la mencionada chimenea se realizarán utilizando las indicaciones incluidas en la Norma UNE 123001, resultando una chimenea de Ø150 mm de diámetro interior (Ø210 mm exterior) constituida por dos cilindros de acero inoxidable tipo AISI 304 engatillados, que encierran una cámara aislante con lana de roca de alta densidad, de espesor mínimo 30 mm, dispuestas para soportar temperaturas hasta 600°C, con módulo final tipo sombrerete.

##### Datos generales

- Potencia del generador: 22 kW
- Combustible: gas natural.
- Para el gas: PCS = 44000 KJ/Nm<sup>3</sup>; PCI = 39600 KJ/Nm<sup>3</sup>; PC = 11.2; PF = 11.9; CO<sub>2max</sub> = 12.1%
- Rendimiento del generador: 93 %
- Contenido CO<sub>2</sub> ≈ 9%.
- Cálculo del exceso de aire, e = 0.313
- Determinación de la temperatura de los humos a la salida del generador. Aproximadamente 235°C.
- Cálculo del caudal másico de los productos de la combustión; m = 0.011 kg/s.
- El hogar de la caldera está en sobrepresión, por lo que la presión de los humos a la salida de la misma es cero.
- Altura de la chimenea: 3 m, ya que debe sobrepasar la cubierta 1 m.
- Temperatura del aire exterior: 15 °C
- Altitud; 305 m.

Los cálculos de aproximación para resolver la chimenea con un tramo horizontal de 150 mm, y un tramo vertical de 150 mm, se han realizado en el Anexo Energía Auxiliar.

La chimenea va a estar formada por un tramo horizontal de 4.5 m y un tramo vertical de 3 m. La caída de presión en toda la chimenea va a ser igual a 3.73 Pa, que es menor que el tiro natural 8.53 Pa.

#### 4.6 Sala de calderas.

Según la ITE 02.7. del R.I.T.E., así como la UNE 100020, por tener la caldera una potencia útil inferior a los 70 KW, el recinto en el cual se encuentra instalada no tendrá consideración de sala de maquinas.

En el recinto destinado albergar la caldera, se asegurará en todo momento una adecuada entrada de aire para la perfecta combustión del combustible en el quemador y para la ventilación general del local.

En el caso que nos ocupa el local tiene paramentos lindando con el exterior, por lo que la ventilación se hará de forma natural, mediante aberturas de área libre mínima de 5 cm<sup>2</sup>/KW de potencia nominal, lo cual supone (la potencia nominal es de 22 KW) una superficie mínima de ventilación de 110,00 cm<sup>2</sup>.

Por tanto, optamos por instalar una persiana circular de toma o expulsión de aire marca KOOLAIR mod. TAC-200 315 mm, con malla antipájaro.

#### **4.7 Circuito hidráulico.**

Dentro de la instalación de producción de A.C.S. se consideran dos circuitos, el PRIMARIO (caldera-intercambiador-caldera), y el SECUNDARIO (acumulador-intercambiador-acumulador, con su correspondiente trazado de tuberías, recubrimiento aislante para todos los circuitos, bombas de circulación, vaso de expansión, llenado, valvulería y accesorios.

- Tuberías

Las tuberías del circuito primario y secundario van a ser de cobre, por tener unas altas prestaciones en cuanto a resistencia a la corrosión, maleabilidad, ductilidad e inocuidad, además de ser económicamente muy competitivo.

Para llevar a cabo la unión de los tubos de cobre, se recomienda tanto el uso de accesorios de soldadura como accesorios de compresión, o de unión a presión con juntas especiales, aptas para soportar las temperaturas elevadas que pueden aparecer en la instalación.

No se empleará la soldadura blanda para la unión de tuberías de cobre para el circuito primario, ya que, el empleo de la soldadura blanda se limita a las instalaciones en las cuales la temperatura máxima de servicio no supere los 120°C.

En el circuito secundario, que circulara agua destina al consumo, los criterios básicos que deben las tuberías son:

- Deberán ser resistentes a la corrosión y estables con el tiempo en sus propiedades físicas.
- No alterarán ninguna de las características del agua (olor, sabor, etc.).
- No se utilizarán tuberías de sustancias plásticas para el agua caliente, salvo que estén fabricadas y dimensionadas para soportar la temperatura del fluido.
- La presión de trabajo no será inferior a 15 Kg/cm<sup>2</sup>.

La instalación de tuberías será aérea, perfectamente accesibles y estarán convenientemente aisladas térmicamente con coquilla de espuma elastomérica

HT/ARMAFLEX. Como espesores mínimos se emplearán los establecidos según el RITE, siendo;

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

- Bomba de Circulación

Las bombas seleccionadas en función de diferentes parámetros son;

- Circuito primario; Wilo TOP-S 25/5. Parámetros de diseño;  
Fluido; agua.  
Caudal; 1938.7 l/h.  
Pérdida de carga; 2.145 mcda.
- Circuito secundario; Wilo-TOP-Z 20/4. Parámetros de diseño;  
Fluido; agua.  
Caudal; 1930.4 l/h.  
Pérdida de carga; 2.124 mcda

- Vaso de expansión;

Para el circuito primario se ha calculado (Anexo de Cálculo Sistema Energía Auxiliar) un vaso de expansión de 5 l, como mínimo.

- Sistema llenado y vaciado.

El circuito primario, al ser un circuito cerrado, ha de incorporar un sistema de llenado y vaciado que permita la entrada del fluido de trabajo y mantener presurizado el circuito en caso de que se produzcan fugas de fluido. El sistema de llenado y el sistema de vaciado será manual.

- Valvulería.

#### - Válvula de corte

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido a través de las conducciones, empleándose para independizar partes de la instalación con objeto de aislar componentes y facilitar las operaciones de mantenimiento, reparación o sustitución de estos. También forman parte de determinados sistemas de purga de aire y se utilizan en los sistemas de llenado y/o vaciado.

En la instalación acs y energía auxiliar las válvulas de corte empleadas serán del tipo válvulas de bola, por ser de accionamiento muy rápido e introducir poca pérdida de carga en la instalación cuando están en posición abierta.

#### - Válvula de seguridad

Su función es la de limitar la presión en el circuito y así proteger los componentes del mismo. En nuestro caso los puntos más delicados son el campo de colectores y el vaso de expansión, por lo que se debe de marcar a una presión inferior a la máxima soportada por los citados elementos.

