



Received: 29-03-2016
Accepted: 14-04-2016

Anales de Edificación
Vol. 2, Nº2, 21-27 (2016)
ISSN: 2444-1309
Doi:10.20868/ade.2016.3307

Protocolo para la evaluación técnica de una Instalación Solar Térmica Protocol for technical evaluation of a Solar Thermal Installation

C. Morón, D. Ferrández, P. Saiz, J. P. Díaz

Universidad Politécnica de Madrid (España, carlos.moron@upm.es; daniel.ferrandez.vega@alumnos.upm.es;
pablo.saiz@upm.es, jorgepablo.diaz@alumnos.upm.es)

Resumen— La contribución de la Energía Solar Térmica para las instalaciones de calefacción de agua caliente sanitaria y piscinas climatizadas se ha incrementado notablemente desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, superando ya los dos millones de metros cuadrados de ocupación. En este trabajo se establecen unas pautas para la correcta revisión y peritación de este tipo de instalaciones, tomando por referencia una instalación real con 43 captadores de placa plana correspondientes al centro Salesianos Carabanchel, con el objeto de facilitar la intervención a aquellos profesionales de la edificación que estén inmersos en el ámbito de la rehabilitación.

Palabras clave— Eficiencia energética; Energía solar térmica; Captador solar de placa plana; Mantenimiento.

Abstract— The contribution of Solar Thermal Energy for heating hot water and heated pools has increased significantly since the entry into force of the Technical Building Code, already exceeding the two million square meters of occupation. In this work some guidelines for proper review and inspection of such facilities are established, taking by reference a real installation with 43 collectors flat plate corresponding to the center Salesian Carabanchel, in order to facilitate the involvement of those building professionals who are engaged in the field of rehabilitation.

Palabras clave— Energy efficiency; thermal solar energy; flat plate solar collector; maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de energía se asocia directamente con el PIB (Producto Interior Bruto) de un país, con su capacidad industrial y nivel de vida logrado por sus habitantes (Gil. C. M et al, 2001). En este sentido, la necesidad de buscar nuevos métodos de producción de energía que permitan el aprovechamiento de los recursos naturales sin temor a que estos se agoten, ha llevado a los países más desarrollados, que hasta ahora dependían de combustibles fósiles para su

C. Morón pertenece al Departamento de Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Madrid, Juan de Herrera, 6, 28040, Madrid, España (carlos.moron@upm.es).

D. Ferrández y P. Saiz son colaboradores del Departamento de Tecnología de la Edificación, Universidad Politécnica de Madrid, Juan de Herrera, 6, 28040, Madrid, España (daniel.ferrandez.vega@alumnos.upm.es).

J. P. Díaz pertenece a la Institución Profesional Salesiana, Salesianos Carabanchel, Ciclo Formativo de Grado Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica, y es alumno de doctorado en la E.T.S.de Edificación de la Universidad Politécnica de Madrid).

abastecimiento, a invertir en el desarrollo de sistemas que permitan el empleo de energías limpias e inagotables.

La fuente de energía renovable más conocida es la energía solar, es por ello que, tratando de obtener el máximo rendimiento mediante su aprovechamiento se invierte la mayoría del presupuesto en I+D+i destinado al desarrollo de energías limpias en nuestro país (IDAE, 2007). Gran parte de este presupuesto va destinado a mejorar la eficacia de los equipos de captación solar, aunque también se invierte parte del presupuesto en mejorar las instalaciones ya existentes y aprovechar al máximo la cantidad de energía que actualmente somos capaces de recoger.

En España con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE, 2013), se fijaron unos valores mínimos del aporte a los sistemas de calefacción de agua caliente sanitaria (ACS) y climatización de piscinas que debían ser aportados mediante energía solar térmica (CTE DB-HE 4: Apdo. 2.1). Esto ha impulsado el desarrollo de este tipo de instalaciones en nuestro país, que hasta hace escasas dos décadas eran prácticamente desconocidos por la mayoría de la población, siendo objeto principalmente de estudios de investigación. No obstante, la situación actual ha cambiado y es cada vez más frecuente ver diferentes tipologías de captadores solares integrados en los edificios.

