

**ANEJO MEMORIA JUSTIFICATIVA DEL DOCUMENTO BÁSICO  
DB HE 4 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA  
CALIENTE SANITARIA.**

**EDIFICIO PLURIFAMILIAR ENTREMEDIANERAS DE 40 VIVIENDAS LIBRES, LOCALES  
SIN USO ESPECÍFICO EN PLANTA BAJA Y SÓTANO APARCAMIENTO.**

# INDICE.

OBJETO

DATOS

CÁLCULO DE LA DEMANDA

CONTRIBUCIÓN SOLAR MINIMA

CRITERIOS GENERALES

DIMENSIONAMIENTO BÁSICO

SISTEMA DE DISIPACIÓN

SISTEMA DE CAPTACIÓN

GENERALIDADES

CONEXIONADO

SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

CÁLCULO DE PÉRDIDAS

CÁLCULO DE LA CALDERA

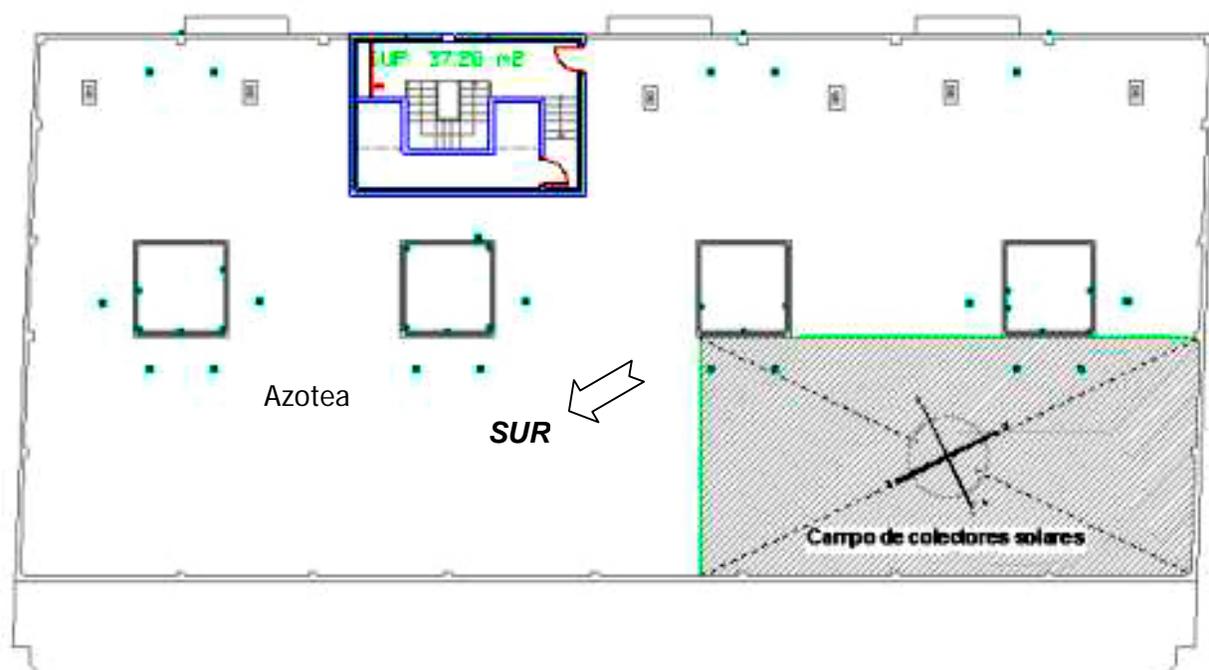
## 1. Objeto.

En cumplimiento de lo dispuesto por el CTE-HE4, se desarrolla la presente documentación técnica para la implementación de una instalación de colectores solares para producción de ACS, en un edificio de viviendas situado en Valencia, en la calle Hernán Cortés, número 11, consta de cinco plantas más bajos comerciales posee cuarenta viviendas, su cubierta es plana y accesible, siendo sur-este la orientación de su fachada principal.

## 2. Descripción de la instalación.

La instalación se proyecta mediante conjunto de colectores solares planos de baja temperatura de operación (inferiores a 80°C), intercambiador, depósito de acumulación centralizado de producción solar, circuito hidráulico de distribución y retorno, y apoyo mediante caldera centralizada sobre segundo depósito (o caldera instantánea individual).

La instalación de colectores solares se proyecta implantarla en la azotea del edificio, en una área acotada y cercada, de modo que los propietarios y vecinos de las viviendas puedan usar el resto de superficie de la azotea sin riesgo, quedando así la instalación protegida de posibles manipulaciones de personal no autorizado.



No se contempla el diseño de las estructurillas mecánicas de soporte a los colectores, elementos estandarizados en la industria del sector; en cualquier caso han de cumplir la norma UNE ENV 91-2-3 y la UNE ENV 91-2-4, respecto a la carga de viento y nieve, así como deben permitir las dilataciones y retracciones térmicas de los colectores y circuito hidráulico sin transmitirles tensión ni carga alguna.

El campo de colectores, se dispone orientados totalmente a sur, azimut 0, y con una inclinación del plano captador de 45°. Se disponen en varias filas separadas un espacio  $e \geq D$ , que se puede obtener mediante la expresión

$$D = \frac{h}{\operatorname{tg}(61 - L)}$$

siendo:

$h$  altura total del colector inclinado, más el incremento de cota producida por la estructura de sujeción.

