

## **APORTE A LAS INSTALACIONES DOMESTICAS DE AGUA CALIENTE SOLAR: DESARROLLO DE UN PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Marusic Jorge<sup>2</sup>, de Schiller Silvia<sup>1</sup>, Evans John Martin<sup>1</sup>  
Centro de Investigación Hábitat y Energía, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo,  
Universidad de Buenos Aires  
CIHE-FADU-UBA, Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria C1428BFA, Buenos Aires, Argentina  
Tel.: (+ 54 11) 4789-6274 / 4859-6488 E-mail: [jorgemarusic@cenitsolar.com.ar](mailto:jorgemarusic@cenitsolar.com.ar) y [evansjmartin@gmail.com](mailto:evansjmartin@gmail.com)

### **RESUMEN**

Con el objetivo de desarrollar técnicas para instalaciones solares que promuevan la eficiencia energética y la incorporación de energías renovables en edificios, este trabajo presenta el desarrollo de un pliego de especificaciones técnicas. Este aporte permite realizar un análisis previo del sistema y especificar sus componentes. Su utilización permite transparencia en las etapas de cotización y materialización, generando un estándar para los distintos oferentes y una vital herramienta de control para la dirección de obra. Su incorporación facilita la especificación de instalaciones y su integración en obras de arquitectura por la parte de profesiones. Posteriormente, el pliego fue aplicado a una instalación solar doméstica de agua caliente de uso sanitario, demostrando su aptitud y factibilidad. Los contenidos del pliego pueden aportar al mejoramiento y actualización de normativas para instalaciones solares y contribuir a la difusión e implementación de las energías renovables en edificios.

### **PALABRAS CLAVE**

Instalaciones solares para agua caliente, especificaciones técnicas, pliego de obra.

### **INTRODUCCIÓN**

A fin de promover el uso de energía solar en edificios, es necesario superar varias barreras económicas y técnicas, adicionalmente a proporcionar información y guías para profesionales. En el marco de una investigación sobre eficiencia energética en edificios, se identificó la necesidad de desarrollar y difundir pliegos de especificaciones técnicas para sistemas solares domésticas de calentamiento de agua. Estas especificaciones permiten identificar y definir los componentes y pedir cotizaciones de instaladores con condiciones transparentes.

Este trabajo presenta el pliego de especificaciones técnicas que surgió como resultado de una investigación sobre desarrollo de pautas de eficiencia energética. Con ajustes en los detalles, se puede aplicar el pliego a instalaciones domésticas con distintas características y escalas.

### **APLICACIÓN**

Posteriormente, se aplicó el pliego para una instalación de agua caliente solar de consumo sanitario en la localidad de Pilar, Prov. de Buenos Aires, que incluía el predimensionado de los componentes, fracción solar en los distintos meses del año, esquema de funcionamiento, planos de obra y un pliego de especificaciones técnicas para solicitar cotizaciones, establecer claramente los parámetros que debían respetarse en la instalación y otorgar una herramienta a la dirección de obra para realizar un adecuado seguimiento de obra durante las distintas etapas de construcción de la instalación.

Como resultado de la aplicación del pliego, en este caso específico, se obtuvo una instalación compuesta por 9 colectores con una superficie captadora de 12,28m<sup>2</sup>, ubicada en la azotea más alta de la vivienda (Figura 1) y una acumulación de 800 litros compuesta por un tanque de acero inoxidable 304 con intercambiador de cobre incorporado ubicado en la sala de máquinas de planta baja (Figura 2). El proyecto de las instalaciones de la vivienda contempla un circuito de agua presurizado con un sistema hidroneumático a 2,7-3,2 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que, en este caso, se diseñó un tanque que soportara 4 kg/cm<sup>2</sup> de trabajo, incorporando un factor de seguridad.

<sup>1</sup> Directores de CIHE-FADU-UBA. <sup>2</sup> Investigador CIHE-FADU-UBA



**Figura 1:** Captadores en la azotea durante la obra



**Figura 2:** tanque acumulador en sala de máquinas durante la obra.

## **PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El objetivo del presente pliego es establecer las características de los distintos componentes de las instalaciones de colectores solares y su montaje.