Las válvulas de seguridad serán para una presión de tarado de 6 bar.

### **4.8 Sistema de control**

La regulación solar y del sistema de energía auxiliar se llevará a cabo mediante la centralita de DELTA SOL M., con control sobre todos los parámetros de regulación y actuación del sistema: válvula mezcladora, bombas, caldera, etc.

La estrategia de funcionamiento es la siguiente:

#### Arranque de la bomba del circuito primario

-Si el sensor solar es mayor que el umbral y la sonda de temperatura que hay en los colectores marca 7° C más que la temperatura a la salida del intercambiador de placas.

#### Parada de la bomba del circuito primario

-Si el sensor solar es menor que el umbral que se haya establecido.  
-Si la temperatura en los colectores es menos o igual de 4° C superior a la de la salida del intercambiador entonces la bomba de circulación se desconectará.  
-Sí la temperatura en el deposito solar es mayor de 80° C entonces la bomba del primario se desconecta.

#### Bomba del circuito secundario

-Si la temperatura a la salida del intercambiador en el secundario es 5° C mayor que la del acumulador entonces la bomba arranca.  
-Sí la temperatura de la salida del intercambiador es menos o igual 2° C superior a la del deposito de acumulación entonces la bomba de circulación se detiene.

#### Circulación desde acumulador solar al acumulador auxiliar

- Si la temperatura en el deposito solar es 5° C superior a la del acumulador secundario y además no hay consumo (detector de flujo) entonces arranca la bomba de circulación entre estos circuitos.
- Si la temperatura del acumulador solar es menos de 3° C superior a la del auxiliar o hay consumo entonces la bomba se desconecta.
- Si la temperatura del acumulador solar es menor a 55° C entonces la bomba se desconecta.
- Sí la temperatura del acumulador auxiliar es mayor de 65° C entonces la bomba de circulación se desconectan.

#### Bomba de recirculación.

- Si hay caudal (detector de flujo) la bomba se detiene
- Si el detector de flujo detecta que no hay caudal entonces la bomba de recirculación arranca.

#### Bomba del circuito primario auxiliar y secundario auxiliar

- Si la temperatura en el acumulador auxiliar es menor a 55° C entonces arranca las bombas de los circuitos primario auxiliar y secundario auxiliar.
- Si la temperatura en el acumulador auxiliar es mayor a 60° C entonces paran las bombas de los circuitos primario auxiliar y secundario auxiliar.

## **5. DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

### **5.1 Descripción**

Por red de distribución interior de A.C.S. se considera la que esta integrada por las tuberías que van desde el acumulador del sistema de energía auxiliar hasta los elementos de consumo de agua caliente (lavabos, duchas, etc.).

### **5.2 Circuito hidráulico de impulsión de acs.**

La descripción de las tuberías se realiza en virtud del CTE y su Documento Básico DB HS 4, estableciendo las siguientes condiciones para las tuberías:

- para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero
- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- deben ser resistentes a la corrosión interior;
- deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;
- no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;
- deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;
- deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;



- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Se utilizarán tuberías de polipropileno PP-R en la instalación interior de ACS y recirculación, con uniones a base de accesorios del mismo material o material diferente con manguitos de acoplamiento específicos y ensamblado a presión por termo soldadura o por soldadura a tope. Entre sus características cabe destacar:

- Apto para uso alimentario, inodoro y atóxico.
- Inalterable a la acción de terrenos agresivos.
- Ligeras, de fácil transporte, manipulación e instalación.
- Pérdidas de carga por rozamiento mínimas.
- No se producen sedimentos ni incrustaciones.
- Mantienen la estanqueidad incluso con asentamiento del terreno.
- Insensibles a la congelación.
- Su elasticidad atenúa los efectos del golpe de ariete.

Estas tuberías irán alojadas en huecos de la construcción o bien sujetas a paredes o techos mediante abrazaderas de fijación, según por donde discurra el tendido, estando perfectamente accesibles para su inspección antes de cubrirlas, así como convenientemente aisladas térmicamente con coquilla de espuma elastomérica tipo AF/ARMAFLEX, de espesor según R.I.T.E.;

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Se intercalarán dilatadores para compensación de las correspondientes dilataciones en caso de ser necesario, que serán del tipo lira en recorridos de gran longitud o tipo soportes deslizantes.

Para evitar que los esfuerzos de dilatación graviten sobre otros aparatos, se preverán los correspondientes puntos fijos en las tuberías con el fin de descargar de solicitaciones a aquellos. Las tuberías irán colocadas sobre soportes metálicos resistentes.

En los cambios de dirección no se fijarán las tuberías para permitir su movimiento libremente.

Los accesorios tendrán la misma calidad, y las válvulas de la instalación serán del tipo bola, estancas interior y exteriormente a una presión de hidráulica igual a 1,5 la de trabajo.

El A.C.S. de alimentación a los puntos de consumo estará en torno a una temperatura de 50°C. Esto se conseguirá mediante el empleo de válvula mezcladora proporcional de tres vías, en la cual se consignara desde la centralita de control la temperatura deseada de distribución, que será de 50°C.

### **5.3 Circuito hidráulico de retorno de acs.**

Según el CTE en su documento Básico DB HS 4 Suministro de agua, tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo mas alejado se igual o mayor que 15 m. De este modo también se cumple la ITE 02.5.3 del RITE. Para el caso de nuestra instalación, el punto mas alejado se encuentra a 19.5 m, por que debemos de dotar a la instalación con un circuito de retorno.

Las prescripciones descritas para el circuito de impulsión serán iguales para el circuito de retorno.

- Bomba de recirculación

Para la determinación de las bombas necesarias en la instalación haremos uso del programa de cálculo de la casa Wilo, por lo que precisaremos conocer los siguientes datos de las mismas:

- Fluido; agua caliente sanitaria.
- Caudal; 273.6 l/h
- Pérdida de carga; 1.1221 mcda.

Además, la bomba debe cumplir el CTE en su Documento Básico HS 4- 8, en el que dice textualmente: “Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”, funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.”

La bomba seleccionada es la Wilo-Stratos ECO-Z 25/1-5 PN10, bomba de alta eficiencia con regulación electrónica, apta la recirculación de circuitos.

