

Anejo 15:

**Justificación del
documento básico HE:
Ahorro de energía.**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objeto	5
1.2. Ámbito de aplicación	6
2. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	7
2.1. Ámbito de aplicación	7
3. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS	7
4. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	7
4.1. Ámbito de aplicación	7
5. CONTRIBUCIÓN SOLAR MINIMA DE ACS	8
5.1. Generalidades	8
5.1.1. <i>Ámbito de aplicación</i>	8
5.1.2. <i>Procedimiento de verificación</i>	8
5.2. Contribución solar mínima	8
5.3. Cálculo y dimensionado	8
5.3.1. <i>Datos previos</i>	8
5.3.1.1. <i>Calculo de la demanda</i>	8
5.3.1.2. <i>Zonas climáticas</i>	10
5.3.2. <i>Condiciones generales de la instalación</i>	10
5.3.2.1. <i>Fluido de trabajo</i>	11
5.3.2.2. <i>Protección frente a heladas</i>	11
5.3.2.3. <i>Sobrecalentamientos</i>	12
5.3.2.4. <i>Resistencia a presión</i>	12
5.3.2.5. <i>Prevención de flujo inverso</i>	12
5.3.3. <i>Criterios generales de cálculo</i>	12
5.3.3.1. <i>Dimensionado</i>	12
5.3.3.2. <i>Sistema de captación</i>	14
5.3.3.3. <i>Sistema de interacumulador</i>	15
5.3.3.4. <i>Sistema de energía auxiliar</i>	17
5.3.3.5. <i>Circuito hidráulico</i>	17
5.3.3.6. <i>Sistema de regulación y control</i>	22
5.4. Mantenimiento	23

5.4.1. <i>Plan de vigilancia</i> _____	23
5.4.2. <i>Plan de mantenimiento</i> _____	23
6. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE E. ELECTRICA __	24
6.1. <i>Ámbito de aplicación</i> _____	24
7. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA _____	25
7.1. <i>Bibliografía</i> _____	25

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Demanda de referencia a 60 °C</i> _____	9
<i>Tabla 2. Zonas Climáticas</i> _____	10
<i>Tabla 3. Radiación Solar Global</i> _____	10
<i>Tabla 4. Resultados</i> _____	14
<i>Tabla 5. Características técnicas del colector SDS8 VE/HE</i> _____	14
<i>Tabla 6. Características técnicas del interacumulador BDS 1 300</i> _____	15
<i>Tabla 7. Longitud equivalente de cada singularidad</i> _____	19
<i>Tabla 8. Plan de vigilancia</i> _____	22
<i>Tabla 9. Mantenimiento del sistema de captación</i> _____	23
<i>Tabla 10. Mantenimiento del sistema de acumulación</i> _____	23
<i>Tabla 11. Mantenimiento del sistema de intercambio</i> _____	23
<i>Tabla 12. Mantenimiento del circuito hidráulico</i> _____	24
<i>Tabla 13. Mantenimiento del sistema eléctrico y de control</i> _____	24
<i>Tabla 14. Mantenimiento del sistema de energía auxiliar</i> _____	24
<i>Tabla 15. Ámbito de aplicación HE 5</i> _____	24

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Acumulador en el que se observa el intercambiador tubular</i> _____	15
<i>Ilustración 2. Esquema de conexiones del interacumulador</i> _____	16
<i>Ilustración 3. Pérdida por rozamiento (mm C.A. por m) para tubería de cobre</i> _____	18
<i>Ilustración 4. Vaso de expansión</i> _____	21

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

Repaso general del Documento Básico de Ahorro de energía en el que se describen los aspectos más significativos del mismo.

Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen el artículo 15 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Repaso de las medidas adoptadas con el CTE para procurar un uso más racional de la energía en el ámbito de la edificación.

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).

- El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
- Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros, objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

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

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los *edificios* dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto del edificio*.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los *edificios*, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

En los *edificios* que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

La correcta aplicación de estas exigencias básicas bastará para satisfacer el requisito básico "Ahorro de energía" del Código Técnico de Edificación. En cada uno de los apartados que componen el presente Anejo se desarrolla el cumplimiento de una exigencia básica.

