

Documento Básico **HE**

Ahorro de energía

- HE 0 Limitación del consumo energético
- HE 1 Limitación de la demanda energética
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5, y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. 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".

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

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

1. 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*.
2. 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.
3. 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 la 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.

II 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 al 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.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 de la Parte I del CTE, y deberá justificarse en el proyecto el cumplimiento del requisito básico y de las exigencias básicas.

El "Catálogo de Elementos Constructivos del CTE" aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en este DB. Los valores que el Catálogo asigna a soluciones constructivas que no se fabrican industrialmente sino que se generan en la obra tienen garantía legal en cuanto a su aplicación en los proyectos, mientras que para los productos de construcción fabricados industrialmente dichos valores tienen únicamente carácter genérico y orientativo.

Las citas a una disposición reglamentaria en este DB se refieren a la versión vigente en cada momento. Las citas de normas se refieren a las versiones que se indican en el documento "Normas de aplicación", que tendrá el carácter de Documento Reconocido del CTE.

IV Criterios de aplicación en edificios existentes

Criterio 1: no empeoramiento

Salvo en los casos en los que en este DB se establezca un criterio distinto, las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean menos exigentes que las establecidas en este DB no se podrán reducir, y las que sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel establecido en el DB.

Criterio 2: flexibilidad

En los casos en los que no sea posible alcanzar el nivel de prestación establecido con carácter general en este DB, podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible, determinándose el mismo, siempre que se dé alguno de los siguientes motivos:

- a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o;
- b) la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de "Ahorro de energía", o;
- c) otras soluciones no sean técnica o económicamente viables, o;

- d) la intervención implique cambios sustanciales en otros elementos de la envolvente sobre los que no se fuera a actuar inicialmente.

En el proyecto debe justificarse el motivo de la aplicación de este criterio de flexibilidad. En la documentación final de la obra debe quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y los condicionantes de uso y mantenimiento, si existen.

Criterio 3: reparación de daños

Los elementos de la parte existente no afectados por ninguna de las condiciones establecidas en este DB, podrán conservarse en su estado actual siempre que no presente, antes de la intervención, daños que hayan mermado de forma significativa sus prestaciones iniciales. Si el edificio presenta daños relacionados con el requisito básico de "Ahorro de energía", la intervención deberá contemplar medidas específicas para su resolución.

V Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-HE

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

VI Términos y definiciones

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en los apéndices A de cada una de las secciones de este DB o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

Sección HE 4

Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

1 Ámbito de aplicación

- 1 Esta Sección es de aplicación a:
 - a) edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d;
 - b) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;
 - c) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Caracterización de la exigencia

- 1 Se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS o de climatización de piscina del edificio.
- 2 En el caso de ampliaciones e intervenciones en edificios existentes, contemplados en el punto 1 b) del apartado 1, la contribución solar mínima solo afectará al incremento de la demanda de ACS sobre la demanda inicial.

2.2 Cuantificación de la exigencia

2.2.1 Contribución solar mínima para ACS y/o piscinas cubiertas

- 1 La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.
- 2 En la tabla 2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

- 3 En la tabla 2.2 se establece, para cada zona climática, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de climatización de piscinas cubiertas.

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Climatización de piscinas cubiertas

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

- 4 La contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio; bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana.
- 5 Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente *instalación solar térmica* y el *sistema de referencia* que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada.
- 6 En los casos en los que el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente en rehabilitación de edificios o cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la aplicación de la normativa urbanística que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria en edificios de nueva planta o rehabilitaciones de edificios, o cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística, deberá sustituirse parcial o totalmente la contribución solar mínima de manera acorde con lo establecido en los párrafos 4 y 5.

2.2.2 Protección contra sobrecalentamientos

- 1 El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.
- 2 En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100 % de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:
- a) dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del *circuito primario*);

- b) tapado parcial del campo de *captadores*. En este caso el *captador* solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del *circuito primario* (que seguirá atravesando el *captador*);
 - c) vaciado parcial del campo de *captadores*. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del *circuito primario*, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento;
 - d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes;
 - e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de *captadores*.
- 3 En cualquier caso, si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de *captadores* completo incluyendo todas las tuberías de conexión de *captadores* más un 10 %.
 - 4 Las instalaciones deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo.