## 5.4 Desinfección anti-legionela

La legionela, bacteria que vive en medio acuoso, y sobre todo si esa agua se encuentra en reposo. La más común de todas ellas es la neumófila. Suele encontrarse en depósitos sobredimensionados, aljibes, fuentes, torres de refrigeración, etc. Afecta al ser humano solo y exclusivamente si penetra en el aparato respiratorio.

El rango de temperaturas en el que se mueve es:

- Suele vivir entre 35 y 45° C
- Por debajo de esa temperatura es un durmiente y no afecta.
- Por encima de los 70° C empieza a morir (90% en 2 horas).
- Por encima de los 80° C no sobrevive el 90% en 2 minutos.
- Por encima de los 100° C mueren al instante.

El proceso de desinfección térmica anti-legionela consiste en pasar el agua caliente (+ de 70°C) a través de la válvula mezcladora termostática de tres vías, que este momento permanecerá abierta únicamente para la circulación del agua caliente (cerrada para la de la fría), produciendo un tratamiento de choque térmico de la red, que garantiza que el caudal del agua caliente sea recirculado desde el depósito de almacenamiento a través de todas las tuberías de distribución. Transcurrido el tiempo de tratamiento térmico, la válvula anterior se cerrará y, entonces actuará como válvula mezcladora proporcional de tres vías, que evitara que el agua caliente a alta temperatura se distribuya a las zonas habitadas y pueda producir un accidente.

De acuerdo con la Norma UNE 100-030-20001 con respecto a la prevención de la legionela en las instalaciones de A.C.S., indica que:

- La temperatura de almacenamiento del agua caliente de sistemas centralizados no debe ser menor que 60 °C. Este es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras y la de conseguir la temperatura necesaria para reducir la multiplicación de la bacteria. En los parámetros de diseño del acumulador y de la caldera se exigían estos valores, obteniéndose los mínimos de volumen de acumulación y de potencia calorífica por encima de los cuales se cumplían estas condiciones.
- El sistema de calentamiento debe ser capaz de llevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su desinfección, cuando sea necesario.
- La temperatura del agua de distribución no podrá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno a la entrada del depósito. Esto se cumple, puesto que el circuito de distribución de A.C.S. tiene un circuito de retorno por el que está circulando constantemente agua caliente ayudado por una bomba de recirculación que en todo momento está tomando agua del acumulador a una temperatura de 60°C. De igual forma la existencia de una válvula mezcladora de tres vías facilita el tratamiento térmico de desinfección de la instalación.

- Los depósitos estarán fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima proliferación de la Legionella, y estarán dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para el acoplamiento de una válvula de vaciado. Las superficies interiores han de ser resistentes a la agresividad del agua a 70° C y al cloro, recomendándose el acero inoxidable y algunos revestimientos protectores del acero común.
- Los depósitos acumuladores estarán dotados de conexión para la válvula de vaciado y se situarán de forma que se favorezca las labores de vaciado y limpieza.
- Se recomienda que el intercambiador de calor esté situado fuera del cuerpo del depósito acumulador, con el fin de facilitar las operaciones de limpieza de ambos.

Todas estas medidas de prevención de la legionela quedan justificadas con la descripción que se realiza de los componentes de la instalación: el uso de depósito de acumulación aislado con poliuretano inyectado, tuberías calorifugadas en todo su recorrido y el empleo de un sistema auxiliar de aporte energético consistente en una caldera de gas, capaz de elevar la temperatura del agua a 70 °C cuando sea necesario. Además la configuración de la instalación seleccionada contempla un intercambiador separado del depósito de acumulación.

Todo este proceso será preajustado en el sistema de control DELTA SOL M.

## **5.5 Mantenimiento de la red de acs.**

Según el apartado 7.3 del DB HS-4 del CTE las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Basándose en este Decreto el mantenimiento conlleva tres tipos de actuaciones: revisión de todos los elementos de la red, limpieza y desinfección y las determinaciones físico-químicas que permitan controlar el estado del agua de la red.

La revisión o inspección incluye: revisar todos los elementos de la red (válvulas, tuberías, grifos, duchas, etc.) asegurar su buen estado y correcto funcionamiento, reparando o sustituyendo los defectuosos, los afectados de corrosiones y/o incrustaciones. Se aconseja preventivamente la sustitución sistemática de todos los elementos terminales, que sus dimensiones y montaje lo permitan.

La limpieza y desinfección se deberá realizar sistemáticamente al menos 1 vez al año y cuando se lleven a cabo nuevas instalaciones o ampliaciones, después de cualquier reforma o reparación de la red, o cuando las instalaciones hayan permanecido fuera de uso. Se tendrá en cuenta que una desinfección no será efectiva si no se acompaña de una limpieza exhaustiva.

La desinfección podrá realizarse por vía química, por vía térmica o alternando ambos procedimientos.

La red de acs ha de ser revisada trimestralmente de la siguiente forma:

- Limpieza y desinfección de todos los filtros y posibles sistemas de tratamiento del agua, comprobando que funcionen todas las válvulas de los circuitos y que los desagües no estén obstruidos.
- Inspección visual de la red y, en especial de los intercambiadores y acumuladores.
- Comprobación de la central de regulación de agua caliente sanitaria, actuando sobre todos los termostatos y ajustando, si procede, sus valores de consigna.
- Comprobación del funcionamiento de los motores de las válvulas motorizadas.
- Control de los consumos del agua fría que se incorpora al circuito y de la caliente, así como de la temperatura en las diferentes etapas del proceso de calentamiento.
- La limpieza y desinfección se realizara al menos una vez al año en la instalación completa.

Podrá utilizarse el procedimiento de desinfección con cloro o desinfección térmica.

Con frecuencia trimestral se ha de realizar una revisión general del funcionamiento de las instalaciones, comprobando que no existen fugas ni corrosiones, comprobando el funcionamiento de todos los elementos como termostatos, termómetros, manómetros, etc. de la instalación, incluso buen estado del aislamiento térmico. Se ha de comprobar el funcionamiento correcto de las bombas, siendo conveniente desmontarlas y realizar una limpieza y desinfección a fondo.

## **6. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.**

### **6.1 Normativa**

Esta memoria ha sido redactada y los cálculos realizados en estricto cumplimiento de la normativa vigente en la fecha en que se produce la redacción, pasando a continuación a citar todas aquellas a que nos referimos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1207/2007 de 20 de Julio.
- Todas las Normas UNE de la CEE a las que se hace referencia en las RITE.
- Real Decreto 2177/1996 de 4 de Octubre en el que se aprueba la NBE-CPI/96 sobre condiciones de Protección contra incendios de los Edificios.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por el Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996)

- Código Técnico de la Edificación y sus documentos básicos.