1.2. Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados. El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Ahorro de energía".

También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

2. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

2.1. Ámbito de aplicación

Será de aplicación esta sección a:

a) Edificios de nueva construcción.

b) Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

Se excluyen del ámbito de aplicación las instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.

Por lo tanto al pertenecer nuestra explotación a este grupo de edificios agrícolas no residenciales, no le es de aplicación esta sección del DB.HE.

3. RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Nuestro edificio dispondrá de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE.

4. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

4.1. Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

a) Edificios de nueva construcción.

b) Rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se renueve más del 25% del total de la superficie iluminada.

c) Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación las instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.

Por lo tanto al estar nuestra explotación dentro de este grupo no le es de aplicación esta sección del DB.HE.

Quedan excluidos también de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

5. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

5.1. Generalidades

5.1.1. Ámbito de aplicación

Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

Como en nuestra nave existe una demanda de agua caliente sanitaria, es de aplicación esta sección, por lo que tendremos que poner una instalación solar fotovoltaica que cubra las necesidades.

5.1.2. Proceso de verificación

Para la aplicación de esta sección se ha seguido la secuencia que se expone en el DB HE, Sección HE 4 del CTE.

5.2. Contribución solar mínima

El objetivo marcado es el diseño y cálculo de la instalación que permita satisfacer la plena demanda de ACS. No se establece una contribución mínima dado que se intenta abarcar todas las necesidades. No obstante se prevé un margen de contribución y por lo tanto se complementa la instalación con un sistema auxiliar de energía convencional.

5.3. Cálculo y dimensionado

5.3.1. Datos previos

5.3.1.1. Cálculo de la demanda

Para valorar la demanda de ACS se tomarán los valores unitarios de referencia que aparecen en la tabla 1. Los litros de ACS día⁻¹ a 60°C que aparecen en la siguiente tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente

sanitaria: cálculo de la demanda energética”. Para el cálculo se ha empleado la ecuación (1):

$$D_i(T) = D_i(60\text{ °C}) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right) \quad (1)$$

Siendo:

- D (T): Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.
- Di (T): Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida.
- Di (60 °C): Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C.
- T: Temperatura del acumulador final. (45°C).
- Ti: Temperatura media del agua fría en el mes i. (12 °C: constante).

Tabla 1. Demanda de referencia a 60 °C.

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

En nuestro edificio nos encontramos en los siguientes supuestos:

- Aseo 15 Litros ACS · día⁻¹.
- Administrativos 3 Litros por persona.
- Otros: como lavado de aperos, maquinaria, etc.

Teniendo en cuenta las necesidades de personal, se realiza el cálculo de la demanda de ACS, estableciendo esta en 50 litros diarios, de este modo aseguramos el abastecimiento, situándonos del lado de la seguridad.

5.3.1.2. Zona climática

Dependiendo de la zona climática donde nos encontremos, la radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), quedará definida según las siguientes tablas:

Tabla 2. Zonas Climáticas.

ALMERIA	Adra	V
	Almería	V
	El Ejido	V
	Roquetas de mar	V

Tabla 3. Radiación Solar Global.

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

Observamos que nuestra industria se encuentra:

- Zona Climática Almería: Zona V
- Radiación Solar Global: $H \geq 5,0 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$.

5.3.2. Condiciones generales de la instalación

Una instalación solar térmica está constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que en nuestro caso está integrada dentro de la misma instalación.

Los sistemas que conforman nuestra instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- Un sistema de captación formado por un captador solar, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- Un sistema de acumulación constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precisa su uso.

- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Un sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

5.3.2.1. Fluido de trabajo

El fluido portador se seleccionará de acuerdo con las especificaciones del fabricante de los captadores. Pueden utilizarse como fluidos en el circuito primario agua de la red, agua desmineralizada o agua con aditivos, según la calidad del agua empleada.

El fluido de trabajo tendrá un pH a 20 °C entre 5 y 9, y un contenido en sales que se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los $650 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.
- El contenido en sales de calcio no excederá de $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, expresados como contenido en carbonato cálcico.
- El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Fuera de estos valores, el agua deberá ser tratada.