### **INSTALACIÓN DOMESTICA DE AGUA CALIENTE SOLAR**

#### **MEMORIA TÉCNICA**

El presente Pliego de Especificaciones Técnicas del sistema solar, fue desarrollado para ser aplicado como guía en la cotización y construcción del generador de agua caliente solar de consumo sanitario. El Contratista realizará el Proyecto Final de la instalación, adaptando los componentes específicos que cotice de modo de asegurar el correcto funcionamiento del sistema así como la integración técnica y visual de los elementos componentes del sistema solar con la arquitectura, debiéndose respetar las áreas de captación y el volumen de acumulación establecido en el presente pliego.

El sistema deberá ser resistente a heladas y se utilizará en el Circuito Cerrado de Calentamiento (CCC) líquido anticongelante, anticorrosivo y no tóxico. En el caso de no utilizar propilenglicol, se debe solicitar autorización para utilizar alternativas. No se permitirá el uso de glicol por su toxicidad.

La instalación será de circuito cerrado de calentamiento, por lo tanto el líquido que circula por los colectores es el encargado de transferir el calor al agua de consumo mediante un intercambiador de calor.

Los colectores solares deberán ubicarse en una posición que asegure 5 horas mínimo de exposición al sol en invierno con orientación al norte +/- 15°, e inclinación según los planos del proyecto.

- En el caso de colocación en un techo plano, contará con una estructura de sostén que se fijará a bases elevadas del suelo (mínimo 5 cm) para evitar acumulación de suciedad y permitir el natural escurrimiento del agua de lluvia. El CCC también estará elevado del piso por los mismos motivos.
- En el caso de colocación sobre techos inclinados, la integración y fijación de los colectores responderá a los detalles constructivos.
- En el caso de barrios cerrados con normativas espaciales, se respetarán las prohibiciones de instalaciones a la vista, ajustando la altura máxima de los colectores sobre el nivel de terraza terminada.

El volumen de agua caliente almacenado estará presurizado, y el agua, ya calentada por los colectores solares, circulará de manera forzada a través de una bomba hasta el tanque acumulador solar ubicado en la sala de máquinas. Desde allí retorna a los colectores formando un circuito de flujo cerrado de intercambio calórico. Este proceso será manejado mediante un sistema de control que cuenta con un controlador termostático diferencial electrónico.

Se colocará en el circuito un vaso de expansión cerrado que permita al fluido dilatarse sin provocar daños en la instalación.

Se debe aislar térmicamente todo el circuito cerrado de calentamiento y de salida de agua caliente a consumo y proporcionar protección de los rayos UV en los sectores expuestos a la radiación solar.

El diseño contempla la instalación de un sistema auxiliar con energía convencional para proporcionar agua caliente cuando existan periodos extensos de baja radiación solar.

En el caso de sistemas donde el tamaño de la instalación lo justifique, se incorporará una válvula esférica de tres vías, que automáticamente conmuta al sistema auxiliar del calentamiento de agua de la casa, cuando la temperatura del agua en el tanque acumulador no es suficiente. Dicha válvula tiene un actuador eléctrico-manual, el cual desvía la circulación del fluido hacia el termostanque cuando la temperatura resulte inferior a la deseada, permitiendo la alimentación del circuito secundario de distribución directamente desde el tanque de acumulación al alcanzar la temperatura deseada. El termostanque y su instalación no serán provistos por El Contratista del sistema solar.

## SISTEMA SOLAR

**Rendimiento:** Se presentará una planilla con los rendimientos mensuales y anual. El dimensionamiento del sistema y sus componentes permite obtener rendimientos mensuales, expresado como porcentaje de la demanda de agua caliente a satisfacer con energía solar. La Tabla 1 presenta un ejemplo de los rendimientos mensuales para el caso de la instalación en Buenos Aires, donde se logra una fracción solar de 100 % en 4 meses, periodo máximo recomendable para evitar sobredimensionamientos.

