



DTIE 8.03

INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS
PARA PRODUCCIÓN DE AGUA
CALIENTE SANITARIA

Edición revisada conforme al
Código Técnico de la Edificación

PATROCINA



EDITA



DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN DTIE

DTIE 8.03 INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Edición revisada

Autores:

Valeriano Ruiz Hernández

Catedrático del Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. Director del Instituto Andaluz de Energías Renovables. Presidente del Centro de Nuevas Tecnologías Energéticas (CENTER).

Germán López Lara

Ingeniero Industrial, MSc en Ingeniería Mecánica, Master en Energías Renovables en la Ingeniería y Arquitectura, Responsable del Área de Energía Solar de SODEAN (Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía). Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.

Juan Carlos Martínez Escribano

Ingeniero Aeronáutico, Director Técnico de DISOL (División Solar).

Revisado y actualizado al CTE por:

Ricardo García San José
Ingeniero Industrial. Director Técnico de FACTOR 4 Ingenieros Consultores S.L.
Miembro del Comité Técnico de ATECYR.

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR

Presidente:	JOSÉ MANUEL PINAZO OJER
Vicepresidente:	FELIPE CEBRIÁN QUESADA
Vocales:	SANTIAGO AROCA LASTRA JOSÉ MARÍA CANO MARCOS ALEJANDRO CABETAS HERNÁNDEZ MARÍA CUBILLO SAGÜES JOSÉ FERNÁNDEZ SEARA ARCADIO GARCÍA LASTRA RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ AGUSTÍN MAILLO PÉREZ ANTONIO PANIEGO GÓMEZ PAULINO PASTOR PÉREZ PEDRO J. POZO GÓMEZ JUAN JOSÉ QUIXANO BURGOS FRANCISCO JAVIER REY MARTÍNEZ JOSÉ ANTONIO RODRÍGUEZ TARODO ÁNGEL SÁNCHEZ DE VERA QUINTERO VICTOR MANUEL SOTO FRANCÉS RAFAEL ÚRCULO ARAMBURU ALBERTO VITI CORSI ANTONIO VEGAS PEDRO G. VICENTE QUILES ANTONIO GARCÍA LAESPADA SALVADOR SOLSONA PEDRO TORRERO GRAS JOSÉ B. PÉREZ-ALLUÉ JUAN TRAVESÍ CABETAS

© ATECYR

Edita: ATECYR
Navaleno, 9
28033 Madrid

Producción y realización:
ATECYR

Maquetación e impresión:
GRÁFICAS ELISA, S.L.

ISBN: 978-84-95010-20-9
Dep. Legal: M-34092-2007

* Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

PRESENTACIÓN

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), una entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.500 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y Aire Acondicionado.

Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como sus fines:

El estudio de la problemática y de la ordenación, reglamentación y protección de las técnicas de calefacción, refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire, frío industrial, fontanería, uso racional de la energía y aquellas otras actividades relacionadas o anexas con las mismas, considerando su particular circunstancia de especialidades en la ingeniería del medio ambiente.

La creación, recopilación y divulgación de información científica relacionada con estas tecnologías en España respecto a dichas técnicas, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre y el desarrollo de la misma.

Fomentar el interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de cumplir mejor su función social.

La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados como AENOR, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas; Ministerios de la Vivienda, de Industria y Comercio, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora y Grupo de Trabajo Permanente del Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE), así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la normativa sobre la prevención de la Legionelosis; un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones Provinciales con que contamos; otras asociaciones, como la Asociación de Fabricantes Españoles de Climatización (AFEC), con la que se ha desarrollado un Plan de Calidad para las instalaciones de climatización que pronto será elevado a norma y con la Asociación de Fabricantes de Equipos y Generadores de Calor (FEGECA)

En el campo normativo es digno de resaltar la participación en la elaboración del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), publicado en 1998, así como la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión de este mismo reglamento, en diciembre de 2003 y que hoy esta pendiente de aprobación.

Desde el punto de vista internacional es miembro de REHVA, asociación europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y ASHRAE, su homónima americana, con la participación destacada de algunos de sus socios en los órganos de gobierno de las mismas.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es haber promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de Portugal, Francia e Italia. La segunda edición tuvo lugar en España en el año 2005, coincidiendo con el certamen CLIMATIZACIÓN 2005, la tercera edición en Lyon, Francia, estando prevista la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007.

En sus más de treinta y tres años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración.

Esto es, en gran parte, debido a la existencia de un grupo de socios comprometidos con los fines de la asociación, que han trabajado y trabajan de una forma desinteresada por mantener el nivel y el prestigio, de alguna forma heredado, evolucionando hacia las nuevas tendencias técnicas, tecnológicas y de mercado.