5.3.2.2. Protección frente a heladas

La temperatura mínima permitida en el sistema debe ser fijada por el fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema.

La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K , en 5 °C por debajo de la mínima histórica registrada en Vélez-Rubio, con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas.

5.3.2.3. Sobrecalentamientos

La instalación dispone de un dispositivo de control automático que evitará los sobrecalentamientos de la instalación que puedan dañar los materiales o equipos y penalicen la calidad del suministro energético. Se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red.

Cuando las aguas sean duras, es decir con una concentración en sales de calcio entre 100 y 200 mg · L⁻¹, 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 legionella. En cualquier caso, se dispondrán de los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

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

5.3.2.4. Resistencia a presión

Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10 % del valor medio medido al principio del ensayo.

El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo abierta o cerrada. Se tendrá en cuenta la máxima presión de la red para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

5.3.2.5. Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema. Para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno.

5.3.3. Criterios generales de cálculo

5.3.3.1. Dimensionado

Teniendo en cuenta todo lo comentado anteriormente se procede al dimensionado de la instalación para una temperatura deseada de servicio de 45 °C. El cálculo se realiza mediante el programa de cálculo de instalaciones V.1 (Calsolar). Las condiciones generales de partida y los resultados obtenidos quedan plasmados en las siguientes tablas y gráficos.

	Tª exterior media (°C)	Tª media del agua (°C)	Radiación solar media	Tª deseada del agua (°C)	Factor de ocupación
ENERO	9	8	103,58	45	100%

FEBRERO	10	9	117,81	45	100%
MARZO	12	11	156,70	45	100%
ABRIL	13	13	157,17	45	100%
MAYO	16	14	172,85	45	100%
JUNIO	19	15	171,67	45	100%
JULIO	24	16	189,05	45	100%
AGOSTO	26	15	191,41	45	100%
SEPTIEMBRE	20	14	174,19	45	100%
OCTUBRE	15	13	160,39	45	100%
NOVIEMBRE	11	11	121,41	45	100%
DICIEMBRE	9	8	98,79	45	100%

Consumo de agua (l)	Necesidades Mensuales (kWh)	Producción Solar (kWh)	Cobertura Solar
1550	62	108	100%
1400	58	119	100%
1550	62	148	100%
1500	56	143	100%
1550	56	154	100%
1500	53	151	100%
1550	53	157	100%
1550	54	162	100%
1500	54	158	100%
1550	57	150	100%
1500	58	120	100%
1550	62	104	100%

Tabla 4. Resultados.

Resultados	
Tipo de panel	SDS8VE-SDS8HE
Numero de paneles	1
Superficie total	1,99 m ²
Necesidades energéticas totales	695 kWh
Producción Solar	1334 kWh
Cobertura Solar	100 %
Rendimiento de la instalación solar	46,2 %

5.3.3.2. Sistema de captación

El sistema de captación está compuesto por un colector solar plano de máximo rendimiento. En concreto la instalación ha sido calculada para el modelo SDS8VE-SDS8HE, cuyas características técnicas se recogen en la siguiente tabla.

Dicho colector seleccionado poseerá la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que

se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Tabla 5. Características técnicas del colector SDS8 VE/HE.

Características técnicas del colector SDS8 VE/HE	
Superficie externa (m ²)	2,1
Superficie apertura (m ²)	2
Superficie absorbente (m ²)	1,99
Longitud (mm)	2,000
Anchura (mm)	1,050
Profundidad (mm)	95
Peso en vacío (kg)	35
Contenido líquido (l)	1,3
Tubo absorbente de Cu (diam.) (mm)	8
Presión máxima de pruebas (bar)	12
Aislamiento (bar)	7
Absorbente Cu selectivo (mm)	PU 30
Factor de absorción (%)	95 +/- 1
Factor de emisión (%)	9 +/- 1
Perdida de carga (mbar)	--
Resistencia térmica máxima (°C)	159
Presión de régimen admisible (bar)	7
Caudal recomendado (l/h)	50
Conexiones (G)	7/8''

En cuanto a la estructura de soporte del colector, el problema se simplificará ya que el fabricante comercializa soportes prefabricados de acero galvanizado para sus colectores, estos soportes son ideales para la instalación que nos ocupa. La inclinación total del panel será de 45 ° y su orientación hacia el sur.