**Tabla 1:** Porcentajes mensuales de cargas térmicas de agua caliente satisfechas con energía solar

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
100	100	96	84	59	43	45	63	74	90	100	100	80

**Ubicación de los componentes:** El Tanque de Acumulación (TA), bomba, Vaso de Expansión (VE), Válvula Esférica de Tres Vías (VETV), la válvula termostática de tres vías (VTTV) y todos los sistemas electrónicos de control se colocarán dentro de un local (bajo techo), con excepción de la estructura, los Colectores Solares (CS), parte del CCC y la Sonda de los colectores.

## COLECTORES SOLARES PLANOS

**Colector:** Los CS se orientan al NORTE con un ángulo de inclinación y superficie de captación según el diseño. (En el caso específico de la aplicación del Pliego, la superficie solicitada es igual o mayor a 12,25 m<sup>2</sup>).

**Caja:** Aluminio de espesor  $\geq 0.4$ mm. El CS estará cerrado en su parte superior por un burlete de goma con EPDM o sellador elástico de poliuretano que, juntamente con el vidrio, le darán total hermeticidad.

**Vidrio:** Vidrio de  $\geq 4$ mm de espesor.

**Placa captadora:** La placa captadora podrá ser de cobre, aluminio o acero inoxidable y con cualquiera de las configuraciones existentes en plaza siempre que tenga las dimensiones adecuadas para alcanzar un área total efectiva según el proyecto. La placa captadora debe tener un acabado con coeficiente de absorción  $> 0.80$  y resistir temperaturas superiores a 240° C. El rendimiento de los colectores deberá mantenerse como mínimo durante 10 años.

**Curva de rendimiento:** El Oferente debe presentar la curva de rendimiento del colector, obtenido de ensayos según la Norma IRAM 210002 o Normas ASHRAE o EN. La eficiencia a la temperatura del aire, KO, debe exceder 75 % (o 66 % en el caso de colectores con doble vidrio). La pendiente de la recta deberá ser mayor a -0,8. (Se pueden ajustar los valores de la curva de rendimiento según las características del colector).

**Aislación térmica:** La aislación liviana, de  $\geq 30$  mm de espesor, debe estar en contacto con la placa captadora, y deberá resistir 200 °C (lana de roca o de vidrio).

**Caños:** Los caños de entrada y salida serán de 3/4" (19 mm) como mínimo. Los colectores deberán ser de marca reconocida en plaza y fabricados con las reglas del arte correspondientes.

**Válvulas y purgador:** Se colocarán válvulas de cierre en la entrada y salida de cada batería de colectores para poder sectorizar la instalación al realizar mantenimiento. Además se colocará una válvula de seguridad y un purgador automático en cada batería de colectores con el fin de proteger la instalación.

## CIRCUITO CERRADO DE CALENTAMIENTO

**Componentes:** El CCC esta compuesto por los CS, el intercambiador de calor y las cañerías que vinculan estos elementos.

**Presurización:** El CCC estará presurizado a 0.5-1,5 kg/cm<sup>2</sup> en la parte más alta de los CS y alimentado mediante una conexión desde la alimentación del TA, con llave esférica de cierre, válvula anti-retorno, Manómetro (M) y VE.

**Válvula anti-retorno:** En el CCC se colocará una válvula anti-retorno después de la bomba para evitar flujos inversos y el VE se colocará antes de la bomba, en el tramo con presiones negativas.

**Diámetro de los caños:** Todos los caños del CCC tendrán el diámetro interno que resulte del proyecto, con excepción de las cañerías de ventilación, de alimentación al VE y la conexión de alimentación, que pueden ser de menor diámetro.

## INTERCAMBIADOR

**Intercambiador de calor:** La superficie de intercambio tendrá no menos de 25 % de la superficie de captación (1,62 m<sup>2</sup> de superficie de transferencia en el caso específico) y se utilizará latón de primera calidad. Con otros materiales con menor conductividad de calor, la superficie de intercambio será proporcionalmente mayor. No se permitirá el uso de plásticos.