$L$  latitud del lugar

Los colectores a instalar se conectarán en paralelo, con retorno invertido; el circulador proporcionará el caudal y presión para hacer efectivo la circulación forzada para obtener el flujo de cálculo (ganancias) y vencer la pérdida de carga. Para la producción del ACS, se proyecta efectuar el intercambio de calor del primario al secundario mediante un intercambiador de placas; el agua potable así caldeada se almacenará en un acumulador calorifugado con capacidad igual a la demanda calculada.

Para garantizar el suministro de ACS a la temperatura operativa de referencia 60°C, se proyecta el apoyo en un segundo acumulador, aguas abajo del principal y sin posibilidad de retorno al acumulador solar. Así el agua procedente de la red urbana de aguas potables pasará primero por el intercambiador de placas, caldeándose y de aquí al depósito ACS de producción solar, desde aquí se suministra al edificio pasando el caudal por el segundo depósito acumulador sobre el que actuará, en caso de que el gradiente térmico no sea el suficiente, la caldera de combustión de gas. Este segundo acumulador tendrá una capacidad de, al menos, el 50% del primero.

La instalación se desarrolla con un circuito primario de agua, con glicol como anticongelante, dado que la temperatura mínima histórica es de -7°C. Dado que el CTE indica que se reduzca en 1°C esta mínima, se calcula una temperatura de -8°C y una adición al agua del 30% de su peso de etilenglicol como anticongelante.

El circuito secundario debe ser totalmente independiente de modo que el diseño y en ejecución se impida cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos, el del primario (colectores) y el ACS preparada del secundario.

La instalación de los colectores solares se proyecta con circulación forzada mediante circulador (electrobomba) en el circuito primario. En el circuito secundario, para garantizar la recirculación de retorno al acumulador de apoyo, se proyecta también la disposición de un circulador.

Dado que el fluido en el primario sobrepasara fácilmente los 60°C, y que en el secundario se proyecta para permitir que el agua caliente sanitaria alcance hasta una temperatura de 60 °C, debiendo soportar incrementos puntuales de hasta 70°C, se proscribe el uso de tuberías de acero galvanizado en toda la instalación. Así mismo, obligatoriamente se prevé el total calorifugado de todo el tendido de tuberías, válvulas, accesorios y acumuladores. Dado el cambio de temperaturas que se producen en estas instalaciones, tanto en el circuito hidráulico primario, colectores, como el secundario, estarán protegidos con la instalación de vasos de expansión cerrados

Todo el circuito hidráulico se realizará en cobre, las válvulas de corte y las de regulación, purgadores y otros accesorios será de cobre, latón o bronce; no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado. Se deberá instalar manguitos electrolíticos entre los elementos de diferentes metales para evitar el par galvánico.

En los circuitos primario y secundario, se prevé la utilización en diferentes presiones de trabajo, con gradiente  $\Delta P$  superior en el ultimo de modo que impida una mezcla accidental de ambos fluidos en el intercambiador, único elemento de la instalación donde separadamente circulan contiguos.

La regulación de en circuito primario esta encomendada a un control diferencial de temperatura que procederá a la activación de la bomba, cuando el salto térmico, entre colectores y acumulador, permita una transferencia energética superior al consumo eléctrico de la bomba, marcandose un  $\Delta T \geq 3^\circ\text{C}$  para la puesta en marcha. Cuando se alcance  $\Delta T \geq 7^\circ\text{C}$  entre el fluido del circuito primario a la salida de los captadores y del secundario en el acumulador solar, el sistema de circulación forzada del primario se pondrá en marcha

## 2.1. Selección del captador.

Es elemento fundamental en la instalación solar, para su funcionamiento y eficiencia térmica, y desde el punto de vista económico ya que, según el tipo y naturaleza de la instalación, puede alcanzar al 50% del coste total.

Para la elección del captador solar plano se han tenido en cuenta sus características de durabilidad y rendimiento, según el documento de ensayos de homologación establecido por el CTE. En el citado documento se deberá constar el resto de parámetros del colector solar plano de baja temperatura.

El colector seleccionado, además del buen rendimiento energético, debe ser de fácil mantenimiento para que su eficiencia se mantenga durante el tiempo de vida de la instalación. Su durabilidad en este tipo de instalaciones, no debe ser inferior a 20 años.

Su puesta en obra, montaje y conexionado, debe ser conocido perfectamente por el instalador de modo que se garantice tanto la calidad del producto final y su mantenimiento, presupuestos cerrados sin incrementos ni partidas contradictorias.

En cuanto a los componentes del colector, se indica que su cubierta transparente debe ser de vidrio, preferentemente templado, de bajo contenido en hierro y de espesor no inferior a 3 mm; la carcasa o chasis debe permitir que se elimine fácilmente la posible existencia de agua de condensación en el interior del captador, ya que podría degradar el aislamiento y corroer el absorbedor.

En cualquier caso, se seleccionará el colector solar procedente de fabricante de reconocida garantía de calidad y con buen servicio post-venta.

### 3. Datos iniciales

Para realizar el dimensionado de la instalación de energía solar térmica se consideran, como condiciones de partida, los siguientes datos climatológicos y energéticos en función de la ubicación del edificio en estudio.