Aún así, a pesar de que estas instalaciones son relativamente modernas, muchas de ellas llevan ya más de una década de funcionamiento y requieren por tanto de la supervisión de un técnico, que se encargue de verificar que siguen ofreciendo unos rendimientos cercanos a los de su puesta en marcha y que no hayan sufrido un deterioro considerable durante su años de funcionamiento (Wagner & CO, 2005). Este tipo de operaciones se conocen con el nombre de mantenimiento preventivo de la instalación, y la frecuencia con la que se deben de realizar viene recogida en el CTE aunque de manera muy esquemática.

Es por eso, que son muchas las empresas y fabricantes de

captadores solares los que han establecido sus propios protocolos de mantenimiento y evaluación de instalaciones solares térmicas (J. Díaz & J.E. Ruíz, 2012). Estos protocolos atienden generalmente a criterios de rendimiento de los captadores y de puesta en servicio de la instalación al completo, pasando por alto muchas de las actividades de campo que deberían realizarse para asegurarse un buen funcionamiento futuro del conjunto de la instalación.

El objetivo que se persigue con este trabajo es unificar los estudios existentes para establecer las pautas que permitan realizar un protocolo de evaluación genérico, e independiente del tipo de casa comercial que haya realizado la instalación. Para ello, se ha realizado la peritación de una instalación real focalizando en los problemas que se pueden encontrar.

II. PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

A continuación, se desglosan por apartados los distintos datos que se deben recopilar para llevar a cabo una evaluación técnica de una instalación solar térmica para producción de ACS. Indicando los defectos más comunes que se pueden encontrar en este tipo instalaciones mediante ejemplos reales.

A. Toma de datos generales de la instalación.

En primer lugar se debe comenzar con una toma de datos general correspondiente al tipo de instalación evaluada. Para ello, se debe indicar la ubicación exacta donde se encuentra la instalación, localidad y provincia, así como las coordenadas geográficas de la zona que permitan evaluar los niveles de irradiación incidentes sobre los captadores. También se deben reflejar los datos correspondientes al tipo de cielo (despejado, nublado, lluvioso...etc.) durante la fecha correspondiente a la peritación y la temperatura medida in situ, ya que estos pueden condicionar los resultados que se tomen posteriormente.

Seguidamente es bueno seguir el criterio que aplican algunos programas de calificación energética (CE₃X, 2016). En ellos se describe brevemente el estado actual de la



Fig. 1. Instalación solar térmica de captadores de placa plana. Salesianos Carabanchel.

instalación, el año de su construcción y la normativa que lo regula (Herrando, M. et al, 2016).

Por otro lado, se debe indicar si la instalación ha sufrido algún tipo de avería y si se han realizado operaciones de mantenimiento con anterioridad a la fecha, indicando el por qué de esas intervenciones y su repercusión.

Finalmente, en este primer apartado, se debe diferenciar si se trata de una vivienda unifamiliar o de un bloque de viviendas, indicando las dimensiones más significativas de cada caso que se tendrán en cuenta posteriormente.

B. Ángulo de inclinación.

En este apartado, se indicará no solo el ángulo de los captadores respecto del Sur geográfico, sino también el ángulo de inclinación de los paneles respecto a la horizontal y el área total de captación. Además, se debe reflejar la ubicación de los mismos (ej. sobre cubierta plana, sobre cubierta inclinada, integrados en la fachada...etc.) ya que no en todo los casos será posible realizar una intervención para variar el ángulo de captación (Moghadam, H. et al, 2015).



Fig. 2. Ejemplo de captadores sobre cubierta plana.

El tipo de lastres y anclajes que sustentan los paneles al forjado de la cubierta también deben quedar reflejados, ya que estos son los causantes de las perforaciones de la lámina impermeable de la cubierta y las infiltraciones de agua de lluvia a las viviendas.