## **6.2 Generalidades.**

El presente estudio tiene por objeto la instalación de equipos para la climatización, de un edificio destinado a un GIMNASIO, situado en el término municipal de Medina Sidonia, en la provincia de Cádiz. Para ello se instalarán equipos con capacidad de refrigeración (verano) y calefacción (invierno).

Teniendo en cuenta las particularidades de uso que la ocupación final del edificio presenta, se garantizará, por medio del presente estudio, que se logran las condiciones de confort y servicio con el máximo aprovechamiento de energía.

La mayor parte de los recintos en los que se pretende controlar las condiciones térmicas, tienen cerramientos acristalados (ventanas) en las fachadas exteriores, por lo que los recintos orientados en las direcciones sur, sur-oeste y sur-este recibirán radiación solar directa.

## **6.3 Descripción del edificio**

El edificio se encuentra ubicado en el término municipal de Medina Sidonia. Consta de planta baja, planta primera, planta segunda y cubierta. En el centro del edificio tendremos un patio interior sin techar.

La planta baja esta formada por la entrada principal al edificio y un parking superficial para 18 automóviles.

Si subimos la rampa de entrada al edificio, llegaremos a la primera planta. En ella encontraremos;

- En el centro; la recepción junto con la sala de espera y la oficina de administración.
- En el ala oeste del edificio; la sala de pilates, sala de spinning, sala de gimnasia y Kick Boxing y la sala de descanso de los instructores.
- En el ala este del edificio; la cafetería, guardería, departamento de nutrición y los aseos femeninos y masculinos.

En la 2ª planta estará formada por el gimnasio (que engloba casi toda la planta), la sala de masajes, la sala de máquinas y los vestuarios femeninos y masculinos con sus respectivos aseos. En la parte oeste de esta planta, tendremos una azotea accesible solo por el personal de mantenimiento.

Por último tendremos como parte más alta del edificio la cubierta transitable. En ella, se ubicará la enfriadora y paneles solares. Se accederá a través de azotea de la segunda planta mediante una escalera de peldaños acoplados a la pared.

El edificio objeto de este proyecto se ha dividido en las zonas térmicas que aparecen resumidas en la tabla siguiente:

Sistema/Zona	Superficie (m²)	Altura (m)	Volumen (m³)	Uso
<b>Planta 1º</b>	-	-	-	-
Spinning	106,3	3,50	372,1	Gimnasios
Gimnasia y Kick Boxing	66,4	3,50	232,4	Gimnasios
Área de Instructores	42,9	3,50	150,2	Reuniones (salas de)
Pilates	75,3	3,50	263,6	Gimnasios
Administración	21,7	3,50	76,0	Oficinas
Recepción	52,6	3,50	184,1	Espera y recepción (salas)
Cafetería	104,4	3,50	365,4	Cafeterías (zona fumadores)
Guardería	31,6	3,50	110,6	Parque infantil
Dept. Nutrición	17,4	3,50	60,9	Oficinas
Pasillo 1º planta	93,0	3,50	325,5	Pasillos
<b>Planta 2º</b>	-	-	-	-
gimnasio	289,8	3,50	1.014,3	Gimnasios
Vestuarios masculino	30,5	3,00	91,5	Vestuarios
Vestuarios femenino	26,0	3,00	78,0	Vestuarios
Masajes	21,6	3,50	75,6	Fisioterapia (salas de)
Pasillo 2ª planta	63,2	3,50	221,2	Pasillos

Algunos recintos, como son los aseos, no serán climatizados porque debido al uso que van a tener y basándose en la ITE 02.4.3, la cual nos recomienda que en locales que no estén habitualmente ocupados no deban estar climatizados, por esta razón los aseos no se han climatizado, solo serán ventilados..

Sistema/Zona	Superficie (m²)	Altura (m)	Volumen (m³)	Uso
Planta 1º	-	-	-	-
Aseos Femeninos	21,1	3,50	73,9	Aseos públicos (por urinario, inodoro, vertedero,...)
Aseos Masculinos	20,9	3,50	73,1	Aseos públicos (por urinario, inodoro, vertedero,...)
Planta 2º	-	-	-	-
Aseos Masculinos	26,2	3,50	91,7	Aseos públicos (por urinario, inodoro, vertedero,...)
Aseos Femeninos	23,9	3,50	83,6	Aseos públicos (por urinario, inodoro, vertedero,...)

El coeficiente de transmisión que se han tomado para el cálculo de las cargas térmicas es:

- Vidrio: ventana de madera A2, cristal doble 8+6c+8, sin dispositivo de sombra.  $K = 3.3 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Muro exterior: formado por las siguientes capas;  
30 mm de revestimiento continuo de enfoscado de cemento.  
Fábrica de ladrillo hueco doble.  
Poliestireno expandido 40 mm.  
Fábrica de ladrillo hueco simple.  
15 mm de revestimiento continuo de enlucido de yeso.  
 $K = 0.657 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Tabique de ladrillo hueco sencillo doblemente enlucido de yeso de 15 mm.  $K = 2.488 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Tabicón de ladrillo hueco doblemente enlucido de yeso de 15 mm.  $K = 1.984 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Puerta interior, tablero aglomerado, opaca.  $K = 2.130 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Forjado interior: formado por las siguientes capas;  
25 mm de revestimiento continuo de enfoscado de cemento.  
Forjado de bovedilla cerámica de 200mm  
30 mm de capa de compresión de hormigón armado  
30 mm de poliestireno expandido.  
30 mm de cama de arena.  
25 mm de mortero de cemento.  
Terrazo.  
 $k = 0.656 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .
- Cubierta; formado por las siguientes capas  
Revestimiento continuo de enlucido de cemento.  
Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón con un espesor mayor a 65 mm y con una capa de compresión.  
Capa de fibra de vidrio (tipo IV).  
Revestimiento continuo de mortero de cemento.  
Capa de Betún.  
Revestimiento continuo de morteros de cal y bastardos.  
Plaquetas  
 $K = 0.51 \text{ w/m}^2/^{\circ}\text{C}$ .