El coeficiente global de pérdidas, referido a la curva de rendimiento en función de la temperatura ambiente y temperatura de entrada es menor de $10 \text{ Wm}^2 \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, según los coeficientes definidos en la normativa en vigor.

Se debe prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador. Se instalará una válvula de seguridad con el fin de proteger la instalación.

5.3.3.3. Sistema de interacumulador

Se empleará un interacumulador de acero vitrificado de alta resistencia a la corrosión BDS 1 300, dado que es este el modelo que más se ajusta a nuestras necesidades. Dicho modelo posee un sistema de aislamiento de más de 50 mm realizado con poliuretano de alta densidad, libre de CFC. Sus características técnicas están recogidas en la tabla 6.

BDS 1100 M

Tipo de instalación	Mural
Capacidad (l)	100
Presión máxima (bar)	7
Sup. 1 ^{er} serpentín (m ²)	0,81
Sup. 2 ^o serpentín (m ²)	---
Pérdidas en stand-by (kWh/24h)	1,4
Potencia (kW)	30*
Pot. kit apoyo Electr (W)	2400
Peso en vacío (kg)	54
Garantía	5 años

- 1 Entrada de agua fría
- 2 Salida agua caliente
- 3 Resistencia eléctrica inferior
- 4 Resistencia eléctrica superior
- 5 Toma superior intercambiador inferior
- 6 Toma inferior intercambiador inferior
- 7 Termostato intercambiador inferior
- 8 Toma superior intercambiador superior
- 9 Toma inferior intercambiador superior
- 10 Termostato intercambiador superior
- 11 Termómetro

* 1er serpentín: secundario 10^o-45^oC. Primario 90^o-70^oC.

Tabla 6. Características técnicas del interacumulador BDS 1 100 M.

Para el caso del intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15. En nuestro caso la superficie útil de intercambio es de 0,81 m² y la superficie colectora es de 1,99 m², cumpliéndose por tanto tal requerimiento.



Ilustración 1. Acumulador en el que se observa el intercambiador tubular.

El área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

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

Siendo:

- A: La suma de las áreas de los captadores [m²].
- V: El volumen del depósito de acumulación solar [litros].

En nuestro caso $\frac{V}{A} = 50,51$

El sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

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

- La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.
- La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior.
- La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

En la siguiente ilustración se recoge de forma esquemática el sistema de conexiones del interacumulador y su situación.