<b>Ciudad</b>	<b>Valencia</b>
<b>Latitud</b>	<b>39,48°</b>
<b>Altitud, m</b>	<b>10</b>
<b>Tª mínima en invierno, °C</b>	<b>0,00</b>
<b>Tª mínima histórica, °C</b>	<b>(-7-1) -8</b>
<b>Zona Climática</b>	<b>IV</b>

Los parámetros de radiación, temperatura media y temperatura del agua potable en el punto de suministro, así como el valor del factor de corrección K, cociente entre la energía incidente durante un día sobre una superficie inclinada un ángulo  $\alpha$ , orientada al sur y otra horizontal, se indica

	<b>Tª agua potable</b>	<b>Tª ambiental media</b>	<b>Radiación solar incidente, horizontal</b>	<b>factor k</b>	<b>Radiación solar inclinada</b>
	<b>°C</b>	<b>°C</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup>·dia)</b>		<b>kWh/(m<sup>2</sup>·dia)</b>
<b>Enero</b>	8	10,0	2,1	1,4	2,96
<b>Febrero</b>	9	11,0	2,9	1,29	3,80
<b>Marzo</b>	11	13,0	4,1	1,15	4,76
<b>Abril</b>	13	15,0	5,0	1,01	5,08
<b>Mayo</b>	14	18,0	5,7	0,91	5,21
<b>Junio</b>	15	22,0	6,3	0,88	5,57
<b>Julio</b>	16	24,0	6,6	0,92	6,08
<b>Agosto</b>	15	24,0	5,8	1,03	5,92
<b>Septiembre</b>	14	22,0	4,6	1,2	5,57
<b>Octubre</b>	13	18,0	3,3	1,39	4,63
<b>Noviembre</b>	11	14,0	2,4	1,52	3,67
<b>Diciembre</b>	8	11,0	1,8	1,5	2,75

#### 4. Cálculo de la demanda energética.

El edificio al que se debe dotar de la instalación de producción de ACS por colectores solares consta de cinco alturas de viviendas más planta baja comercial y sótano destinada a garaje. En cada piso se distribuyen 8 viviendas con dos y tres dormitorios según planta, en total el edificio dispone de 20 viviendas con dos dormitorios más otras 20 con tres dormitorios.

Según punto 4 del apartado 3.1.1-HE 4,

*En el uso residencial vivienda el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:*

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

el número computable de ocupantes del edificio resulta de 140 personas.

El criterio de demanda de ACS expuesto en el punto 3.1, en función de la clasificación del edificio por uso, de vivienda multifamiliar, establece un consumo medio diario por persona de 22 litros ACS/ día a 60 °C. Así el consumo total de cálculo del edificio resulta ser de 3.080 litros ACS/día.

Se considera que la ocupación de las viviendas es del 100 %, durante todos los meses del año.

#### 5. Contribución solar mínima

Siguiendo lo prescrito en la Sección HE 4 del vigente Código Técnico, según la tabla 2.1, la contribución mínima anual considerando que la energía del Sistema Apoyo es gas natural, que el edificio se ubica en Valencia, zona climática IV, y del consumo diario de ACS (3.080 litros), queda determinada la contribución solar mínima en el **60 %** de la demanda energética anual.

<b>Ocupantes del edificio</b>	<b>140</b>
<b>Contribución Solar mínima</b>	<b>60%</b>
<b>Acumulación mínima, litros</b>	<b>3.000</b>

## 6. Criterios generales de la instalación

### 6.1. Dimensionamiento Preliminar

El método de cálculo utilizado para el dimensionado de la instalación es el F-Chart, recomendado en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDEA.

Características del colector y de la instalación proyectada:

<b>Modelo de colector:</b>	Ibersolar2122
<b>Factor de eficiencia del colector:</b>	0,72
<b>Area Util del Colector (m<sup>2</sup>):</b>	2,16
<b>Area Total del Colector (m<sup>2</sup>):</b>	2,30
<b>Alto (m):</b>	1,90
<b>Largo (m):</b>	1,21

<b>Número de colectores:</b>	<b>25</b>
<b>Area colectores (m<sup>2</sup>):</b>	54
<b>Inclinación (°):</b>	45
<b>Orientación (°):</b>	0
<b>Posición de los colectores:</b>	Horizontal
<b>Volumen de acumulación (L/m<sup>2</sup> Colect):</b>	55
<b>Volumen de acumulación total (L):</b>	2.970

<b>Distancia entre colectores (m):</b>	2,17
<b>Altura adicional colectores 2º fila (m):</b>	0
<b>Caudal circuito primario ((L/h)/m<sup>2</sup>) – ((Kg/h)/m<sup>2</sup>):</b>	45
<b>Caudal circuito secundario ((L/h)/m<sup>2</sup>) – ((Kg/h)/m<sup>2</sup>):</b>	41
<b>Caudal total circuito primario:</b>	2.430
<b>Caudal total circuito secundario:</b>	2.187

<b>Sección Bajante Circuito Primario (mm):</b>	35
<b>Tubería de Circuito Primario, L (m):</b>	40
<b>Calor específico fluido primario (Kcal/(Kg·°C)):</b>	0,9
<b>Calor específico fluido secundario (Kcal/(Kg·°C)):</b>	1
<b>Eficiencia del intercambiador:</b>	0,95
<b>Vaso de expansión:</b>	10%
<b>Potencia Mínima de Intercambio (W):</b>	32.400

<b>Coeficiente global de pérdida (W/(m<sup>2</sup>·°C)):</b>	4,5
--	-----

Según el punto 11 del apartado 2.1, la orientación óptima es el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de explotación, tomarían los valores siguientes:

- a) demanda anual:  $\alpha$ = latitud geográfica;
- b) demanda en invierno:  $\alpha$ = latitud geográfica + 10 °
- c) demanda en verano:  $\alpha$ = latitud geográfica – 10 °

En el caso estudiado, se ha tomado como ángulo de inclinación  $\alpha=45^\circ$ , por dos circunstancias

1: la demanda es más crítica en el periodo de invierno, se posee menor radiación y la temperatura del agua de suministro es menor; dando una inclinación mayor,  $45^\circ$  frente los  $39^\circ48'$ , se prima la eficiencia térmica de la instalación de colectores solares durante el periodo de invierno.