2.2.3 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

- 1 Las pérdidas se expresan como porcentaje de la *radiación solar* que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.
- 2 La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la tabla 2.3. Este porcentaje de pérdidas permitido no supone una minoración de los requisitos de contribución solar mínima exigida.

Tabla 2.3 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

- 3 En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: las *pérdidas por orientación e inclinación*, las *pérdidas por sombras* y las pérdidas totales deberán ser inferiores a los límites estipulados en la tabla anterior, respecto a los valores de energía obtenidos considerando la orientación e inclinación óptimas y sin sombra alguna.
- 4 Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:
 - a) demanda constante anual: la latitud geográfica;
 - b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °;
 - c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

2.2.4 Sistemas de medida de energía suministrada

- 1 Las instalaciones solares o instalaciones alternativas que las sustituyan de más de 14 kW dispondrán de un sistema de medida de la energía suministrada con objeto de poder verificar el cumplimiento del programa de gestión energética y las inspecciones periódicas de eficiencia energética.
- 2 El diseño del sistema de contabilización de energía y de control debe permitir al usuario de la instalación comprobar de forma directa, visual e inequívoca el correcto funcionamiento de la instalación, de manera que este pueda controlar diariamente la producción de la instalación.

- 3 En el caso de viviendas esta visualización y contraste de la energía producida por la instalación con respecto a la producción de proyecto podrá ser verificada de forma centralizada por quien la comunidad delegue o de manera individualizada por cada usuario particular mediante la incorporación de paneles de visualización, visores de lectura de contadores, etc. accesibles.
- 4 En el caso de instalaciones solares con acumulación solar distribuida será suficiente la contabilización de la energía solar de forma centralizada en el circuito de distribución hacia los acumuladores individuales.

2.2.5 Sistemas de acumulación solar y conexión de sistema de generación auxiliar

- 1 El sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia del generador (*captadores* solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultánea con la generación.
- 2 Para la aplicación de ACS, el área total de los *captadores* tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

donde,

A suma de las áreas de los *captadores* [m²];

V volumen de la acumulación solar [litros].

- 3 No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante sellado irreversible u otro medio.

3 Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

3.1 Procedimiento de verificación

- 1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación:
 - a) obtención de la contribución solar mínima según el apartado 2.2;
 - b) diseño y dimensionado de la instalación;
 - c) obtención de las pérdidas límite por orientación, inclinación y sombras del apartado 2.2.3;
 - d) cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 5.

3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia

- 1 En la documentación de proyecto figurará:
 - a) la zona climática según la *Radiación Solar Global media diaria anual* del emplazamiento;
 - b) la contribución solar mínima exigida;
 - c) la demanda de agua caliente sanitaria anual;
- 2 Cuando la demanda se satisfaga mediante una *instalación solar térmica*, se incluirán también:
 - a) las características y dimensionado de la instalación proyectada;
 - b) contribución solar anual alcanzada;
 - c) plan de vigilancia y plan de mantenimiento de la instalación.

- 3 Cuando toda o parte de la demanda de agua caliente sanitaria se cubra con una instalación alternativa, se justificará el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 4 y 5 del punto 2.2.1.

4 Cálculo

4.1 Cálculo de la demanda

- 1 Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60 °C).

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la tabla 2.1. Las demandas de ACS a 60 °C se han obtenido de la norma UNE 94002. Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2.) con los valores de $T_i = 12$ °C (constante) y $T = 45$ °C.

- 2 Para otros usos se tomarán valores contrastados por la experiencia o recogidos por fuentes de reconocida solvencia.
- 3 Para una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \quad (4.1)$$

$$D_i(T) = D_i(60^\circ C) \frac{60 - T_i}{T - T_i} \quad (4.2)$$

donde

- D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;
- D_i(T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida;
- D_i(60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C;
- T Temperatura del acumulador final;
- T_i Temperatura media del agua fría en el mes i (según Apéndice B).

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

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

- 5 En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria a 60 °C calculada.