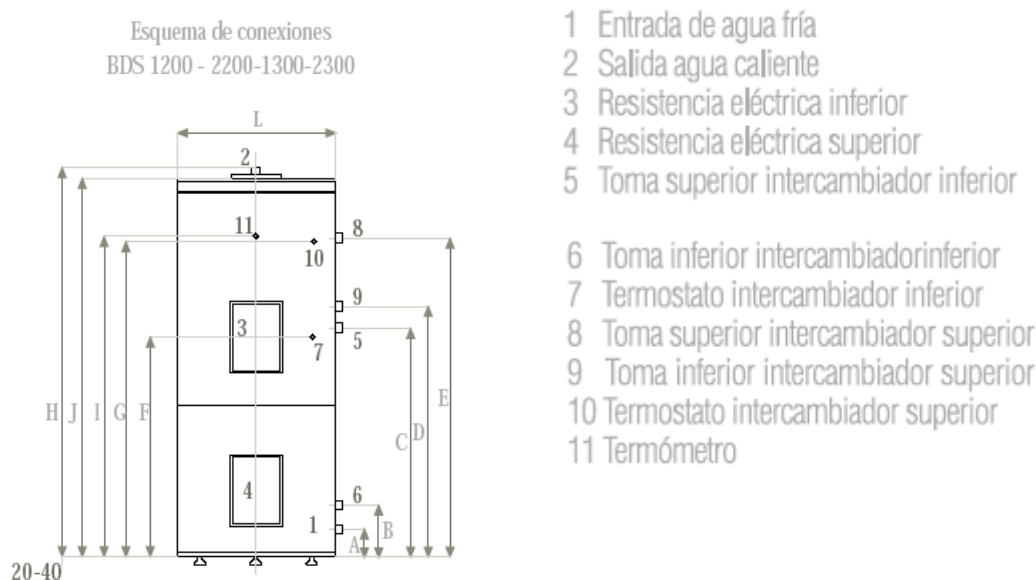


Ilustración 2. Esquema de conexiones del interacumulador.

5.3.3.4. Sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar dispondrán de un sistema de energía convencional auxiliar. Queda prohibido el uso de sistemas de energía convencional auxiliar en el circuito primario de captadores.

El sistema de energía auxiliar consiste en un calentador de agua eléctrico de 100 litros de capacidad y de 1 500 W de potencia, el sistema auxiliar se diseña para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche al máximo posible la energía extraída del campo de captación. Dicho sistema dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente

a la prevención y control de la legionelosis. Se ubicará al lado del interacumulador de ACS.

5.3.3.5. Circuito hidráulico

Tuberías:

Las tuberías, tanto en el circuito primario como en el secundario serán de cobre. Procedamos a calcular el diámetro de dicha tubería, para ello usaremos la siguiente expresión:

$$D = j \cdot C^{0,35} \quad (2)$$

Donde:

- D: diámetro [cm].
- C: caudal [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$].
- $j = 2.2$ para tuberías metálicas.

Antes de proceder con el cálculo del diámetro, necesitamos estimar el caudal al que trabajará la instalación. El caudal recomendado por el fabricante de los paneles es de 50 litros por hora y por colector cuando el fluido caloportador es agua. Para otros fluidos debemos dividir este valor por el calor específico correspondiente. En nuestro caso en previsión de que el fluido caloportador no sea agua se ha aumentado el caudal recomendado por el fabricante en un 40 %, para tener en cuenta esta posible variabilidad.

$$C = 1,2 \frac{L}{\text{panel} \cdot \text{min}} \cdot 1 \text{ paneles} = 1,2 \frac{L}{\text{min}} = 0,072 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Se ha despreciado la diferencia entre caudal másico y volumétrico ya que los valores obtenidos apenas varían al ser seguramente la densidad de la mezcla cercana a 1 g/cm^3 . Sustituyendo el valor del caudal en la primera expresión resulta:

$$D = 2,2 \cdot 0,072^{0,35} = 0,88 \text{ cm}$$

Tomamos como valor normalizado más próximo el tubo de diámetro interior = 10 mm, pero al ser este valor inferior al diámetro mínimo recomendada para este tipo de instalaciones se decide aumentarlo hasta un diámetro interior de 16 mm (diámetro nominal de 18 mm). A continuación debemos comprobar que para el diámetro obtenido se cumplen las siguientes condiciones:

- La pérdida de carga por metro lineal de tubo no supere los 40 mm CA.

- La velocidad de circulación del líquido ha de ser inferior a $1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- La pérdida total de carga en el circuito principal no ha de superar los 7 m CA.

A partir del ábaco de la Ilustración 4, podemos determinar la pérdida de carga debida al rozamiento, así como la velocidad del fluido. Hay que tener en cuenta que, al ser el fluido caloportador distinto de agua, a los resultados obtenidos en estos ábacos debemos de afectarlos de un factor corrector igual a la raíz cuarta del cociente entre la viscosidad de la disolución y la del agua a la temperatura considerada ($45 \text{ }^\circ\text{C}$):