2: durante el verano, parte de los ocupantes pueden no residir temporalmente en el edificio por lo que la demanda es previsible que se reduzca. Al tiempo, la temperatura de suministro del agua potable es más alta, junto una reducción de la demanda de ACS, dado que se obtiene mayor confort de uso con agua a temperatura algo más reducida.

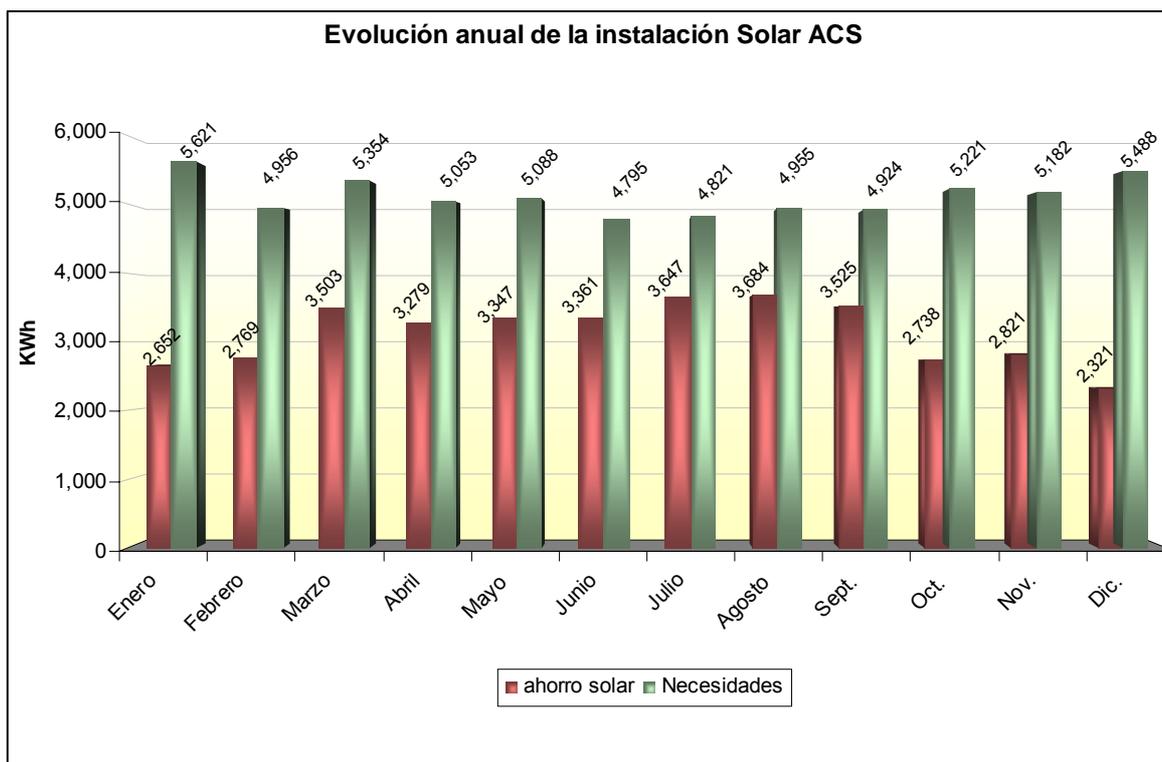
Así, con la inclinación adoptada,  $\alpha=45^\circ$ , también se favorece la reducción teórica de las ganancias de verano, reduciendo parcialmente el riesgo de alcanzar la temperatura de estancamiento, cuestión esta que no obvia la conveniencia de disponer disipadores de calor por seguridad de la instalación.

En función de los parámetros de la instalación, y según el método de cálculo señalado (F-Chart), y considerando una disposición tipo "general", con los colectores instalados con una inclinación de  $45^\circ$ , y orientación sur, azimut 0.

Características de la producción de la instalación:

Mes	E. Neces. (kWh)	E.Produc. (kWh)	Cobertura Solar (%)	Ahorro Solar (kWh)	Excesos (%)
Ene	5,621	2,652	47.2	2,652	0.0
Feb	4,956	2,769	55.9	2,769	0.0
Mar	5,354	3,503	65.4	3,503	0.0
Abr	5,053	3,279	64.9	3,279	0.0
May	5,088	3,347	65.8	3,347	0.0
Jun	4,795	3,361	70.1	3,361	0.0
Jul	4,821	3,647	75.6	3,647	0.0
Ago	4,955	3,684	74.3	3,684	0.0
Sep	4,924	3,525	71.6	3,525	0.0
Oct	5,221	2,738	52.4	2,738	0.0
Nov	5,182	2,821	54.4	2,821	0.0
Dic	5,488	2,321	42.3	2,321	0.0
<b>Anual</b>	<b>61,457</b>	<b>37,647</b>	<b>61.3</b>	<b>37,647</b>	

No se producen excesos en ninguna época del año.