#### 6.4 Condiciones para Proyecto

- Condiciones climáticas exteriores

Las condiciones exteriores para el cálculo vienen recogidas en la norma UNE 100001 "Climatización. Condiciones climáticas para proyectos", quedando definidas de la siguiente manera:

- Temperatura seca verano;  $33,3^{\circ}\text{C}$
- Temperatura húmeda verano;  $22,6^{\circ}\text{C}$



- Percentil condiciones de verano; 5,0 %
- Temperatura seca invierno; 2,1 °C
- Percentil condiciones de invierno; 97,5 %
- Variación diurna de temperaturas; 14,0 °C

- Condiciones climáticas interiores

Las condiciones interiores de diseño de los recintos en los que se pretende controlar las condiciones térmicas se fijarán en función de la actividad de las personas que ocupen esos recintos, así como la función a la que estén destinados los mismos. Estas condiciones vienen recogidas en el R.I.T.E. (IT 1.1.4.1.2) y se indican a continuación.

LOCAL CLIMATIZADO	Invierno	Verano
Tª Seca	21°C	24°C
Humedad Relativa	50%	50%

Se debe tener en cuenta que existen locales adyacentes a los tratados que no lo van a estar, ya sea por no disponer de equipos de tratamiento de condiciones térmicas o aunque se disponga de ellos no estén en funcionamiento en ese instante. Este tipo de locales tendrá unas condiciones interiores diferentes a las de confort recogidas en el R.I.T.E. (IT 1.1.4.1.2) y diferentes a las exteriores. Los valores tomados se consideran permanentes, y se han elegido de forma promediada.

LOCAL NO CLIMATIZADO	Invierno	Verano
Tª Seca	12°C	29°C
Humedad Relativa	60%	55%

- Velocidad media del aire

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar de 0,18 a 0,24 m/s en régimen de verano y de 0,15 a 0,20 m/s en régimen de invierno, según lo indicado en la ITE 02.2.1, teniendo en cuenta la actividad desarrollada por los ocupantes de los recintos a acondicionar.

- Condiciones de ruidos y vibraciones

Como consecuencia del funcionamiento de los equipos de tratamiento térmico, los niveles sonoros en el interior de los recintos del local no deben ser superiores a los valores que se indican a continuación, según se indica en la tabla 3 a la que hace referencia la ITE 02.2.3.1.:

TIPO DE LOCAL	Valores máximos de niveles sonoros en dBA	
	Día	Noche
ADMINISTRATIVO Y DE OFICINAS.....	45	-
COMERCIAL.....	55	-
CULTURAL Y RELIGIOSO.....	40	-
DOCENTE.....	45	-
HOSPITALARIO.....	40	30
OCIO.....	50	-
RESIDENCIAL.....	40	30
VIVIENDA.....		
Piezas habitables excepto cocina.....	35	30
Pasillos, aseos y cocinas.....	40	35
Zonas de acceso común.....	50	40
Espacios comunes: vestíbulos, pasillos.....	50	-
Espacios de servicio: aseos, cocinas, lavaderos.....	55	-

De igual forma, para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según se indica en la Norma UNE 100153. Para ello, la maquinaria, como la enfriadora de cubierta, se montará sobre unos amortiguadores que disipen las vibraciones.

- Condiciones de ventilación

Se dispondrá de un sistema de ventilación de manera que aporte el suficiente caudal de aire exterior evitando, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el IT. 1.1.4.2.2 y siguientes del R.I.T.E.;

I.T.1.1.4.2.2. Categorías de calidad de aire interior en función del uso del edificio;

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá de alcanzar será, como mínimo, la siguiente;

- IDA 1 (aire de optima calidad); hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad); oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media); edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja).

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm<sup>3</sup>/s por persona

Categoría	dm <sup>3</sup> /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

## 6.5 Balance térmico de los recintos.

En el Anexo 4 de Cálculos de Instalación de Climatización se hace un balance térmico detallado de cada uno de los recintos a tratar térmicamente, justificando las cargas necesarias, tanto en régimen de frío como de calor, según los criterios de cálculo de la ITE 03 de las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

De igual forma también se calculan y justifican los caudales necesarios de ventilación en cada uno de los recintos en los que, según se menciono antes, sea necesario garantizar unos niveles mínimos de ventilación a que hace referencia el mencionado R.I.T.E.

EL resumen de las cargas frigoríficas y calefacción máxima por local es el siguiente;

Descripción	Carga Refrigeración Máxima (W)	Carga Calefacción (W)
Planta 1º	-	51.905
Spinning	19.518	7.634
Gimnasia y Kick Boxing	14.473	4.690
Área de Instructores	6.808	3.860
Pilates	17.079	5.541
Administración	2.761	1.316
Recepción	6.283	3.502
Cafetería	24.784	12.340
Guardería	7.628	5.369
Desp. Nutrición	1.999	1.819
Pasillo 1º planta	8.163	5.833

Planta 2º	-	42.267
gimnasio	64.051	26.564
Vestuarios masculino	5.340	2.736
Vestuarios femenino	4.778	2.712
Masajes	3.636	2.496
Pasillo 2ª planta	9.678	7.760

## 6.6 Sistema de instalación de climatización seleccionado.

Dadas las características constructivas y de uso del edificio, se ha pensado en aparatos independientes según zonas y recintos a tratar térmicamente, lo cual nos asegura una excelente zonificación así como un buen escalonamiento del consumo ya que las potencias frigoríficas requeridas son distintas para cada orientación según la hora del día y para cada zona o dependencia según la ocupación de las mismas. De igual forma, se consigue una buena flexibilidad de la instalación, obteniéndose un funcionamiento completamente independiente de cada unidad de climatización, pudiendo adaptarse estas a los requerimientos de confort de su zona de actuación por medio de un termostato, y en consecuencia reduciendo el consumo energético.

La instalación estará climatizada mediante fan-coils de tipo cassette, que irán colocados en el falso techo, y fan-coils tipo conductos horizontal para los pasillos y recepción (ubicados en los aseos, por haber mas espacio en el falso techo). Como unidad centralizada exterior se ha seleccionado una enfriadora del tipo aire-agua bomba calor, con módulo hidrónico integrado.

La enfriadora aire-agua estará situada en la cubierta exterior transitable y los fan-coils estarán ubicados en el interior, de falsos techos, sobre estructuras fijadas a paramentos.

Todos los equipos se podrán registrar y visitar fácilmente para las operaciones de conexionado y mantenimiento, por lo que se deberán dejar los espacios libres mínimos indicados por el fabricante.