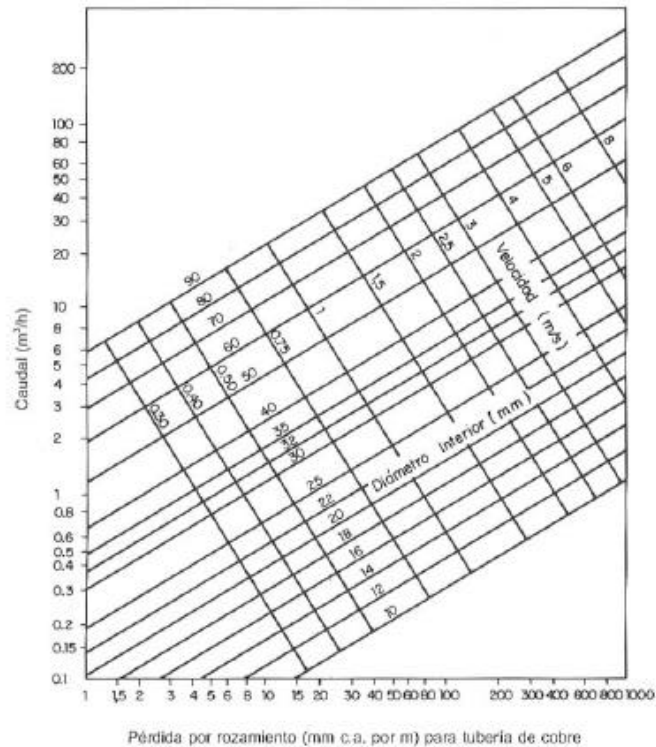


Ilustración 3. Pérdida por rozamiento (mm C.A. por m) para tubería de cobre.

Se ha de tener en cuenta las pérdidas de carga producidas en las singularidades. Para ello recurriremos al método de reducir las singularidades del circuito a longitud equivalente de tubería. Las longitudes equivalentes de cada singularidad se han tomado de la tabla 7.

Tabla 7. Longitud equivalente de cada singularidad.

Singularidad	L_E
Derivación en T	2,2
Válvula de bola	1
Codos de 90°	1,5
Entrada a depósito	1,5
Salida depósito	1
Válvula retención de clapeta	10

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente obtenemos una pérdida de carga total de 1,2 m CA. Estando esta dentro de los límites admisibles antes considerados.

El circuito hidráulico cumplirá las siguientes condiciones:

- Trazado de tuberías con retorno invertido para garantizar que el caudal se distribuya uniformemente entre los captadores.
- Bomba de circulación en línea, en la zona más fría del circuito y en tramo de tubería vertical.
- El vaso de expansión se conectará a la aspiración de la bomba.
- El circuito irá provisto de válvulas de seguridad taradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superará la presión máxima de trabajo de los componentes.
- Se colocarán sistemas antirretorno para evitar la circulación inversa y en la entrada de agua fría del acumulador solar.
- El circuito incorporará un sistema de llenado manual que permitirá llenar y mantener presurizado el circuito.
- Se montarán válvulas de corte para facilitar la sustitución o reparación de componentes sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. Estas válvulas independizarán baterías de captadores, intercambiador de calor, acumulador y bomba.
- Se instalarán válvulas de corte a la entrada de agua fría y salida de agua caliente del depósito de acumulación solar.
- Se instalarán válvulas que permitan el vaciado total o parcial de la instalación.
- En cada zona de la batería de captadores en la que se hayan situado válvulas de corte se instalarán válvulas de seguridad.
- En los puntos altos de la salida de baterías de captadores se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.
- En el trazado del circuito se evitan en lo posible los sifones invertidos y caminos tortuosos que faciliten el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos de la instalación.
- Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de la circulación.
- Las tuberías y accesorios se aislarán y protegerán con materiales que cumplan las normas especificadas.

Bomba de circulación:

Los materiales de la bomba del circuito primario son compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado. La bomba permitirá efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

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

$$P = C \cdot \Delta p \quad (3)$$

Donde:

- P: Potencia eléctrica. [W].
- C: Caudal. [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$].
- Δp : Pérdida de carga de la instalación. [m CA].

De todo lo anterior y considerando que el rendimiento del electrocirculador será del 25%, tendremos una potencia nominal de 8 W.

