

## **DOCUMENTO 4**

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## INDICE

1. Requisitos generales.
  - 1.1. Objeto y campo de aplicación.
  - 1.2. Generalidades.
  - 1.3. Requisitos generales.
    - 1.3.1. Fluido de trabajo.
    - 1.3.2. Protección contra heladas.
      - 1.3.2.1. Generalidades.
      - 1.3.2.2. Mezcla anticongelantes.
      - 1.3.2.3. Recirculación del agua del circuito.
      - 1.3.2.4. Drenaje automático con recuperación del fluido.
      - 1.3.2.5. Sistema de drenaje al exterior.
    - 1.3.3. Sobrecalentamiento.
      - 1.3.3.1. Protección contra sobrecalentamientos.
      - 1.3.3.2. Protección contra quemaduras.
      - 1.3.3.3. Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas.
    - 1.3.4. Resistencia a presión.
    - 1.3.5. Prevención de fluido inverso.
    - 1.3.6. Prevención de la Legionela.
2. Configuraciones básicas.
  - 2.1. Clasificación de las instalaciones.
3. Criterios generales de diseño
  - 3.1. Dimensionado y cálculo.
    - 3.1.1. Datos de partida.
    - 3.1.2. Dimensionado básico.
  - 3.2. Diseño del sistema de captación.
    - 3.2.1. Generalidades.
    - 3.2.2. Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica.
    - 3.2.3. Conexionado.
    - 3.2.4. Estructura soporte.
  - 3.3. Diseño del sistema de acumulación solar.
    - 3.3.1. Generalidades.
    - 3.3.2. Situación de la conexión.
    - 3.3.3. Sistema auxiliar en el acumulador solar.
  - 3.4. Diseño del sistema de intercambio.
  - 3.5. Diseño del circuito hidráulico.
    - 3.5.1. Generalidades.
    - 3.5.2. Tuberías.
    - 3.5.3. Bombas.
    - 3.5.4. Vaso de expansión.
    - 3.5.5. Purga de aire.
    - 3.5.6. Drenaje.
  - 3.6. Diseño del sistema de energía auxiliar.
  - 3.7. Diseño del sistema eléctrico y de control.
  - 3.8. Diseño del sistema de monitorización

## Requisitos Generales

### 1.1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de este documento es fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir la instalación solar térmica para calentamiento de líquido, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todo el sistema mecánico, hidráulico, eléctrico y electrónico que forman parte de la instalación.

### 1.2. Generalidades

En general, a esta instalación le son de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas (IT), junto con la serie de normas UNE sobre energía solar térmica listadas en el Anexo I, así como lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE) sobre energía solar térmica.

En cualquier caso, si se aprecian posibles discrepancias entre este PCT y lo dispuesto en el RITE o CTE, o bien estos resultaran más restrictivos que aquél en cualquier punto específico, siempre prevalecerán sobre las condiciones técnicas expuestas en el PCT.

A efectos de requisitos mínimos, se consideran la siguiente instalación como:

– Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos son aquellos sistemas contruidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías.

Según el coeficiente global de pérdidas de los captadores, se considerarán, a efectos de permitir o limitar, dos grupos dependiendo del rango de temperatura de trabajo:

Las instalaciones destinadas exclusivamente a producir agua caliente sanitaria, calentamiento de piscinas, precalentamiento de agua de aporte de procesos industriales, calefacción por suelo radiante o “fan-coil” u otros usos a menos de 60 °C, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a 9 W/(m<sup>2</sup>A°C).

El coeficiente global de pérdidas es la pendiente de la curva que representa la ecuación del rendimiento o eficiencia del captador. Si se utiliza una ecuación de segundo grado, el coeficiente global de pérdidas se tomará igual a  $a_1 + 30a_2$ , siendo  $a_1$  y  $a_2$  los coeficientes de la ecuación de eficiencia

del captador, de acuerdo con la norma UNE-EN 12975-2.

El rendimiento medio anual de la instalación deberá ser mayor del 30 %, calculándose de acuerdo a lo especificado en el punto 3 ("Criterios generales de diseño"), de este pliego de condiciones técnicas.

### 1.3. Requisitos generales

#### 1.3.1. Fluido de trabajo

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado.

En cualquier caso el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, y el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

a) La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650  $\mu$ S/cm.

b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico. c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Para aplicaciones en procesos industriales, refrigeración o calefacción, las características del agua exigidas por dicho proceso no sufrirán ningún tipo de modificación que pueda afectar al mismo.

### 1.3.2. Protección contra heladas

#### 1.3.2.1. Generalidades

El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deberán ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.

Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0 °C, deberá estar protegido contra heladas.

El fabricante deberá describir el método de protección anti-heladas usado por el sistema. A los efectos de este documento, como sistemas de protección anti-heladas podrán utilizarse:

Mezclas anticongelantes.

Recirculación de agua de los circuitos.

Drenaje automático con recuperación de fluido

#### 1.3.2.2. Mezcla anticongelante

Como anticongelantes podrán utilizarse los productos, solos o mezclados con agua, que cumplan la reglamentación vigente y cuyo punto de congelación sea inferior a 0 °C. En todo caso, su calor específico no será inferior a 3 kJ/(kgA°K), equivalentes a 0,7 kcal/(kgA°C), medido a una temperatura 5 °C menor que la mínima histórica registrada.

Se deberán tomar precauciones para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante como resultado de condiciones altas de temperatura. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.

La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y para asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente que se disponga de un depósito auxiliar para reponer las pérdidas que se puedan dar del fluido en el circuito, de forma que nunca se utilice un fluido para la reposición cuyas características incumplan el Pliego. Será obligatorio en los casos de riesgos de heladas y cuando el agua deba tratarse.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas con reposición de agua de red.

### 1.3.2.3. Recirculación del agua del circuito

Este método de protección anti-heladas asegurará que el fluido de trabajo está en movimiento cuando exista riesgo de helarse.

El sistema de control actuará, activando la circulación del circuito primario, cuando la temperatura detectada preferentemente en la entrada de captadores o salida o aire ambiente circundante alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

Este sistema es adecuado para zonas climáticas en las que los períodos de baja temperatura sean de corta duración.

Se evitará, siempre que sea posible, la circulación de agua en el circuito secundario.

### 1.3.2.4. Drenaje automático con recuperación del fluido

El fluido en los componentes del sistema que están expuestos a baja temperatura ambiente es drenado a un depósito, para su posterior uso, cuando hay riesgo de heladas.

La inclinación de las tuberías horizontales debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante en el manual de instalador al menos en 20 mm/m.

El sistema de control actuará sobre la electroválvula de drenaje cuando la temperatura detectada en captadores alcance un valor superior al de congelación del agua (como mínimo 3 °C).

El vaciado del circuito se realizará a un tanque auxiliar de almacenamiento, debiéndose prever un sistema de llenado de captadores para recuperar el fluido.

El sistema requiere utilizar un intercambiador de calor entre los captadores y el acumulador para mantener en éste la presión de suministro de agua caliente.

## 1.3.3. Sobrecalentamiento

### 1.3.3.1. Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenajes como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan ningún peligro

para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema, ni en ningún otro material en el edificio o vivienda.

Cuando las aguas sean duras se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la Legionela. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

#### 1.3.3.2. Protección contra quemaduras

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60 °C deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

#### 1.3.3.3. Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema está diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

#### 1.3.4. Resistencia a presión

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

#### 1.3.5. Prevención de flujo inverso

En este sistema con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

#### 1.3.6. Prevención de la Legionela

Se deberá cumplir, cuando sea de aplicación, el Real Decreto 865/2003, por lo que la temperatura del agua en el circuito de distribución de agua caliente no deberá ser inferior a 50 °C en el punto más alejado y previo a la mezcla necesaria para la protección contra quemaduras o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70°C. En consecuencia, no se admite la presencia de componentes de acero galvanizado.

En esta instalación, el tratamiento de la Legionela, se va a realizar con el calentamiento del agua de acumulación mediante un serpentín que irá al

circuito secundario, donde se calentara con la energía auxiliar del sistema.

## 2. Configuraciones básicas

### 2.1. Clasificación de la instalación

En consideración con los diferentes objetivos atendidos por este PCT, se aplicarán los siguientes criterios de clasificación:

- El principio de circulación; donde esta instalación es de circulación forzada

- El sistema de transferencia de calor; esta instalación posee intercambiador de calor en el acumulador solar

- El sistema de expansión; se ha optado por un sistema cerrado

- El sistema de energía auxiliar; se ha optado por un sistema en paralelo

- La aplicación será para la instalación de calentamiento de agua caliente sanitaria

## 3. Criterios generales de diseño

### 3.1. Dimensionado y cálculo

#### 3.1.1. Datos de partida

Los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones de uso y climáticas.

#### Condiciones de uso

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo:

Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente.

#### Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

Al objeto de este PCT podrán utilizarse datos de radiación publicados por entidades de reconocido prestigio y los datos de temperatura publicados



por el Instituto Nacional de Meteorología.