Comparativa de energía demandada y aporte de la instalación de colectores solares

## 6.2. Fluido de trabajo

Como ya se apuntó, en el circuito primario (solar) el fluido será una mezcla de agua potable, inhibidores de corrosión, y porcentaje igual al 30% en peso de etilenglicol como anticongelante. La proporción indicada, garantiza la disminución del punto de congelación de la mezcla, por debajo de los  $-8^{\circ}\text{C}$  demandados ( $-16^{\circ}\text{C}$ ), obteniéndose así un suficiente margen de seguridad.

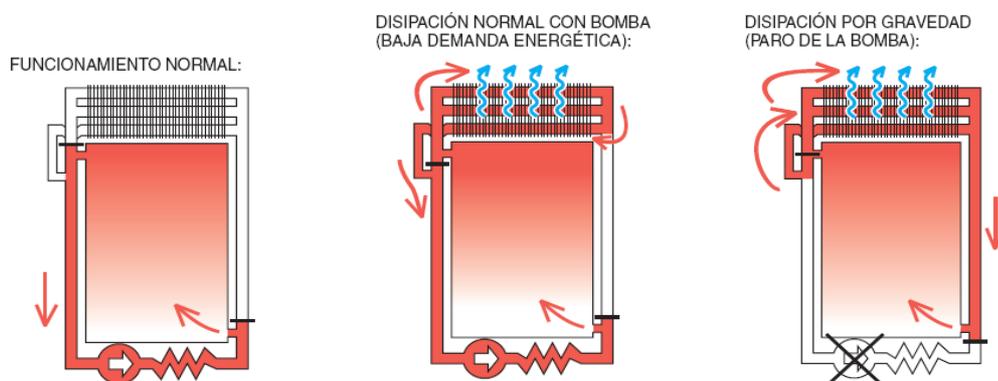
## 6.3. Sobrecalentamiento. Sistemas de disipación

Según la tabla anterior de producción de energía, en ninguno de los meses se obtiene excedente de energía solar, por lo que no se prevé que pueda existir sobrecalentamiento. En caso de que en alguno de los meses la ocupación pudiera descender, periodos vacacionales, dando lugar a excesos de ganancias por energía solar ante una demanda menor, se instalará un disipador de calor estático en cada uno de los paneles solares.



Este dispositivo, sin aporte de energía eléctrica, puede evacuar los excesos de ganancias salvaguardando la integridad de los colectores y de la instalación hidráulica (circuito primario).

Esquema de funcionamiento del disipador estático.



Además de lo expuesto, considerando el incremento de presión en el circuito primario, todos sus componentes se dimensionan para una temperatura máxima de 110° C, instalándose válvulas de seguridad taradas a una presión máxima de 3 kg/cm<sup>2</sup>.

La presión mínima en el circuito primario se fija 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, con la que se obtiene un punto de ebullición del fluido caloportador superior a los 130° C.

Otro sistema disipador de calor a instalar, cuando se considere la existencia del riesgo de alcanzar temperatura de estancamiento, es el disponer un disipador tipo aerotermo, este precisa conexionado a la instalación eléctrica pero su eficacia es mayor.



## 6.4. Otros condicionantes del sistema.

### 6.4.1. Rango de presión

El circuito hidráulico primario se proyecta para una presión máxima de trabajo igual a la máxima que soportan los colectores reducida en un 30%, debiendo en cualquier caso ser inferior a la presión del circuito secundario. En este último la presión de servicio es de 6 Bar, en función de ello la presión máxima de trabajo en el primario se fija en 3 Bar, con protección de válvulas de seguridad pretaradas.

La prueba de presión se fija en 1'50 veces el valor de la presión máxima definida.

### 6.4.2. Prevención de Flujo Inverso

El circuito primario está dotado con bomba circuladora que fuerza el flujo en la dirección correcta, su potencia es suficiente para el caudal y pérdida de carga determinado en cálculo. En su instalación, tras la bomba, en impulsión, se instala válvula antirretorno que imposibilita el flujo inverso en cualquier caso.

## 7. Sistema de captación

### 7.1. Generalidades

Homologación de captador; el captador posee la certificación emitida por organismo competente según el RD 891/1.980.

- a. Se aportará la documentación de Homologación del colector solar escogido. En este caso se ha tomado como colector que responde a las características indicadas en el apartado anterior.
- b. Todos los colectores utilizados serán iguales y del mismo modelo que el especificado anteriormente.
- c. El coeficiente global de pérdidas es de  $4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , menor que el límite de  $10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

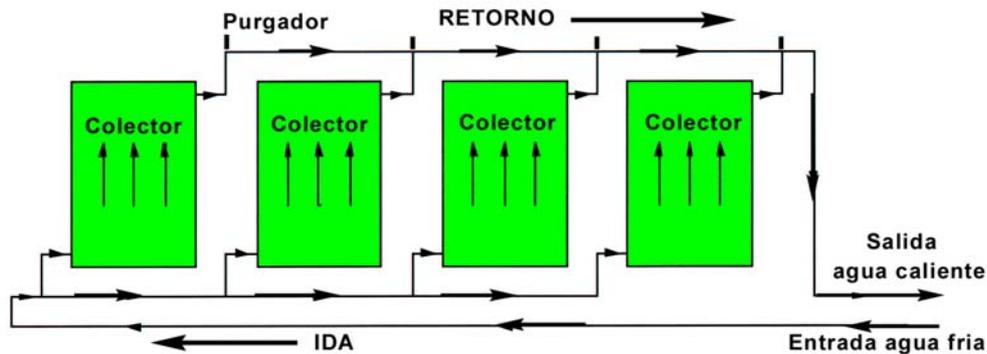
### 7.2. Ubicación de los colectores

Los colectores se proyecta ubicarlos en la cubierta del edificio, emplazados sobre una estructura de apoyo, en la esquina NE de la azotea, orientados al sur, y situándolos con un retranqueo respecto del antepecho de 1,5 metros.