Una parte importante de este prestigio se debe a la labor del Comité Científico de ATECYR, ahora evolucionado hacia Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector y que, de alguna manera, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años, ya sea desde ATECYR o desde el desarrollo de su actividad profesional.

Como no podía ser de otra manera, el Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde hace años, en la elaboración de una ingente documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración.

Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

Dentro de la bibliografía propia nace la colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DITE) como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre ese tema para desarrollar su labor.

Se trata de ofrecer al técnico de una herramienta útil para la realización de su trabajo, sin tratar de condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

Por definición, el concepto de utilidad va unido inequívocamente a estos documentos, lo que nos ha hecho plantear algunos temas que, lejos de ser netamente técnicos, merecen la atención de nuestros expertos por la repercusión sobre la actividad de nuestros socios, los técnicos del sector. Me refiero a cuestiones de índole jurídico-técnico en los que nuestra actividad nos obliga a ponernos al día.

Como conclusión, esta colección de libros pretende constituirse como guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, enfocadas a técnicos que trabajen o que tengan inquietudes en este ámbito.

Sólo queda agradecer su aportación a los patrocinadores de estas ediciones, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.

Jaime R. Sordo González
Presidente

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer al Socio Protector, la empresa SAUNIER DUVAL DICOSA, S. A., por su valiosa colaboración prestada a la edición de esta y sucesivas DTIE, pues conocedora del proyecto emprendido por ATECYR, para la elaboración de esta colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación, ha decidido subvencionar la edición de todas las DTIE proyectadas.

Serie ATECYR de DTIE - Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación

SERIE 1: Instalaciones sanitarias

- *1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- *1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.03 Cálculo de redes de distribución de agua sanitaria
- 1.04 Cálculo de redes de evacuación y ventilación

SERIE 2: Condiciones de diseño

- *2.01 Calidad del ambiente térmico
- *2.02 Calidad de aire interior
- 2.03 Ambiente acústico: origen, remedios y límites de ruidos y vibraciones

SERIE 3: Psicrometría

- *3.01 Psicrometría

SERIE 4: Tuberías

- *4 01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)

SERIE 5: Conductos

- *5.01 Cálculo de conductos

SERIE 6: Combustible

- *6.01 Combustión
- 6.02 Diseño y cálculo de chimeneas
- 6.03 Redes de distribución de gas, diseño y cálculo

SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo

- *7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.02 Cálculo de consumo de energía: simulación de sistema

SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición

- *8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- 8.02 Bomba de calor
- *8.03 Instalaciones Solares Térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria. Edición revisada.

SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire

- *9.01 Tipos de sistemas
- *9.02 Aplicaciones a diferentes tipos de edificios
- *9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales

SERIE 10: Sistemas de calefacción

- 10.01 Tipos de sistemas
- 10.02 Aplicaciones para edificios residenciales
- *10.03 Calderas individuales

SERIE 11: Control

- 11.01 Esquemas de control

***SERIE 12: Aislamiento térmico**

SERIE 13: Difusión de aire

SERIE 14: Acumulación de energía térmica

SERIE 15: Salas de máquinas

SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento

SERIE 17: Varios

- 17.01 Análisis económico de sistemas
- *17.02 Responsabilidad Civil del Ingeniero

* Editadas

INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

INDICE

INTRODUCCIÓN	9
1. CONFIGURACIONES	11
1.1 Descripción general de una instalación solar térmica	11
1.2 Criterios funcionales	12
1.2.1. Principio de circulación	12
1.2.2. Sistema de transferencia de calor	15
1.2.3. Sistema de apoyo	16
1.2.4. Forma de acoplamiento del sistema de apoyo	17
1.3. esquemas de funcionamiento	20
2. INSTALACIONES SOLARES PARA ACS EN LA EDIFICACION	26
2.1. Edificios colectivos con calefacción y/o ACS individuales	27
2.1.1. Instalaciones totalmente individuales	27
2.1.2. Captación comunitaria con acumulación distribuida	29
2.1.3. Captación común con acumulación centralizada	30
2.1.4. Captación y acumulación comunitaria en primario	32
2.2. Integración de calderas o calentadores individuales	33
2.2.1. Regulación de temperaturas	33
2.2.2. Apoyo sobre la acumulación	36
2.2.3. Calderas con miniacumulación	36
2.2.4. Prevención de la legionelosis	37
2.3. Edificios colectivos con calefacción y/o ACS central	37
3. COMPONENTES	39
3.1. Captador solar	39
3.1.1. Principio de funcionamiento	39
3.1.2. Elementos principales	40
3.1.3. Caracterización del funcionamiento	44
3.1.4. Homologación de los captadores solares	47
3.1.5. Orientación, inclinación y sombras	47
3.1.6. Conexiones	51
3.1.7. Cálculo de caudales de circulación	57
3.2. Otros componentes	58
3.2.1. Acumulador	58
3.2.2. Intercambiador de calor	61
3.2.3. Bomba de circulación	63
3.2.4. Vaso de expansión	63
3.2.5. Otros componentes hidráulicos	65
3.2.6. Sistemas de control	68
4. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	70
4.1. Temperaturas	70
4.1.1. Temperaturas de trabajo en funcionamiento normal	70
4.1.2. Temperaturas máximas de trabajo	71
4.1.3.- Temperaturas mínimas de trabajo	73
4.2. Presiones	73