Tanto las unidades interiores como las exteriores incorporarán amortiguadores antivibratorios de baja frecuencia fijados a bancadas según UNE 100155.

### 6.6.1 Enfriadora

Para la elección de la enfriadora se ha tenido en cuenta los requerimientos de carga simultánea a lo largo de todo los días de los meses de toda la instalación, escogiéndose la máxima carga térmica simultánea que se obtendrá como suma de las cargas simultáneas de cada local, considerando las variaciones, en el espacio y en el tiempo, de las ganancias de calor debidas a radiación solar y cargas interiores, así como el horario de funcionamiento que tiene cada sala.

A continuación se pueden ver los totales de las cargas frigoríficas simultáneas:

TOTAL	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h
JUNIO	147501	155078	159022	165026	143909	148407	152760	149310	146761	174946	171770	166113	159991
JULIO	148002	155934	160439	166983	145748	150631	155251	151681	148877	177585	174135	168233	162638
AGOSTO	147359	156170	161247	168415	147204	152707	158875	155697	152001	179529	175656	169885	164139

Como conclusión se observa que la carga máxima simultáneas se produce en Agosto a las 17 h, y ésta asciende a 179.529 W.

Para está potencia se va a instalar una enfriadora de agua a dos tubos bomba calor de la marca TRANE modelo CXAN 800.

La enfriadora incluyen grupo hidrónico que permite la instalación con mayor rapidez, formado por los siguientes elementos: filtro, bomba de agua con alta presión disponible, interruptor de flujo de agua, válvula de seguridad, manómetros y válvula de purga. Una válvula de estrangulación permite el ajuste del caudal de agua de acuerdo con las características de la instalación. Todos los componentes están protegidos contra la congelación hasta una temperatura de -20°C.

Se ha comprobado, en el Anexo 4 Cálculo de Instalación de Climatización, que tanto la bomba como el vaso de expansión que se incluyen en el módulo hidrónico para esta enfriadora, cumplen con los requisitos para esta instalación, y además que no será necesario la instalación de un depósito de inercia.

### 6.6.2 Unidades interiores

Las unidades interiores se han seleccionado teniendo en cuenta las ganancias caloríficas máximas al lo largo del año de cada local (cargas térmicas vistas anteriormente). Para ello se han utilizado las tablas de selección del fabricante.

En la siguiente tabla se pueden ver las ganancias caloríficas total y sensible de cada local así como la que suministra la máquina. El fabricante elegido para los fan-coils es Trane.

LOCAL	CARGA SENSIBLE MAX. (W)	CARGA TOTAL MAX. (W)	ELECCIÓN	Nº UDS.	CARGA SENSIBLE/ TOTAL MÁQUINA (W)
SPINNING	11625	19518	CWS06	2	8100 / 10900
GIMNASIA	6661	14473	CWS05	2	6800 / 9300
INSTRUCTOR	5472	6808	CWS05	1	6800 / 9300
PILATES	7906	17079	CWS05	2	6800 / 9300
ADMINISTRACIÓN	2431	2761	CWS02	1	3100 / 4300
CAFETERIA	14883	24784	CWS05	4	6800 / 9300
GUARDERIA	3946	7628	CWS05	1	6800 / 9300
NUTRICIÓN	1616	1999	CWS01	1	2000 / 2600
RECEPCIÓN	5628	6283	FCK20	1	13200 / 14458
PASILLO 1ªPLANTA	6579	8163			
GIMNASIO	34452	64051	CWS06	6	8100 / 10900
VES. MASCULINO	3142	5340	CWS04	1	4500 / 6100
VES. FEMENINO	2580	4778	CWS03	1	3700 / 4900
MASAJES	2781	3636	CWS02	1	3100 / 4300
PASILLO 2ªPLANTA	8216	9678	FCK12	1	8800 / 10500

Tanto los fan-coils CWS de tipo cassette y los FCK de tipo conductos, son de tres velocidades, siendo la potencia que aparece en la tabla a la máxima velocidad.

Se puede ver en la tabla, que se ha englobado las zonas de recepción y pasillo 1ª planta, debido a que no hay separación física entre ambas.

La ubicación de los fan-coils de conducto será en los aseos, ya que es hay donde hay mas espacio en el falso techo, pudiendo instalar sin problemas las embocaduras de fibras y conductos, que son mas altos a la salida y entrada del ventilador. Además, con esta ubicación de las maquinas de conductos, evitamos ruidos en los locales interiores.

En los fan-coils se montarán conexiones flexibles a la entrada y salida de la unidad, así como accesos abatibles o desmontables a cada una de las secciones para las operaciones de mantenimiento.

Todos los fan-coils traerán, de fábrica, incorporado las válvulas de tres vías para la impulsión.

Además se le colocarán a cada fan-coil una válvula de corte tipo bola, en la impulsión, y una válvula de regulación, en el retorno.

## 6.7 Tuberías frigoríficas.

El material utilizado en la instalación para las tuberías de conducción frigorífica será el polipropileno, estando aisladas con coquilla tipo AF/ARMAFLEX o equivalente de espesor según calibre y normativa (R.I.T.E. IT1.2.4.2.1.2) correspondiente, las cuales se expondrán para inspección visual, siendo probadas antes de proceder su aislamiento.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 1.2.4.2.3: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	30	20	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 1.2.4.2.4: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ( °C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

A las tablas arriba expuestas hay que tener en cuenta las correcciones que se realizaron al R.I.T.E de los fallos cometidos durante su elaboración;

- en la tabla 1.2.4.2.3, «Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios», en su encabezado:

Donde dice: «Temperatura máxima del fluido (°C)», debe decir: «Temperatura mínima del fluido (°C)».

Donde dice: «40.60», debe decir: «> - 10... 0».

Donde dice: «> 60... 100», debe decir: «> 0... 10».

Donde dice: «> 100... 180», debe decir: «> 10».

- en la tabla 1.2.4.2.4, «Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios», en su encabezado:

Donde dice: «Temperatura máxima del fluido (°C)», debe decir: «Temperatura mínima del fluido (°C)».

Donde dice: «40.60», debe decir: «> - 10... 0».

Donde dice: «> 60... 100», debe decir: «> 0... 10».

Donde dice: «> 100... 180», debe decir: «> 10».

La tubería se canalizará mediante fijación a forjados superiores, con paso de los mismos a través de huecos técnicos existentes para tal fin.