Tabla 4.3. Valor del factor de centralización

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

- 6 Adicionalmente se tendrán en cuenta las pérdidas caloríficas en distribución/recirculación del agua a los puntos de consumo así como en los sistemas de acumulación.
- 7 Para el cálculo posterior de la contribución solar anual, se estimarán las demandas mensuales tomando en consideración el número de personas correspondiente a la ocupación plena.
- 8 Se tomarán como perteneciente a un único edificio la suma de demandas de agua caliente sanitaria de diversos edificios ejecutados dentro de un mismo recinto, incluidos todos los servicios. Igualmente en el caso de edificios de varias viviendas o usuarios de ACS, a los efectos de esta exigencia, se considera la suma de las demandas de todos ellos.
- 9 En el caso que se justifique un nivel de demanda de ACS que presente diferencias de más del 50% entre los diversos días de la semana, se considerará la correspondiente al día medio de la semana y la capacidad de acumulación será igual a la del día de la semana de mayor demanda.

4.2 Zonas climáticas

- 1 En la tabla 4.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la *Radiación Solar Global media diaria anual* sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

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

- 2 Para la asignación de la zona climática de la tabla 4.4 podrán emplearse los datos de *Radiación Solar Global media diaria anual* que para las capitales de provincia se recogen en el documento “Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT”, publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. Para aquellas localidades distintas de las capitales de provincia, a efectos de aplicación de este Documento Básico podrá emplearse el dato correspondiente a la capital de provincia, o bien otros datos oficiales de Radiación Solar Global media diaria anual aplicables a dicha localidad correspondientes al período 1983-2005.

5 Mantenimiento

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

5.1 Plan de vigilancia

- 1 El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla 5.1:

Tabla 5.1 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.
CIRCUITO SECUNDARIO	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

IV: inspección visual

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

5.2 Plan de mantenimiento

- 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, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior 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.

Tabla 5.2 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

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

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.2 párrafo 2.

IV: inspección visual

Tabla 5.3 Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación

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

IV: inspección visual

Tabla 5.4 Plan de mantenimiento. 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

CF: control de funcionamiento

Tabla 5.5 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

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

IV: inspección visual

CF: control de funcionamiento

Tabla 5.6 Plan de mantenimiento. 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

CF: control de funcionamiento

Tabla 5.7 Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar

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

CF: control de funcionamiento

Apéndice A Terminología

Absorbedor: componente de un *captador solar térmico* cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

Captador (solar térmico): dispositivo diseñado para absorber la *radiación solar* y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

Carcasa: es el componente del *captador* que conforma su superficie exterior, fija la cubierta, contiene y protege a los restantes componentes del colector y soporta los anclajes del mismo.

Cerramiento: función que realizan los *captadores* cuando constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

Circuito primario: circuito del que forman parte los *captadores* y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

Circuito secundario: circuito en el que se recoge la energía transferida del *circuito primario* para ser distribuida a los puntos de consumo.

Circuito de consumo: circuito por el que circula agua de consumo.

Circulación natural: cuando el movimiento del fluido entre los *captadores* y el intercambiador del depósito de acumulación se realiza por convección y no de forma forzada.

Depósitos solares conectados en serie invertida: depósitos conectados de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

Depósitos solares conectados en paralelo con el circuito secundario equilibrado: depósitos conectados en paralelo de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

Elementos de sombreado: cuando los *captadores* protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

Instalación solar térmica: conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la *radiación solar* incidente mediante *captadores* solares térmicos, transformarla directamente en energía térmica útil calentando un líquido, transportar la energía térmica captada al sistema de intercambio o de acumulación a través de un circuito hidráulico mediante *circulación natural* por termosifón o circulación forzada por bomba, transferir la energía térmica captada desde el circuito de *captadores* al *circuito de consumo* mediante un intercambiador, almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo líquido de trabajo de los *captadores*, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después de forma directa en los puntos de consumo, asegurar mediante un sistema de regulación y control el correcto funcionamiento de la instalación para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y protegerla frente a sobrecalentamientos, congelaciones, etc.. El sistema se complementa con un sistema auxiliar de apoyo.

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

- a) un sistema de captación formado por los *captadores* solares de calentamiento de fluido, encargados de transformar la *radiación solar* incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos;
- b) un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso;
- c) un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación;

- d) 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;
- e) 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.;
- f) adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para cubrir la demanda que la energía solar no pueda satisfacer directamente, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en casos de escasa *radiación solar* o demanda superior a la prevista.

Integración arquitectónica de los captadores: disposición de los *captadores* en la que estos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (*revestimiento*, *cerramiento* o *sombreado*) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

Irradiancia solar: potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en kW/m².