4.2.1. Presiones de funcionamiento	73
4.2.2. Presiones máximas	73
4.2.3. Presiones mínimas	73
4.3. Temperaturas y presiones de diseño	73
4.3.1. Temperaturas y presiones que deben soportar los materiales	74
4.3.2. Temperaturas para proteger de quemaduras	74
4.4. Sistemas antiheladas	74
4.4.1. Instalaciones indirectas con mezclas anticongelantes	75
4.4.2. Recirculación del fluido del circuito primario	75
4.4.3. Drenaje automático	76
4.5. Fluido de trabajo	77
4.5.1. Agua	77
4.5.2. Mezcla de agua con anticongelante	78
5. CALCULO	80
5.1. Parámetros de uso	80
5.1.1. Demanda de energía térmica	80
5.1.2. Consumo de energía térmica	82
5.2. Parámetros climáticos	82
5.2.1. Radiación solar	82
5.2.2. Temperatura ambiente	86
5.3. Parámetros de funcionamiento	87
5.3.1. Sistema de captación solar	87
5.3.2. Sistema de acumulación	87
5.3.3. Sistema de intercambio	88
5.4. Principios básicos de cálculo	88
5.5. Métodos de cálculo	89
5.5.1. Métodos de cálculo simplificados	89
5.5.2. Métodos de cálculo detallados	90
5.6. Criterios de cálculo	91
5.6.1. Selección de la orientación e inclinación	91
5.6.2. Selección de los parámetros funcionales (Estimación del área de captación y del rendimiento medio anual)	93
5.6.3. Cálculo de prestaciones energéticas	94
5.7. Análisis de sensibilidad	96
5.7.1. Influencia del área de captación solar	96
5.7.2. Influencia del factor de ganancia del captador solar	97
5.7.3. Influencia del factor lineal de pérdidas del captador solar	97
5.7.4. Influencia del volumen de acumulación	98
5.7.5. Influencia del caudal de circulación	99
5.7.6.- Influencia de la efectividad del intercambiador	100
6. DIMENSIONADO BASICO	101
6.1. Numero de captadores	101
6.2. Tuberías conexión captadores	107
6.3. Selección de la bomba	108
6.4. Volumen de acumulación	108
6.5. Intercambiador	108
6.6. Vaso de expansión cerrado	109
7. INSTALADORES AUTORIZADOS	110
8. MANTENIMIENTO	111
8.1. Plan de vigilancia	111
8.2. Plan de mantenimiento	111
9. REGLAMENTACION	114
10. BIBLIOGRAFIA	116
11. TABLAS	117

INTRODUCCION

Aunque la sencillez de la tecnología sea una de las ventajas fundamentales de las instalaciones de energía solar térmica, la experiencia muestra que, a su vez, ha sido un gran inconveniente para su desarrollo. Una falta generalizada de conocimientos sobre el uso del calor, y sobre todo, del calor procedente de la energía solar, ha provocado que los esfuerzos para su implantación no se hayan realizado con las suficientes precauciones y conocimiento de causa por lo que, hasta ahora, no han dado los frutos esperados en España.

No obstante, en los últimos años se están lanzando impulsos al mercado que van ganando la confianza de usuarios y profesionales y generando una base de conocimientos de las instalaciones de energía solar térmica; la mayor parte de esta experiencia se ha producido en instalaciones añadidas a edificios existentes; en nuevos edificios la experiencia es menor.

Las instalaciones de energía solar térmica sobre edificios existentes, habitualmente acopladas a las instalaciones convencionales de producción de agua caliente sanitaria (ACS), han demostrado que la tecnología funciona correctamente pero, también, que aun hay muchos aspectos críticos y que no está lo suficientemente madura para que todo funcione con plena garantía; por eso hay que seguir siendo precavidos y persistir en la mejora tecnológica de las instalaciones.