### 3.1.2. Dimensionado básico

A los efectos de este PCT, el dimensionado básico de las instalaciones o sistemas a medida se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y, en caso de que exista, al volumen de acumulación solar, para la aplicación a la que está destinada la instalación. El dimensionado básico de los sistemas solares prefabricados se refiere a la selección del sistema solar prefabricado para la aplicación de A.C.S. a la que está destinado.

El dimensionado básico de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda se sitúe un 50 % debajo de la media correspondiente al resto del año.

En el caso de que se dé la situación de estacionalidad en los consumos indicados anteriormente, deberán tomarse las medidas de protección de la instalación correspondiente.

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma. En caso de sistemas de refrigeración por absorción se refiere a la producción de la energía solar térmica necesaria para el sistema de refrigeración.

A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

Fracción solar mes “x” = (Energía solar aportada el mes “x” / Demanda energética durante el mes “x”) × 100

Fracción solar año “y” = (Energía solar aportada el año “y” / Demanda energética durante el año “y”) × 100

Rendimiento medio año “y” = (Energía solar aportada el año “y” / Irradiación incidente año “y”) × 100

Irradiación incidente año “y” = Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año “y”

Irradiaciones incidentes en el mes “x” = Irradiación en el mes “x” ×

Superficie captadora

El concepto de energía solar aportada el año “y” se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto

significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por proyectistas, fabricantes e instaladores. El método de cálculo especificará, al menos sobre base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar. Asimismo, el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

La demanda de energía térmica.

La energía solar térmica aportada.

Las fracciones solares medias mensuales y anual.

El rendimiento medio anual.

La selección del sistema solar prefabricado se realizará a partir de los resultados de ensayo del sistema, teniendo en cuenta que tendrá también que cumplir lo especificado en el RITE.

Independientemente de lo especificado en los párrafos anteriores, en el caso de A.C.S. se debe tener en cuenta que el sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

Para esta aplicación el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde A será el área total de los captadores, expresada en m<sup>2</sup>, y V es el volumen del depósito de acumulación solar, expresado en litros, cuyo valor recomendado es aproximadamente la carga de consumo diaria M:  $V = M$ .

### 3.2. Diseño del sistema de captación

#### 3.2.1. Generalidades

El captador seleccionado deberá poseer la certificación emitida por un organismo competente en la materia, según la legislación vigente.

A efectos de este PCT, será necesaria la presentación de la certificación de los ensayos del captador realizados por laboratorio acreditado, así como las curvas de rendimiento obtenidas por el citado laboratorio.

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del

mismo modelo, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

### 3.2.2. Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la tabla 2. Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

tabla 2

	orientación e inclinación (OI )	Sombras ( S )	Total ( OI + S )
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Se considera la dirección Sur como orientación óptima y la mejor inclinación,  $\beta_{opt}$ , dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

Consumo constante anual: la latitud geográfica

Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°

Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del absorbedor, con el fin de favorecer la autolimpieza de los captadores. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

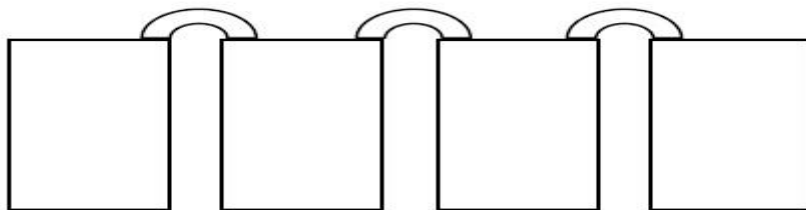
### 3.2.3. Conexionado

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en serie, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

El número de captadores que se pueden conectar en serie tendrá en cuenta las limitaciones del CTE.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En la figura se pueden observar de forma esquemática las conexiones mencionadas en este apartado.



### 3.2.4. Estructura soporte

El sistema poseerá una estructura soporte que es montada en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos de  $s_k$  (carga de nieve) y  $v_m$  (velocidad media de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4.

El sistema sólo podrá ser instalado en localizaciones donde los valores de  $s_k$  y  $v_m$  determinados de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 sean menores que los valores máximos especificados por el fabricante.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre estos últimos.

### 3.3. Diseño del sistema de acumulación solar

#### 3.3.1. Generalidades

Los acumuladores para A.C.S. y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán cumplir los requisitos de UNE EN 12897.

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis, tal como dispone el RD 865/2003, de 4 de julio.

En caso de aplicaciones para A.C.S. es necesario prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de Legionela. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento anti-Legionela.