Además, se debe verificar el correcto estado de la estructura de sustentación. En el caso más generalizado, perfilierías de aluminio, se debe comprobar el estado de la tornillería, verificando la integridad de todos los componentes y la ausencia de oxidaciones.

Las estructuras de sustentación pueden ser simples, dobles o triples, y la elección de cada una de ellas viene condicionada por la acción del viento en la zona donde se instalan los captadores. Esto es debido a que en latitudes donde el viento sopla con más fuerza, es necesario reforzar los anclajes en la dirección que soporta los esfuerzos, ya que en caso contrario

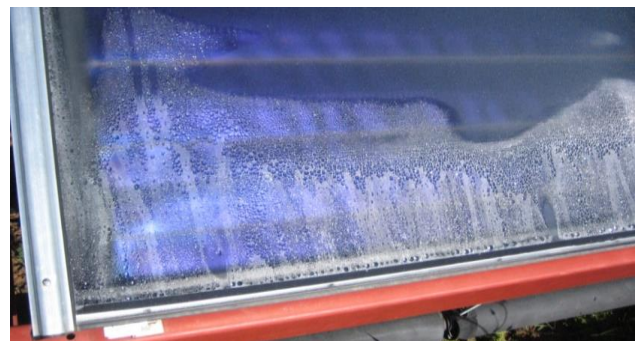
se puede producir el vuelco de los paneles por el denominado efecto vela (Figura 3).



Fig. 3. Caída de captadores por acción del viento debido a una mala fijación de los anclajes.

C. Captadores

Respecto a los captadores solares se debe indicar el tipo y modelo de los mismos (placa plana, tubo de vacío, termosifónicos...etc.), así como el área total de captación de la instalación y el número de unidades que la componen. En



(a)



(b)

Fig. 4. Condensaciones Internas. (a) Agua condensada en el interior del panel; (b) Orificios de ventilación necesarios.

cuanto a los parámetros a observar debe tomarse nota de la existencia de: ralladuras, condensaciones internas, deterioros, oxidaciones y suciedad de los mismos, además de otros que el técnico evaluador considere oportunos.

D. Conexión de captadores

El verificado de la conexión entre los captadores solares térmicos engloba las siguientes operaciones básicas:

- Separación entre los captadores: Midiendo la separación real, y comparándolo con la exigida por el CTE en función de la altura de los mismos y la latitud de la zona en que se ubique la instalación. Para ello se empleará la ecuación:

$$d = \frac{h}{\tan(67^\circ - \text{Latitud})} \text{ [m]} \quad (1)$$

O bien, se puede emplear la ayuda de algún software informático de diseño gráfico, o diseñado al uso para este fin como es el caso de FILEDIST®.



Fig. 5. Bloque de captadores mal situados.

En una instalación como la mostrada en la Fig. 5, la superficie efectiva de calentamiento se reduciría al área de captación no cubierta por la sombra.

- Tipo de conexión (serie o paralelo) y distancia entre captadores colindantes, así como el tipo de conexionado y la existencia o no de compensadores. Una mala conexión, sin el debido aislamiento térmico (Figura 6) o sin la adecuada protección frente a la estanqueidad del fluido, puede provocar fugas térmicas o del fluido caloportador.

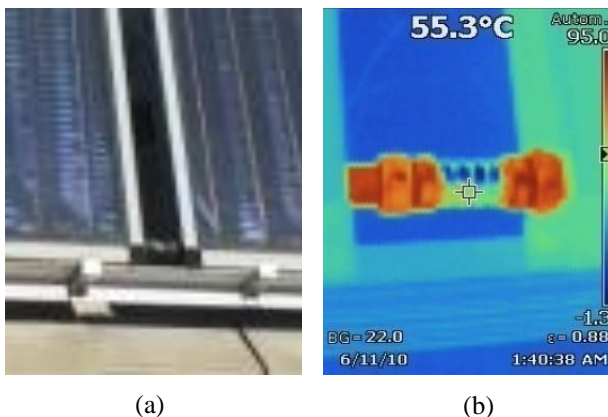


Fig. 6. Conexión de captadores. (a) Unión entre captadores; (b) Foto termográfica de la unión donde se aprecian pérdidas de calor.