**Separadores del intercambiador:** En el caso de serpentina de transferencia de calor, ubicada dentro del TA, se colocarán separadores entre los distintos elementos del intercambiador, para asegurar una separación constante durante el recorrido, permitiendo la libre circulación del agua del circuito secundario para maximizar el intercambio. También se colocarán separadores dieléctricos en la unión del intercambiador y el tanque y en todos los posibles puntos de contacto entre ambos a fin de evitar corrosión.

**Curvas del caño:** La serpentina será perfectamente curva, no se aceptarán abolladuras o situaciones que dificulten el óptimo desplazamiento del fluido caloportador en su interior. Se colocará una válvula de purga en la parte más baja del CCC que permita la recuperación del fluido caloportador para realizar tareas de mantenimiento.

### CAÑERÍAS

**Material:** Para las canalizaciones del CCC se utilizarán caños de cobre soldados con soldadura fosforosa, con protección anticorrosiva donde fuera necesario y respetando la sección de que surja del proyecto (en el caso específico 3/4").

**Aislante térmico:** Llevarán aislación térmica en la totalidad de su recorrido mediante materiales livianos (espesor mínimo de pared 10mm). Esta aislación deberá contar con protección UV en los sectores expuestos a la radiación solar.

**Pendiente:** Se mantendrá siempre una pendiente positiva hacia los colectores para evitar la acumulación de burbujas de aire en la instalación. En caso de pendientes desfavorables inevitables, se agregarán purgadores para evitar la acumulación de burbujas de aire.

### TANQUE DE ALMACENAMIENTO

**General:** El TA llevará todas las cañerías, elementos y conexiones necesarias para el correcto armado de la instalación según lo pautado en el proyecto.

**Conexiones de tanque:** Todas las cañerías que entren, salgan, o se encuentren en el interior del TA serán de un diámetro de 3/4" (23mm) como mínimo. El intercambiador de calor que se encuentre en el interior del TA tendrá un diámetro mínimo de 3/4" (19 mm).

**Caño de conexión:** Se recomienda que las cañerías de conexión entre el TA y Circuito Secundario de Distribución (CSD) sean de polipropileno termofundible tipo 3, Copolímero Random, de primera calidad ("Aqua System" o "Coprax"). No se deberá utilizar polipropileno roscable.

**Uniones dobles:** Todas las conexiones del TA, Bomba Circuladora y VE con el resto de la instalación, se ejecutarán por medio de Unión Doble (UD), posibilitando un rápido desacople para tareas de mantenimiento o reparaciones. En la bomba circuladora se colocarán Válvulas de cierre (VC) antes y después para poder retirarla sin necesidad de vaciar completamente el CCC.

**Especificación de válvulas:** Para funciones de válvulas de cierre o purgas, se utilizarán válvulas del tipo esféricas (de 1/4 de vuelta), de primera calidad, según diámetro de la cañería.

**Accesorios:** Todos los accesorios necesarios para la ejecución de la instalación serán de la misma marca que el caño utilizado para realizarla.

**Restricciones de caudal:** En todas las situaciones se evitará la colocación de piezas o accesorios que interfieran innecesariamente con el óptimo escurrimiento del fluido dentro del caño.

### TANQUE DE ACUMULACIÓN

**Conexiones:** Deberá respetarse el conexionado del esquema general de funcionamiento.

**Capacidad y materiales:** El Contratista proveerá y colocará un TA cilíndrico, compuesto por un recipiente de chapa de acero al carbono galvanizada en caliente, vitrificado o de acero inoxidable 304 o superior, que resista una presión de trabajo mayor a la presurización del CSD, (en el caso específico con capacidad de 800 litros y resistencia a la presión de 4 kg/cm<sup>2</sup>).

**Aislante térmico:** El TA será recubierto en su totalidad con 100 mm mínimo de aislación liviana (espuma de poliuretano, lana mineral o de vidrio) de Pe= 35kg/m<sup>3</sup> o superior.

**Protección:** En los casos donde los materiales lo requieran, se colocará una 'barra de sacrificio'.

**Recubrimiento:** La terminación o recubrimiento final exterior, será de chapa de aluminio o acero inoxidable remachado, para ofrecer total protección a la aislación térmica.