Vasos de expansión:

Los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba. Para dimensionar el vaso de expansión cerrado utilizamos la siguiente expresión:

$$V = V_T \cdot (0,2 + 0,01h) \quad (4)$$

Donde:

- V: capacidad del vaso de expansión.
- V_T : capacidad total del circuito primario.
- h: diferencia de altura en metros entre el punto más alto del colector y el depósito de expansión.

Se calcula de forma aproximada la capacidad total del circuito primario, para ello tendremos en cuenta la capacidad de los aproximadamente 20 metros de tubería de diámetro interior 16 mm, la capacidad del colector, y la capacidad del intercambiador de calor integrado en el depósito.

Teniendo en cuenta todo lo anterior resulta un volumen total en el circuito primario de unos 24 litros. Por otro lado la diferencia de alturas entre el punto más alto del colector y el vaso de expansión será de unos dos metros. El volumen del depósito será de 6 litros.



Ilustración 4. Vaso de expansión.

5.3.3.6. Sistema de regulación y control

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

El sistema de regulación en nuestro caso consiste en:

- Termostato para controlar la resistencia eléctrica del acumulador. Éste termostato activará la resistencia eléctrica cuando la temperatura del depósito baje de los 35 °C y la desactivará para una temperatura de 45 °C.
- Termostato diferencial para controlar la marcha del electrocirculador. Éste termostato consta de dos sondas de temperatura que se situarán a la salida del colector y en la parte baja del depósito de acumulación. El termostato diferencial se programará para que active la electrobomba cuando la diferencia entre la temperatura del colector y la del depósito sea de 5°C y se desactive cuando la diferencia sea de 2°C. El modelo elegido es el Control Proporcional C.E.P. 1201.

El control electrónico proporcional CEP-1201 viene provisto de una caja de aluminio para montar en interiores, integrada en una caja de control convencional. En su exterior se aprecian dos luces de color verde: la de la izquierda indica que el aparato está conectado a la red eléctrica y está recibiendo 220 V, mientras la de la derecha indica el funcionamiento de la bomba de circulación. Sus especificaciones técnicas son:

Voltaje de entrada: 220/230 V, 50 Hz.

Consumo de energía: máx. 4 W.

Carga permitida: máx. 500 W.

Dimensiones caja de aluminio: 125 x 82 x 40 mm.

Dimensiones caja de ABS: 160 x 80 x 60 mm.

Peso caja de aluminio: 0,420 kg.

Peso caja de ABS: 0,470 kg.

- Además se instalarán dos termómetros que nos permitirán visualizar la temperatura del fluido a la entrada y salida del intercambiador de calor y un manómetro en *bypass* con el electrocirculador.

5.4. 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 planes complementarios de actuación:

- Plan de vigilancia.
- Plan de mantenimiento preventivo.

En adelante IV se entenderá como “Inspección Visual” y CF como “Control de Funcionamiento”.

5.4.1. 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 siguiente tabla:

Tabla 8. Plan de vigilancia.

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.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	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.

5.4.2. Plan de mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará una revisión anual de la instalación dado que la superficie de captación es inferior a 20 m².

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.

El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

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. Se realizan conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.

Tabla 9. Mantenimiento del 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

Tabla 10. Mantenimiento del 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

Tabla 11. Mantenimiento del 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

Tabla 12. Mantenimiento del 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

Tabla 13. Mantenimiento del 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

Tabla 14. Mantenimiento del sistema de energía auxiliar.

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

6. CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

6.1. Ámbito de aplicación

Es de aplicación esta sección a los edificios de los usos indicados en la Tabla 1 incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de aplicación establecidos en dicha tabla.

Para ver si nuestra nave debe incorporar este sistema nos fijaremos en la siguiente tabla:

Tabla 15. Ámbito de aplicación HE 5.

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Haciendo uso de esta tabla y tomando nuestro edificio como nave de almacenamiento (lo que más se “aproxima” a nuestra planta), vemos que no es de aplicación este punto, ya que la superficie de nuestra planta es inferior a los 10 000 m² construidos necesarios para aplicar esta sección.

7. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA

7.1. Bibliografía

- **Código Técnico de la Edificación DB-HE: Ahorro de Energía.** Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo del Ministerio de Vivienda. (BOE 28-03-2006).