- Disposición general del campo de captadores: Indicando el tipo de simetría que presentan en caso que la hubiere, la existencia o no de válvulas de equilibrado y zona por donde discurren las tuberías de la forma más detallada posible.

E. Válvulas y tuberías.

Se deben estudiar las longitudes del tramo vertical y horizontal de la instalación hasta el acumulador o intercambiador, indicando la longitud del tramo caliente, además de los diámetros y materiales de los que están compuestas.

Además, se debe tomar nota de la temperatura del fluido caloportador, indicando el tipo de anticongelante empleado (etilenglicol o propilenglicol) y el pH de la instalación que refleje la necesidad o no de intervención en el fluido.

De otra parte se evaluarán los estados de las válvulas correspondientes al circuito primario (válvulas de corte por batería, válvulas de equilibrado y válvulas de seguridad) indicando el estado de las mismas y si se encuentran colocadas correctamente.

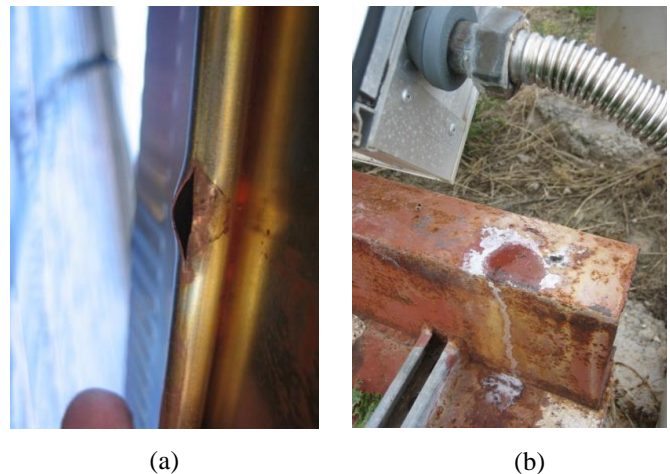


Fig. 7. Válvulas de tuberías. (a) Rotura de tuberías por falta de anticongelante; (b) Fugas por deterioro de la junta de teflón.

Por otro lado, también se verificarán en este apartado los siguientes elementos:

- La existencia o no de aislantes en las tuberías y el estado en que se encuentran los mismos, ya que con el paso del tiempo y la acción de los rayos solares el deterioro de los mismos puede producir pérdidas de calor.
- El estado de los dilatadores y de los purgadores, reflejando si se encuentran accionados u oxidados en cuyo caso deberán de reemplazarse.
- El estado de las sujeciones para las tuberías y su correcta colocación, verificando entre otros el estado de las bridas de sujeción.
- El sellado de las uniones, verificando la estanqueidad de las conexiones mediante la realización de pruebas de presión normalizadas (RITE, 2007), y la correcta