Irradiación solar: energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la *irradiancia solar* durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se mide en kWh/m².

Pérdidas por orientación: cantidad de *irradiación solar* no aprovechada por el sistema *captador* a consecuencia de no tener la orientación óptima.

Pérdidas por inclinación: cantidad de *irradiación solar* no aprovechada por el sistema *captador* a consecuencia de no tener la inclinación óptima.

Pérdidas por sombras: cantidad de *irradiación solar* no aprovechada por el sistema *captador* a consecuencia de la existencia de sombras sobre el mismo en algún momento del día.

Radiación solar: es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Radiación Solar Global media diaria anual: radiación solar directa e indirecta (global) que llega a una determinada superficie, tomando el valor anual como suma de valores medios diarios. En este documento se considera una superficie horizontal.

Revestimiento: cuando los *captadores* constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Sistema de referencia: se considerará como *sistema de referencia* para ACS, y como *sistema de referencia* para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%.

Sistemas solares prefabricados: instalaciones solares térmicas que se producen bajo condiciones que se presumen uniformes y son ofrecidos a la venta como equipos completos y listos para instalar, bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos y, por otro lado, constituir un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniforme de componentes.

Superposición de captadores: disposición de los *captadores* en la que estos se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin necesidad de cumplir la doble funcionalidad definida en la *integración arquitectónica*. No se considera admisible la colocación horizontal de los módulos con el fin de favorecer la autolimpieza de los *captadores*.

Temperatura de estancamiento del captador: corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido el *captador* a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el *captador* y se alcanzan condiciones cuasiestacionarias.

Apéndice B Temperatura media del agua fría

La siguiente tabla contiene la temperatura diaria media mensual (°C) de agua fría para las capitales de provincia, para su uso en el cálculo de la demanda de ACS a temperaturas de cálculo distintas a 60°C:

Tabla B.1 Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>A Coruña</i>	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
<i>Albacete</i>	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
<i>Alicante/Alacant</i>	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
<i>Almería</i>	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
<i>Ávila</i>	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
<i>Badajoz</i>	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
<i>Barcelona</i>	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
<i>Bilbao/Bilbo</i>	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
<i>Burgos</i>	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
<i>Cáceres</i>	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
<i>Cádiz</i>	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
<i>Castellón/Castelló</i>	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
<i>Ceuta</i>	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
<i>Ciudad Real</i>	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
<i>Córdoba</i>	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
<i>Cuenca</i>	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
<i>Girona</i>	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
<i>Granada</i>	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
<i>Guadalajara</i>	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
<i>Huelva</i>	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
<i>Huesca</i>	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
<i>Jaén</i>	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
<i>Las Palmas de Gran Canaria</i>	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
<i>León</i>	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
<i>Lleida</i>	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
<i>Logroño</i>	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
<i>Lugo</i>	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
<i>Madrid</i>	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
<i>Málaga</i>	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
<i>Melilla</i>	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
<i>Murcia</i>	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
<i>Ourense</i>	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
<i>Oviedo</i>	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
<i>Palencia</i>	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
<i>Palma de Mallorca</i>	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
<i>Pamplona/Iruña</i>	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
<i>Pontevedra</i>	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
<i>Salamanca</i>	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
<i>San Sebastián</i>	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
<i>Santa Cruz de Tenerife</i>	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
<i>Santander</i>	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
<i>Segovia</i>	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
<i>Sevilla</i>	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
<i>Soria</i>	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
<i>Tarragona</i>	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
<i>Teruel</i>	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
<i>Toledo</i>	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
<i>Valencia</i>	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
<i>Valladolid</i>	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
<i>Vitoria-Gasteiz</i>	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
<i>Zamora</i>	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
<i>Zaragoza</i>	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

En los casos en los que la localidad no coincida con la capital de provincia se corregirá la temperatura ambiente diaria media mensual (TambY) según la temperatura de la capital de provincia (TambCP) y la diferencia de altura con respecto a esta (Az = Altura de la localidad – Altura de la Capital de provincia) mediante la siguiente expresión:

$$TambY = TambCP - B * Az$$

Donde

B = 0,010 para los meses de octubre a marzo;

B = 0,005 para los meses de abril a septiembre.