Las tuberías que transportan el fluido calor-portador irán protegidas por barrera antivapor en la cara exterior del aislamiento y recubiertas por chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor en cualquier recorrido que discurra por el exterior, para proteger al aislamiento de los rayos UVA.

## **6.8 Distribución de aire**

### **6.8.1. Distribución de aire interior**

Los fan-coils tipo conducto distribuirán el aire de impulsión y retorno de la siguiente manera;

- La distribución del aire tratado en las baterías de las unidades de conducto descritas anteriormente (tanto impulsión como retorno), así como todos los plenum interiores de impulsión y retorno, se realizará por medio de conductos rectangulares realizados con fibra de vidrio del tipo CLIMAVER PLUS de 25 mm de espesor, con acabado superficial en ambas caras por capa de papel de aluminio. Los herrajes de sujeción de los conductos serán de acero galvanizado.
- La impulsión se llevará a cabo mediante difusores circulares de la marca KOOLAIR mod. 43 SF + 49MM + PM, difusor de conos múltiples fijos de aluminio anodizado con puente de montaje para conducto de fibra y con compuerta de mariposa. La conexión que va desde el conducto de impulsión, tipo CLIMAVER PLUS, a los plenum de los difusores será de tubo flexible de aluminio aislado FLEXIVER CLIMA.
- El retorno se realizará mediante un conducto fibra abierto sobre el falso techo, donde se colocarán unas rejillas de retorno de aluminio lacado en blanco con aletas fijas a 45° marca KOOLAIR mod. 20-45-H-O.

### **6.8.2. Distribución del aire exterior.**



El aporte de aire exterior se hará mediante unas conducciones desde el exterior hasta el interior de los locales y de igual forma se extraerá el aire viciado de los locales para expulsarlos al exterior. Para llevar a cabo este objetivo, y de acuerdo con el R.I.T.E. (IT 1.2.4.5.2-1 “en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m<sup>3</sup>/s (para nuestro caso 2,182 m<sup>3</sup>/s), se recuperara la energía del aire viciado”), se instalará un recuperador de calor en cada planta para introducir el aire exterior tratado y sacar el aire viciado.

Además se extraerá en todos los locales climatizados un 10% menos de lo que introduciremos de aire limpio, con el fin, de que esos locales estén en sobrepresión respecto a los locales no climatizados y el exterior, impidiendo la entrada, por huecos de ventana o puerta, de aire térmicamente no tratado (ITE 02.2.2).

Su ubicación, al igual que los fan-coil de conductos para los pasillos, será en los aseos, ya que en ese lugar tendremos mas espacio en el falso techo (cerca de 1m) para su instalación.

Para este cometido se han seleccionado unos recuperados marca S&P, siendo el modelo de recuperador para la primera planta CADT-D 56 AH DP y para la segunda planta CADB-D 30 AH DP.

Otro caso muy distinto son los aseos, en los cuales se expulsará aire viciado y se aportará aire exterior mediante unos ventiladores helicocentrífugos de acuerdo al diámetro, caudal y pérdida de carga requeridos, de la marca S&P modelo TD-350/125.

Los elementos de distribución de aire, dependiendo del tipo de ventilador, son:

- Recuperadores;
  - Los conductos de los recuperadores se realizarán por medio de conductos rectangulares de fibra de vidrio del tipo CLIMAVER PLUS de 25 mm, con acabado superficial en ambas caras por capa de papel de aluminio.
  - La impulsión se llevara a cabo mediante rejillas de impulsión de aluminio lacado en blanco de doble deflexión con compuerta de regulación marca KOOLAIR mod. 20-DH-O. Se unirá, la rejilla al conducto principal, mediante una derivación vertical de 90°, realizada de con fibra de vidrio CLIMAVER PLUS R.
  - El retorno se realizará mediante rejillas de retorno de aluminio lacado en blanco con aletas fijas a 45° marca KOOLAIR mod. 20-45-H-O. Se unirá, la rejilla al conducto principal, mediante una derivación vertical de 90°, realizada de con fibra de vidrio CLIMAVER PLUS R.

- La expulsión y recogida de aire exterior se realizará mediante rejilla de aluminio de toma de aire exterior con malla antipajaro marca KOOLAIR mod. 210 TA.
- Ventilación de aseos;
  - Las conducciones serán de tubo flexible sin aislar de aluminio FLEXIVER D, de Isover.
  - La extracción se realizará mediante rejillas de retorno de aluminio con aletas fijas a 45° marca KOOLAIR mod. 20-45-H-O. Se unirá, el plenum de la rejilla al conducto principal, mediante una derivación vertical de 90°, realizada de con tubo flexible sin aislar FLEXIVER D, de Isover.
  - La expulsión y recogida de aire exterior se realizará mediante persiana circular de toma de aire exterior marca KOOLAIR mod. TAC-200.

## **6.9 Sistema de control**

### **6.9.1 Maquinaria de ventilación.**

El funcionamiento de los recuperadores y ventiladores estará condicionado por unos conmutadores, suministrados también por S&P, donde se podrá ajustar la velocidad de funcionamiento y el paro/marcha.

### **6.9.2 Fan-coils**

Todos los fan-coils estarán controlados por su correspondiente Mando de Control Remoto individual desde donde se pueden realizar todas las operaciones posibles sobre el sistema (ON/OFF, variar punto de consigna, señal de alarma, velocidad Alta/Baja, etc.). Estos mandos serán en todos los casos de superficie, fijados a paramentos y cableados a su equipo correspondiente.

### **6.9.3 Enfriadora.**

El sistema de control que se va a emplear es el mismo que se dispone con la enfriadora que se ha seleccionado, siendo el modelo TRACER CH532.

Este control se adapta automáticamente y garantiza la protección total de los compresores. El sistema comprueba permanentemente los parámetros de funcionamiento y responde para evitar un número de ciclos excesivo, manteniendo el intervalo idóneo de funcionamiento de cada compresor (temperaturas y presiones fuera de los límites admisibles, etc.). Aplicando correcciones antes de que se produzca ningún fallo, el control de adaptación automática impide con frecuencia una parada de la bomba de calor debida a una condición de fallo.