**Válvulas:** A la salida del TA se colocará un purgador automático, una válvula de alivio y una válvula termostática de tres vías (según proyecto) que permita regular la temperatura de salida del agua acumulada para optimizar la eficiencia.

**Ingreso y salida:** El ingreso de agua fría se hará por la parte inferior del tanque y, en caso de realizarse por arriba, debe tener un conducto interior que la conduzca en forma directa hasta la parte baja del TA. La salida de agua caliente se hará por la parte superior.

**Sonda:** A media altura del intercambiador de calor y fuera de la influencia directa del mismo se colocará una vaina estanca para alojar a la S del TA.

**Válvula de limpieza:** El tanque debe contar con una válvula de limpieza.

### BOMBAS CIRCULADORAS

**Especificación:** La bomba deberá dimensionarse de acuerdo con la pérdida de carga estimada del CCC y el caudal según proyecto. (En el caso específico, se considera una pérdida de carga total de 6,15 mca y un caudal de 1106 litros hora).

**Temperatura de diseño:** Además debe ser resistente a las condiciones de trabajo de la instalación donde pueden producirse temperaturas cercanas a los 100 °C.

### VASO DE EXPANSIÓN

**Ubicación:** El VE será cerrado y se instalará en el tramo anterior a la bomba, donde el CCC tiene presiones negativas.

**Capacidad y resistencia:** Tendrá como mínimo una capacidad de 5% del volumen del CCC y una resistencia mínima a la presión de 4 kg/cm<sup>2</sup>.

### SISTEMA DE CONTROL

**Tablero:** Este sistema se instalará dentro de un tablero independiente, con un disyuntor diferencial y las llaves termomagnéticas de protección necesarias para cada uno de los componentes.

**Termostato diferencial:** Se colocará un elemento electrónico de control termostático diferencial para el accionamiento de la bomba circuladora del CCC, con una Sonda (S) de temperatura a la salida de los colectores y otra en el TA a mitad de la altura del intercambiador de calor, donde no sea directamente afectada por el calor de éste.

**Temperaturas de diseño:** El control deberá accionar la bomba cuando la diferencia de temperatura alcance los 8-10°C y detenerse cuando la diferencia sea 3-5°C. Este elemento debe ser de uso específico en instalaciones solares.

**Válvula Esférica de Tres Vías:** En el caso de sistemas donde se incorpora una Válvula Esférica de Tres Vías para entregar agua pre-calentada a la instalación auxiliar de calentamiento de agua, la VETV deberá contar con la alimentación de energía necesaria para su accionamiento y un Termostato (Tst) en la salida de la Válvula Termostática de Tres Vías (VTTV) que será el encargado de enviar la orden de conmutación a la VETV.

**Termómetro análogo:** Además del controlador termostático diferencial y el termostato que acciona la VETV, se colocará un termómetro análogo en la parte superior del tanque de modo tal que permita visualizar en forma directa la temperatura existente dentro del mismo.

#### **SISTEMA DE BY-PASS AUTOMÁTICO**

Luego de la VTTV se colocará una VETV de ¾" motorizada que permita accionar la válvula mediante un termostato ubicado en la salida del tanque cuando la temperatura no alcance los valores requeridos. Dicha válvula desviarán el flujo hacia el Termotanque Auxiliar (TT), el cual aportará la energía necesaria para alcanzar la temperatura deseada, o permitir que el flujo ingrese en forma directa al CSD cuando el agua alcance suficiente temperatura. Esta válvula debe permitir accionamiento manual. La conexión del VETV incluirá UD a fin de permitir su extracción en eventuales tareas de mantenimiento o reposición.

#### **ESTRUCTURA DE SOSTÉN**

**Estructura:** El cálculo, la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores deberán permitir las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar la integridad de los captadores o el CCC.

**Carga de viento:** Los elementos en el techo deben resistir cargas de viento con velocidades máximas según la ubicación y altura de la instalación, Norma IRAM 12565. (hasta 148 km/hr en Gran Buenos Aires, a una altura hasta 8 m).