### 7.3. Conexionado

La conexión de los colectores solares se proyecta en paralelo, situados en varias filas; en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores se instalarán válvulas de cierre para sectorizar y favorecer las tareas de mantenimiento.

Así mismo, en la instalación del campo de colectores solares se dispondrá una válvula de seguridad por fila, con el fin de proteger la instalación. Para favorecer el equilibrado hidráulico entre ramales se diseña un retorno invertido que garantiza el equilibrado del sistema.



Esquema de conexionado de colectores con retorno invertido.

#### 7.4. Estructura soporte.

La función de la subestructura soporte es él de aportar sujeción y rigidez al campo de captadores solares, propiciando, en la medida de lo posible, la integración de los equipos solares en la edificación. Deben estar realizadas con materiales que soporten el exterior, el meteoro y otras agresiones medioambientales; el material más empleado para su ejecución es el acero galvanizado en caliente.

A la estructura soporte le será de aplicación las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a condiciones de seguridad.

Su diseño deberá cumplir la norma UNE ENV 1991-2-3 y UNE ENV 1991-2-4, de modo especial en lo que se refiere a cargas de viento y nieve que deba soportar. El sistema de sujeción debe permitir las dilataciones térmicas que sean necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Deben proveerse los puntos de apoyo en cantidad suficiente y en posición correcta, de modo que nunca sobrepasen los valores de flexión máxima prescritos por el fabricante.

Es esencial que los elementos de fijación de los captadores y los elementos de la propia estructura no produzcan sombra sobre los colectores solares.

## 8. Sistema de acumulación solar

El volumen de acumulación, según se expone en el apartado cuarto, la demanda calculada se cifra en 3.080 litros ACS/día, así se escoge un depósito de 3.000 litros de capacidad.

Siendo el área de captadores solares de 54 m<sup>2</sup>, la relación existente entre el volumen y el área es de (V/A) 55,55 l/ m<sup>2</sup>, valor dentro de los límites establecidos según el CTE HE4, según la expresión

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Con el único fin y con la periodicidad que contemple la legislación vigente referente a la prevención y control de la legionelosis, se prevé la posibilidad del conexionado puntual, mediante maniobra manual específica, entre el sistema de apoyo (caldera) y el acumulador "solar", de modo que se pueda calentar este último con el sistema de combustión hasta la temperatura de seguridad (70°C). Se instalarán termómetros visibles y de fácil lectura, a la entrada y salida de cada acumulador, solar y de apoyo.

Los dos acumuladores del sistema, de 3.000 litros y 1.500 litros el de apoyo, sobre el que actúa la caldera de combustión estarán dotados de válvulas de corte en todas sus conexiones hidráulicas, de modo que se puedan aislar en operaciones de mantenimiento o reparación; el de mayor capacidad dispondrá de boca tipo hombre.

### 8.1. Sistema de intercambio

Como ya se apuntó se diseña la instalación con intercambiadores de placas, tanto en el circuito primario como de la caldera de apoyo al segundo acumulador. El primero, donde se produce el intercambio de calor del primario al secundario, según la H4, se ha de cumplir que  $P \geq 500 \times A$ ,

Siendo:

P potencia mínima del intercambiador (W)

A área de captadores (m<sup>2</sup>)

Según esta premisa, el intercambiador tendrá una potencia mínima de 27,000kW  $P \geq 500 \times 54 = 27.000W$

## 9. Circuito Hidráulico

Conjuntamente con el circulador será necesario dotar a la instalación hidráulica de elementos como: tuberías de conducción, fluido caloportador para el circuito primario, aislamiento térmico, compensadores de dilatación, vasos de expansión, intercambiadores de calor, acumulador solar y depósito de postcalentamiento, con apoyo de caldera de combustión, válvulas de llenado, válvulas de desagüe, válvulas de seguridad y otra valvulería diversa; así mismo se instalarán elementos de medida como termómetros y manómetros, y en el circuito secundario de distribución de ACS, contadores de calorías en cada derivación interior a cada una de las viviendas servidas.

En el circuito primario, el caudal máximo previsto será de 1l/s. El tendido de tuberías se configurara de retorno invertido en la alimentación de cada fila de colectores, de modo se obtiene un circuitos hidráulicamente equilibrados en su conjunto. Esta misma configuración se utiliza en la alimentación de cada fila de colectores, garantizándose iguales caudales para cada colector.

### 9.1.1. Disposición

En el esquema de principio del sistema hidráulico, se muestra la instalación desde el campo de colectores, a producción y de distribución de ACS.