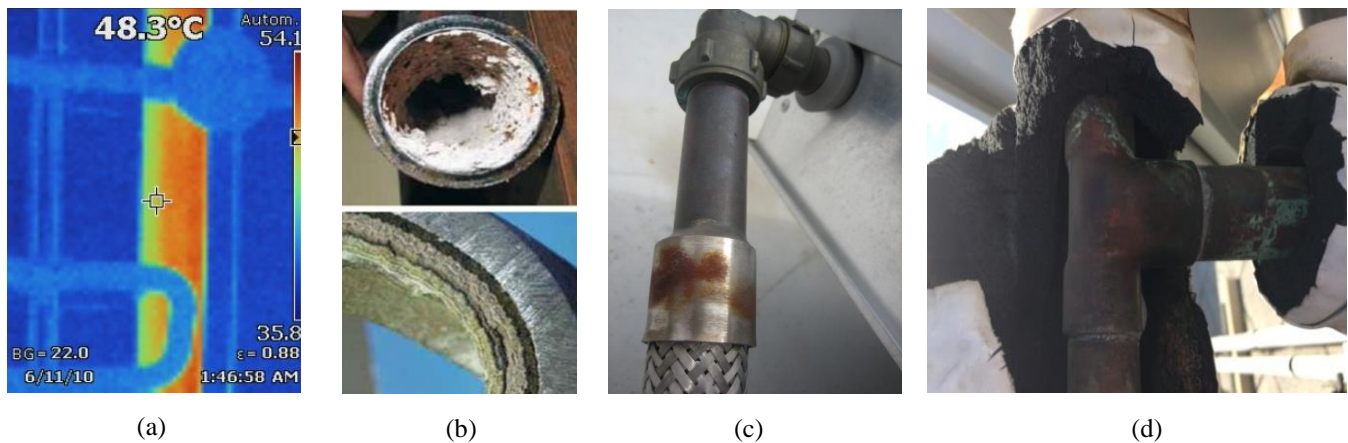


Fig. 8. Patologías en tuberías. (a) Termografía de las pérdidas de calor por deterioro del aislante; (b) Sedimentos de cal; (c) Oxidación en la salida de los captadores; (d) Deterioro del aislante y defectos en la soldadura.

ejecución de las soldaduras de forma que no existan porosidades que permitan la fuga del fluido.

- El estado de los filtros en caso de que existiesen. Se debe de comprobar la no existencia de deposiciones calcáreas que disminuyen considerablemente la sección de la tubería.

F. Acumulación solar, equipos de impulsión y protección frente a sobrecalentamientos.

En primer lugar se verificará el estado del depósito de acumulación solar, distinguiendo si está destinado a instalaciones de ACS o diferentes. Se deben de indicar las características más destacables de los mismos, como son: el número de depósitos instalados, la altura, el peso, el volumen de acumulación y el espesor del tanque. Además se reflejará el tipo de material del que están constituidos y la existencia o no de protecciones frente a la corrosión (ánodos de sacrificio) en caso de ser metálicos. Es importante tomar nota también de las temperaturas y de las presiones que pueden soportar.



Fig. 9. Estado deteriorado de un depósito de acumulación por falta de protección frente a la corrosión.

También se comprobará la existencia o no de vasos de expansión dentro de la instalación y el estado de los aerotermos. Se dejará constancia de la necesidad de llevar a cabo un vaciado del circuito primario, y de la existencia o no de recirculación nocturna, comprobando en estos apartados el

estado de las válvulas y llaves de corte.

Los grupos de impulsión también serán evaluados en este apartado, indicando el número de bombas instaladas, verificando su correcta puesta en marcha y reflejando su correcta colocación y estado, así como la existencia o no de depósitos de llenado.

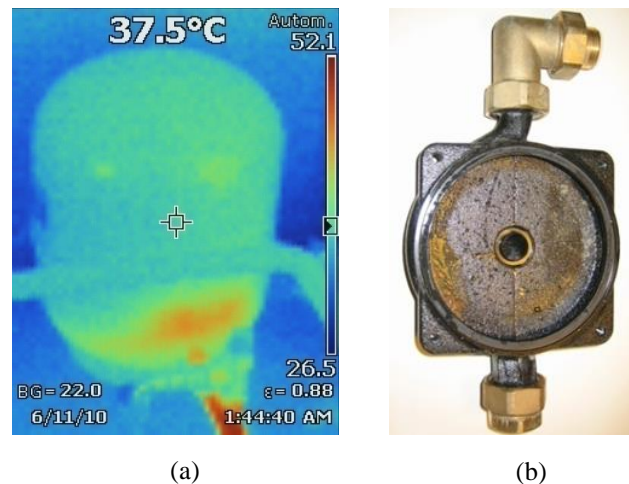


Fig. 10. Equipos de impulsión y protección. (a) Pérdidas de calor en el vaso de expansión; (b) Oxidación en las bombas de impulsión.

Se reflejará también el tipo de grupo de intercambio existente, diferenciando entre sí es de placas o de carcasa-tubo e indicando si está correctamente colocado, ya que en muchas ocasiones la falta de experiencia del técnico instalador hace que estos estén colocados, de manera que trabajan en sentido contrario al adecuado, y si su estado es el más óptimo para el buen funcionamiento de la instalación.

G. Producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

Se deberá verificar el estado de la centralita de regulación y control, analizando si las conexiones se han realizado adecuadamente y si el estado de estas sigue cumpliendo con los requisitos iniciales de integridad y seguridad. Se verificará que las sondas se encuentran en buen estado y bien

conectadas, y en caso de que fuese programable se debe comprobar que el software está actualizado y no necesita modificaciones.



Fig. 11. Grupo de intercambio deteriorado por el tiempo.



Fig. 13. Caldera de la instalación de 43 captadores.



(a)



(b)

Fig. 12. Sistemas de control. (a) Conexión de la centralita de control; (b) Sonda de temperatura en captador de placa plana.

Después se indicará para qué usos está concebida la instalación y cuáles son sus aplicaciones actuales, indicando el número de usuarios que se benefician de la instalación, la tipología de las viviendas y el consumo medio diario en las mismas. El objetivo de esta verificación es conocer si la instalación se encuentra sobre dimensionada, o sí por el contrario trabaja por encima del diseño inicialmente concebido (Shen, C. et al, 2016).

Por último, en caso de existir un apoyo al consumo diario mediante caldera, se debe de indicar su tipo, el número de unidades, la potencia útil a y la secuencia de arranque de la misma. Además se debe de evaluar su rendimiento energético e indicar propuestas de mejora de cara a ser más eficientes y mejorar la calificación energética del edificio.

CONCLUSIONES

En este trabajo se establecen las pautas para llevar a cabo la peritación de instalaciones solares térmicas destinadas al abastecimiento de agua caliente sanitaria. Este protocolo de evaluación describe las tareas de mantenimiento preventivo y debe ser realizado por técnicos cualificados, que se encargarán de la toma de datos y de indicar qué partes de la instalación deben de ser reparadas o sustituidas por otras que permitan un mejor funcionamiento de la instalación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de los alumnos del Ciclo Formativo de Grado Superior de Eficiencia Energética y Energía Solar Térmica del centro Salesianos Carabanchel de Madrid, que día tras día se esfuerzan por mejorar la profesión de técnicos instaladores tan devaluada en estos tiempos.

REFERENCIAS

- CE₃X v.2.6. (2016). Documento reconocido para la certificación energética de edificios.
- CTE (2013). Documento Básico de Ahorro de Energía. Boletín Oficial del Estado del 12 de Septiembre de 2013.
- Gil, C.M.; Gil, M.-A.C.; Castro, M.; Santos, C.A. e Ibañez, C.J. Energía solar térmica de media y alta temperatura (Monografías técnicas de energías renovables), 1º ed.; PROGENSA-Promotora General de Estudios: Sevilla, España, 2001; pp. 1-68.

Herrando, M. et al. (2016). Energy performance certification of faculty buildings in Spain: The gap between estimated

- and real energy consumption. *Energy Conversion and Management*, Abril 2016.
- IDAE. (2007). *Guía Técnica Del Mantenimiento de Instalaciones Térmicas* – Madrid, Febrero de 2007, pp. 127-139.
- J. Díaz y J.E. Ruiz. *Organización y control del mantenimiento de instalaciones solares térmicas*. COFIS, Paraninfo, 2012, pp. 107-189.
- Moghadam, H. et al. (2015). Determination of optimum location and tilt angle of solar collector on the roof of buildings with regard to shadow of adjacent neighbors. *Sustainable Cities and Society* 14, 215 – 222.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. (2007). RITE Capítulo VI, Condiciones para el uso y mantenimiento de la instalación (IT3). RD 1027/2007.
- Shen, C. et al. (2016). Study on the heat transfer characteristic of solar powered thermoacoustic prime mover at different tilted angles. *Applied Thermal Engineering* 103, 1126 – 1134.
- Wagner & CO. (2005). *Manual básico para mantenimiento de instalaciones solares térmicas*. Abril, 2005, pp. 1 – 18.



Reconocimiento – NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.