Aun cuando los acumuladores solares tengan el intercambiador de calor incorporado, se cumplirán los requisitos establecidos para el diseño del sistema de intercambio en el apartado 3.4 de este documento.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 2 m<sup>3</sup> deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

#### 3.3.2. Sistema de las conexiones

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos, la situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.
- b) La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el

intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.

c) En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. En caso de sistemas abiertos en el consumo, como por ejemplo A.C.S., esto se refiere al agua fría de red. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

d) En caso de varias aplicaciones dentro del mismo depósito habrá que tener en cuenta los niveles térmicos de éstas, de forma que tanto las salidas como los retornos para aplicaciones que requieran un mayor nivel térmico en temperaturas estén por encima de las que requieran un nivel menor.

Se recomienda que la/s entrada/s de agua de retorno de consumo esté equipada con una placa deflectora en la parte interior, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador o el empleo de otros métodos contrastados que minimicen la mezcla.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

### 3.3.3. Sistema auxiliar en el acumulador solar

No se permite la conexión de un sistema auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.

### 3.4. Diseño del sistema de intercambio

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último y podrá ser de tipo sumergido.

El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

En caso de aplicación para A.C.S. se puede utilizar el circuito de consumo con un intercambiador, teniendo en cuenta que con el sistema de energía auxiliar de producción instantánea en línea o en acumulador secundario hay que elevar la temperatura hasta 60°C y siempre en el punto más al ejado de consumo hay que asegurar 50 °C.

### 3.5. Diseño del sistema hidráulico

#### 3.5.1. Generalidades

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado.

En caso de aplicación para A.C.S., el circuito hidráulico del sistema de consumo deberá cumplir los requisitos especificados en UNE-EN 806-1.

En cualquier caso los materiales del circuito deberán cumplir lo especificado en ISO/TR 10217.

#### 3.5.2. Tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

#### 3.5.3. Bombas

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

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

La tubería conectada a la bomba soportará en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

#### 3.5.4. Vaso de expansión

El vaso de expansión preferentemente se conectará en la aspiración de la bomba.

#### 3.5.5. Purga de aire

En el punto alto de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm<sup>3</sup>. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y



antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

### 3.5.6. Drenaje

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

### 3.6. Diseño del sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Por razones de eficiencia energética, entre otras, se desaconseja la utilización de energía eléctrica obtenida por efecto Joule como fuente auxiliar, especialmente en los casos de altos consumos y fracciones solares anuales bajas.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores.

El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará en función de la aplicación de la instalación, de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.

2. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan períodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

3. Para la preparación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:

Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituida por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.



### 3.7. Diseño del sistema eléctrico y de control

El diseño del sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de la instalación, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

Control de funcionamiento del circuito primario y secundario.

Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 2°C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías todo o nada, bombas de circulación... o por combinación de varios mecanismos.

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

Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

### 3.8. Diseño del sistema eléctrico y de control

El sistema de monitorización realizará la adquisición de datos, al menos con la siguiente frecuencia:

Toma de medidas o estados de funcionamiento: cada minuto

Cálculo de medias de valores y registro: cada 10 minutos

Tiempo de almacenamiento de datos registrados: mínimo 1 año

Las variables analógicas que deben ser medidas por el sistema de monitorización serán seis como mínimo, y entre las cuales deberán estar las cuatro siguientes

Temperatura de entrada de agua fría

Temperatura de suministro de agua caliente solar

Temperatura de suministro de agua caliente a consumo

Caudal de agua de consumo

El sistema de monitorización registrará, con la misma frecuencia, el estado de funcionamiento de las bombas de circulación de primario y secundario, la actuación de las limitaciones por máxima o mínima y el funcionamiento del sistema de energía auxiliar.

Opcionalmente, el sistema de monitorización medirá, además, las siguientes variables:

Temperatura de entrada a captadores

Temperatura de salida de captadores

Temperatura de entrada secundario

Temperatura de salida secundario

Radiación global sobre plano de captadores

Temperatura ambiente exterior

Presión de agua en circuito primario

Temperatura fría del acumulador

Temperatura caliente del acumulador

Temperaturas de salidas de varios grupos de captadores

Variables que permitan el conocimiento del consumo energético del sistema auxiliar

El tratamiento de los datos medidos proporcionará, al menos, los siguientes resultados:

Temperatura media de suministro de agua caliente a consumo

Temperatura media de suministro de agua caliente solar

Demanda de energía térmica diaria

Energía solar térmica aportada

Energía auxiliar consumida

Fracción solar media

Consumos propios de la instalación (bombas, controles, etc.)

Con los datos registrados se procederá al análisis de resultados y evaluación de las prestaciones diarias de la instalación. Estos datos quedarán archivados en un registro histórico de prestaciones.