El circuito primario consta de:

- Tubería de ida (agua caliente) desde el campo de captadores hasta el intercambiador de placas 1.
- Tubería de retorno (agua fría) desde el intercambiador de placas 1 hasta el campo de captadores.
- Sistema de llenado y vaciado del circuito cerrado.
- Valvulería: válvulas de corte de esfera, de equilibrado, de seguridad con dispositivo de vaciado, antirretorno, motorizadas, y filtros.
- Vaso de expansión
- Purgadores
- Elementos de medida (termómetros, manómetros, contadores de calorías, contadores de agua, etc), sondas y actuadores.
- Circulador.
- Intercambiador
- Sistema de comando y control

En el plano correspondiente se sitúa el campo de captadores, la sala de técnica donde se ubican los intercambiadores, los depósitos de acumulación, vasos de expansión, bombas circuladoras, etc ...

## 10. Cálculo de pérdidas:

### 10.1. Pérdidas por inclinación.

La inclinación de diseño de los captadores solares es de  $\beta=45^\circ$ . El azimut de los colectores de  $0^\circ$ , es decir orientación sur, para dichos valores el porcentaje de energía respecto al máximo se encuentra entre el 95% y el 100 %, próximo al 100%.

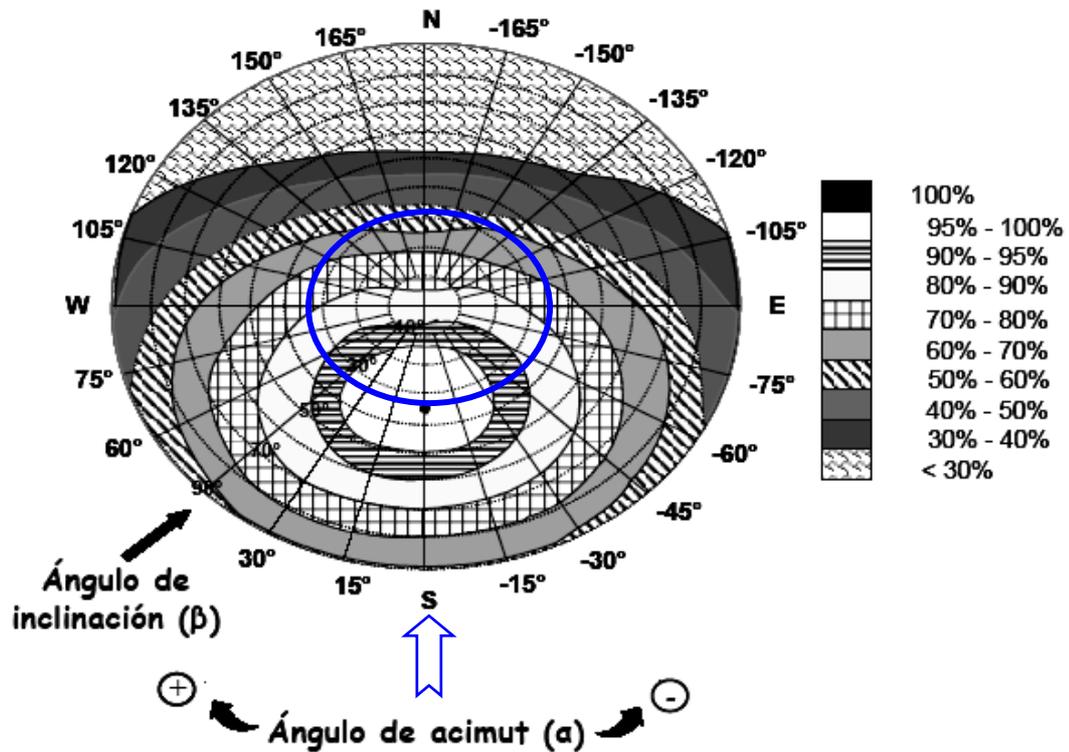


Figura 3.3

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

## 10.2. Pérdidas por sombras

Según la carta cilíndrica de la trayectoria solar (Diagrama de trayectorias del sol), las sombras procedentes de los obstáculos que estén situados en torno a los colectores son las que producirá el antepecho de altura de 1.3 metros. Se han colocado los colectores solares sobre una estructura que los eleva 0,10 cm sobre el nivel de la azotea, y con un retranqueo de 1.5 metros respecto al antepecho situado en la fachada SE. Para dicha disposición se estudia los dos puntos límite desde los que se podrían producir sombras sobre el campo de colectores.

El primer de ellos es considerando la defensa de azotea como obstáculo en el punto situado con un acimut  $90^\circ$ , dirección este (orto equinoccial) y el segundo punto tomando un acimut de  $0^\circ$ .

Para el caso del acimut de  $90^\circ$  la elevación límite es de  $17,41^\circ$ , siempre referido al centro de gravedad del campo de colectores solares, considerando una altura efectiva del murete de defensa de azotea de 1 metro. Para el punto con acimut  $0^\circ$ , sur, el ángulo de elevación es de  $8,37^\circ$ .

En cuanto a la sombra arrojada por el murete de defensa del patio de luces, los punto para confección de la mascara de sombras vienen determinados por una elevación de  $9,58^\circ$  y un azimut de  $58,20^\circ$ .