## **6.10 Operaciones de mantenimiento.**

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen en el R.I.T.E (IT 3.2);

- La instalación térmica se mantendrá de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en el apartado IT3.3;
  1. Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el “Manual de Uso y Mantenimiento” que serán, al menos, las indicadas en la tabla 3.1.
  2. Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

Tabla 3.1. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

Operación	Periodicidad	
	≤ 70 kW	> 70 kW
1. Limpieza de los evaporadores	t	t
2. Limpieza de los condensadores	t	t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2 t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	t	m
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t	2 t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	t	2 t
7. Limpieza del quemador de la caldera	t	m
8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación de material refractario	---	2 t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m
12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	---	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	---	2 t
17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad	---	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	---	2 t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de baterías de intercambio térmico	---	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2 t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2 t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2 t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2 t
27. Revisión de bombas y ventiladores	---	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2 t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal ≤24,4 kW	4a	---
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	S
37. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa.	t	m
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m	m

s: una vez cada semana

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t: una vez por temporada (año).

2 t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del Código Técnico de la Edificación.

- La instalación térmica dispondrá de un programa de gestión energética, que cumplirá con el apartado IT.3.4.;

- La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla 3.2 que se deberá de mantener dentro de los límites de la IT 4.2.1.2 a).

Medidas de generadores de calor	Periodicidad		
	20 kW < P ≤ 70 kW	70 kW < P < 1000 kW	P > 1000 kW
1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a	3m	m
2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a	3m	m
3. Temperatura de los gases de combustión	2a	3m	m
4. Contenido de CO y CO <sub>2</sub> en los productos de combustión	2a	3m	m
5. Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a	3m	m
6. Tiro en la caja de humos de la caldera	2a	3m	m

m: una vez al mes; 3m: cada tres meses, la primera al inicio de la temporada; 2a: cada dos años.

- La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla 3.3.

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador	3m	m
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua	3m	m
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua	3m	m
5. Temperatura y presión de evaporación	3m	m
6. Temperatura y presión de condensación	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima	3m	m
9. CEE o COP instantáneo	3m	m
10. Caudal de agua en el evaporador	3m	m
11. Caudal de agua en el condensador	3m	m

- La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

- Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

- La instalación térmica dispondrá de instrucciones de seguridad actualizadas de acuerdo con el apartado IT13.5.;
  1. Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.
  2. En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben de estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben de hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc.; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico; etc.
- La instalación térmica se utilizará de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra, según el apartado 3.6.;
  1. Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.
  2. En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación; secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.
- La instalación térmica se utilizará de acuerdo con un programa de funcionamiento, según el apartado IT.3.7.;

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- a) horario de puesta en marcha y parada de la instalación;
- b) orden de puesta en marcha y parada de los equipos;
- c) programa de modificación del régimen de funcionamiento.

- d) programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos;
- e) programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

### **6.11 Cumplimiento del R.I.T.E.**

- Protección del medio ambiente

No existen en la instalación elementos que puedan producir contaminación ambiental ya que el aire vertido al exterior no contiene gases ni contaminantes.

- Condiciones de confort

Las condiciones interiores de temperatura se conseguirán por medio de las unidades interiores, ubicadas en los locales a climatizar o que climatizan con una tirada de conductos, que están dotadas, cada una, de un termostato ambiente que analiza la temperatura interior y la ajusta a la que esté especificada en el control.

La distribución del aire dentro de las zonas se realizará por elementos terminales tipo difusores (circulares, rejillas, etc.), en los conductos de impulsión que parten de la unidad terminal correspondiente, descargando el aire tratado en cada uno de los recintos a baja velocidad de impulsión, para evitar corrientes molestas que afecten al confort en el recinto. De igual forma, el retorno en cada local se realiza mediante rejillas en los conductos de retorno que llegarán hasta las unidades terminales.

La situación de las unidades internas de conductos dentro de las zonas se ha elegido de forma que las pérdidas de carga en conductos estén lo mas equilibradas posible.

- Ventilación

Tanto la Norma UNE 100.011 como el R.I.T.E., en su apartado IT 1.1.4.2.1 indican unos caudales de ventilación mínima según el uso del recinto a climatizar, adoptándose el valor del mismo que sea mas desfavorable (los posibles excesos de caudal se justifican debido a las perdidas de carga a vencer por el ventilador en el recorrido del aire desde el exterior). Todos los equipos de tratamiento de aire están calculados considerando los caudales de ventilación mínimos exigidos (según se describió anteriormente). Por tanto, se puede comprobar que se da cumplimiento a los requisitos de "calidad del aire interior y ventilación" exigidos por la instrucción ITE 02.2.2. del R.I.T.E.

Además aire exterior se hará mediante unas conducciones desde el exterior hasta el interior de los locales y de igual forma se extraerá el aire viciado de los locales para expulsarlos al exterior. Para llevar a cabo este objetivo, y de acuerdo con el R.I.T.E. (IT 1.2.4.5.2-1 "en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m<sup>3</sup>/s (para nuestro caso 2,182 m<sup>3</sup>/s), se

recuperara la energía del aire viciado”), se instalará un recuperador de calor en cada planta para introducir el aire exterior tratado y sacar el aire viciado.

- Ruidos

En las zonas interiores, los niveles resultantes según la NBE-CA-88 no deben ser superiores a los valores que se indican a continuación, según se indica en la tabla 3 a la que hace referencia la ITE 02.2.3.1. y que se menciono con anterioridad. Estos niveles de emisión acústicos se verán reducidos por la capacidad de atenuación de ruidos propios de los cerramientos y paramentos. En las zonas exteriores, las unidades condensadoras y las enfriadoras se situarán en cubierta transitable, estando colocadas de tal forma que queden delimitadas por el pretil perimetral existente en dicha cubierta, por lo que todas las emisiones sonoras serán emitidas en dirección vertical, no provocando perjuicios acústicos posibles en piezas habitadas adyacentes, por estar la cubierta transitable situada a una cota superior a estos.

- Vibraciones

Los motores, compresores, equipos y elementos susceptibles de transmitir vibraciones estarán fijados a los forjados con elementos antivibratorios, de manera que no se propaguen vibraciones a los elementos estructurales en que se fijan.

Con respecto a las unidades interiores de climatización, compuestas por los ventiladores, también se encuentran anclados a los forjados delimitadores con las plantas superiores. Todos estos equipos están suspendidos del forjado mediante amortiguadores de baja frecuencia, dando cumplimiento a lo expresado en el Art. 32 del Reglamento de la Calidad del Aire.