La experiencia en las nuevas instalaciones proyectadas simultáneamente con el edificio está demostrando que el diseño y la integración de las instalaciones solares térmicas no es un problema. Siempre que se planteen desde el principio del proyecto se pueden buscar las mejores soluciones de compromiso entre la estética y la funcionalidad del diseño arquitectónico, con el objetivo de que el edificio sea sostenible, al menos, en la producción de ACS. La problemática de la integración arquitectónica de las instalaciones solares ha surgido, normalmente, en instalaciones incorporadas a edificios existentes con escasas posibilidades y debe quedar reducida a ese ámbito.

Aunque las aplicaciones de la energía solar térmica son muy amplias: agua caliente, sanitaria o industrial, calentamiento de piscinas, calefacción y refrigeración ambiental, secaderos, evaporación, etc., son las instalaciones de producción de ACS las de mayor importancia en los sectores residencial y terciario.

A estos efectos cabe señalar las diferencias tecnológicas que se establecen entre las aplicaciones de ACS en el sector residencial individual con pequeñas instalaciones, representadas por los equipos solares domésticos o sistemas prefabricados, como comienzan a ser denominadas por normativa, y las instalaciones solares, grandes o medianas, a las que se refiere este documento (instalaciones a medida de acuerdo a la normativa UNE).

La reciente entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), con la obligación, salvo pocos casos debidamente justificados, de que todos los edificios con consumo de ACS dispongan de instalaciones solares térmicas que cubran una parte de este servicio, generalizará la implantación de estas instalaciones, siendo de esperar que en un futuro próximo se difunda la tecnología, mejorando la cualificación de los agentes implicados: proyectistas e instaladores.

Por lo que este documento pretende realizar una organización y puesta al día de la descripción de la tecnología aplicable y de los principales conceptos que se utilizan y, aunque se haya planteado como documento exclusivamente técnico, se ha preferido organizar ideas y transmitir conceptos en lugar de establecer procedimientos exhaustivos.

En esto, como en cualquier tecnología, no hay criterios absolutos sino soluciones de compromiso y, seguramente, a medida que avance el conocimiento, algunos o muchos de los criterios actualmente utilizados evolucionarán. No obstante, se pretende partir de una posición de control de la situación y dejar constancia de lo que se sabe que funciona, de lo que es fiable o de lo que, en principio, debe hacerse como norma general con el único fin de consolidar una etapa previa de desarrollo.

En relación con los contenidos del documento, cabe resumirlos en los siguientes capítulos:

En el primero, se estudian los criterios de diseño y los modos de funcionamiento de las instalaciones, se aportan los condicionantes necesarios para definir el esquema de principio de una instalación solar térmica y se analizan las distintas tipologías y las configuraciones que se pueden plantear en las instalaciones de los edificios.

En el segundo se definen los esquemas habituales de integración de la energía solar en los edificios, con instalaciones tanto individuales como centrales.

El capítulo tercero se dedica al análisis de los componentes de las instalaciones, con especial incidencia en el captador solar plano.

El cuarto profundiza en los aspectos de la tecnología solar térmica que pueden considerarse diferenciadores del resto de las instalaciones térmicas, fundamentalmente las condiciones especiales de temperaturas y presiones producidas por la variabilidad de la fuente de energía de entrada.

Los criterios del cálculo de instalaciones se desarrollan en el capítulo 5, se plantean las bases para la determinación de la energía demandada en la producción de agua caliente y la evaluación de la energía disponible con el examen de los datos climáticos que intervienen. Finalmente, se realiza un análisis de los parámetros que definen el funcionamiento de una instalación y se establecen los principios para realizar el cálculo de las instalaciones solares.

En el sexto se realizan algunos ejemplos de dimensionado básico, suficientes para un anteproyecto, con la previsión de espacios asociados a éstas instalaciones.

El capítulo 7 se dedica a los instaladores autorizados, en el 8 se detallan las operaciones de mantenimiento, establecidas en el documento HE4 del CTE.

Por último se incluyen los apartados correspondientes a la reglamentación aplicable, además se da una reseña de bibliografía básica y un anexo con las tablas esenciales.

A lo largo del texto se indican las exigencias del CTE, en sus documentos HE4 y HS4 que afectan a las instalaciones solares térmicas para ACS; estos apartados se presentan como tablas, en la primera columna se menciona el capítulo correspondiente del reglamento y en la segunda el contenido literal del mismo.