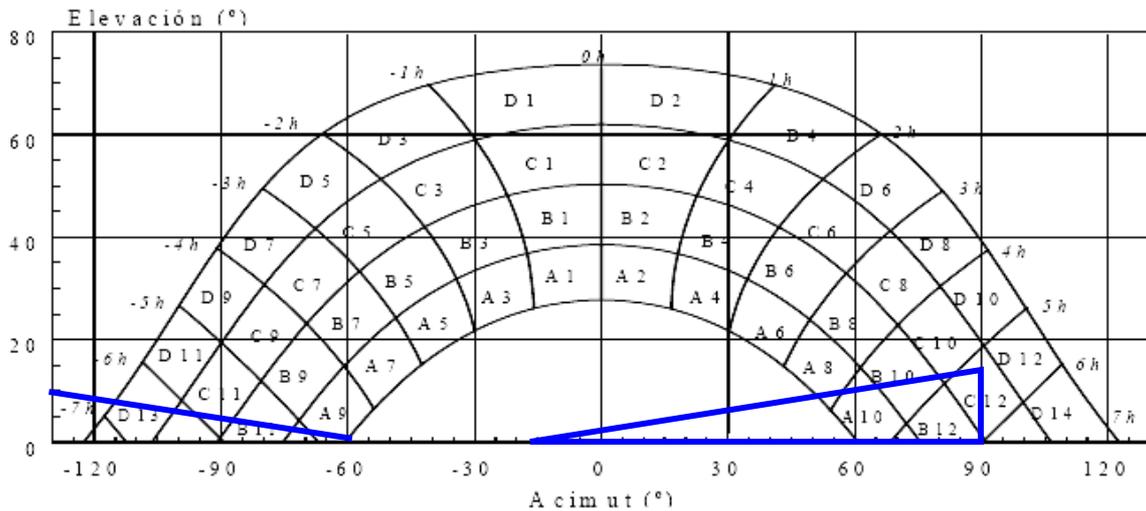


Figura 3.4 Diagrama de trayectorias del sol

Realizada la mascara de sombras que producen las defensas de la azotea respecto al centro del campo de colectores, el resultado es el que se muestra sobre la carta cilíndrica rectificada (diagrama de la trayectoria solar).

En función de la mascara y considerando los valores de la tabla de referencia C.1, del Apéndice B se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Azimut de } 0^\circ \text{ a } 90^\circ: & \quad A_{10}=0,75 \times 0,11=0,08 \\ & \quad B_{10}=0,25 \times 0,42=0,105 \\ & \quad B_{12}=1 \times 0,02=0,02 \\ & \quad C_{12}=0,50 \times 0,1=0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Azimut de } 0^\circ \text{ a } -120^\circ: & \quad B_1=0,25 \times 2,12=0,53 \\ & \quad D_{13}=0,50 \times 0,0=0,00 \end{aligned}$$

$$\Sigma x_i=0,785$$

El sumatorio de porcentajes de perdidas por sombreado, a lo largo de todo el año resulta ser de 0,785%

### 10.3. Total de pérdidas

Según la tabla 2.4 Pérdidas límites para el caso general, por orientación la instalación posee un valor menor al 5%, y por sombras de un 0,785%, obteniendo un total máximo inferior al 5,80%, por debajo de los límites establecidos, 15%, por la HE4.

### 11. Cálculo del intercambiador

Se ha calculado para la instalación de intercambiadores independientes. El intercambiador se dimensionará para que trasiegue una potencia de 27 kW, cumpliéndose la condición impuesta el pliego de condiciones de que el intercambiador tenga un apotencia mínima tal que  $P \geq 500 \cdot A$ . Esto es  $P \geq 27$  kW. Por lo tanto se cumple con lo marcado en el pliego de condiciones.

### 12. Cálculo de la caldera

El sistema de apoyo convencional se diseñará como si no existiera la instalación de energía solar. Se asumirá un depósito de acumulación del secundario del mismo volumen que el primario. Para dicho volumen de acumulación y asumiendo la demanda energética máxima en un día (3.080 l/días) además de una temperatura del agua de red la más baja posible y sin ninguna aportación de los paneles solares, tomamos una caldera con una eficiencia de un 90 % y admitimos unas pérdidas por día en el acumulador de 10 kWh.

Trabajando con una temperatura de 50 °C, considerando que el volumen mínimo a preparar será de 1.500 litros (depósito de apoyo) para la franja horaria de 7h a 10h, con un tiempo de respuesta máxima de 3 horas:

- Energía demandada  $\rightarrow E_d = V \cdot \Delta T$
- Energía producida por la caldera  $\rightarrow E_c = Pot \cdot \eta_c \cdot t_i$
- Energía pérdida en el acumulador  $\rightarrow E_p$
- Porcentaje de energía perdida por distribución e intercambiador  $\rightarrow 5\%$
- Balance energético  $\rightarrow E_d = E_c - E_p$
- Dependiendo del tiempo en el que queramos dar la energía obtendremos una potencia u otra según la fórmula
- $Pot = (V \cdot \Delta T + E_p) / (\eta_c \cdot t_i)$
- $Ce = 1 \text{ Cal} / (g \cdot ^\circ C)$

Por lo tanto obtenemos una caldera con una potencia de

$$E = (1.500 \cdot (50 - 10) \cdot 1 + 8600) \cdot 1.05 / (0.9) = 80.033 \text{ Kcal} = 93,06 \text{ kWh}$$

Suponiendo un tiempo máximo de respuesta de 3 horas, se obtiene una potencia de 31,02 kW.

## ESQUEMA DE PRINCIPIO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN ACS SOLAR.