**Sujeción:** Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número según el área de apoyo y adecuada posición relativa, a fin de evitar flexiones en el captador. Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no deben arrojar sombra sobre las superficies captadoras.

**Materiales:** Para la estructura, se pueden usar perfiles de hierro galvanizado, aluminio o acero inoxidable de las dimensiones que surjan del proyecto realizado por El Contratista.

#### **SISTEMA AUXILIAR**

**Exclusiones:** No se incluye la provisión ni el conexionado del sistema auxiliar, tarea que realizará el sanitaria de la obra.

**Capacidad:** La capacidad y dimensionamiento del sistema auxiliar deben satisfacer la demanda total de agua caliente.

#### **PRUEBAS DE PRESIÓN**

**Tipo de prueba:** El Contratista deberá realizar las siguientes pruebas.

1ra. Prueba: Prueba Hidráulica de Estanqueidad

2da. Prueba: Prueba Hidráulica de Presión (a 1.5 veces la presión de trabajo).

**Componentes a probar:** Los CS y el TA se someterán a la prueba de presión junto con el CCC.

**Condiciones:** Las pruebas se efectuarán antes de aislar la instalación para permitir la inspección ocular en todo su recorrido, tanto uniones como juntas.

#### **GARANTÍAS**

**Condiciones:** El Contratista deberá ofrecer una garantía manteniendo las condiciones de las instalaciones indicadas en este Pliego de Especificaciones Técnicas y teniendo en cuenta que la capacidad indicada para los distintos elementos serán las mínimas admisibles.

**Variaciones:** Se podrán incrementar las dimensiones y capacidades de considerarlo necesario para garantizar las condiciones a mantener, debiéndolo indicar en tal caso en sus propuestas.

**Materiales y componentes:** Se deben detallar las marcas y características de los elementos principales.

**Plazo:** El Contratista garantizará el buen funcionamiento de la instalación y de sus componentes, por escrito y por el término de 2 años, a contar desde la puesta en marcha de la instalación.

#### **INSPECCIONES**

**Fechas:** El Contratista deberá acordar con la Dirección de Obra las fechas de inspecciones en los momentos en que mejor se puedan revisar los trabajos según el cronograma de trabajos a desarrollar, quedando fijados de la siguiente manera:

**1ra. Inspección:** Cuando los materiales lleguen a obra o estén listos para remitirlos en los talleres, depósitos u obrador del Contratista.

**2da. Inspección:** Cuando la ejecución de las instalaciones se encuentren realizadas en un 50 %.

**3ra. Inspección:** Cuando las instalaciones se encuentren terminadas y en condiciones de efectuar las pruebas hidráulicas y de funcionamiento.

#### **INSTRUCCIONES DE MANEJO**

**Instrucciones:** Junto con los planos requeridos, el Contratista presentará instrucciones escritas para el correcto manejo de la instalación de energía solar, su mantenimiento y conservación.

**Otros elementos:** Se deben adjuntar folletos relativos a los equipos y elementos montados, así como nombres y direcciones de proveedores o fabricantes.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del trabajo dio por resultado un pliego de especificaciones técnicas, herramienta de suma utilidad para definir los parámetros de una instalación solar y ofrecer mayor certeza sobre la factibilidad de su materialización y funcionamiento. Su aplicación permite comparar propuestas de distintos oferentes al momento de cotizar una instalación en igualdad de condiciones, y lograr transparencia en el costo final por establecer con claridad las características de los componentes. La utilización de esta herramienta, que acompaña al proyecto de la instalación solar, proporciona información vital que permite un detallado análisis de sus componentes y facilita la aceptación de estas tecnologías por parte de los profesionales para incluirlas en sus proyectos. Durante las inspecciones de obra, el director cuenta con una guía completa de la instalación que le facilitará su tarea y asegurará las óptimas características de la instalación y funcionamiento. El pliego de especificaciones, producto de este trabajo, fue aplicado con éxito en una instalación solar doméstica, demostrando su aptitud y facilidad de transferencia. Los contenidos pueden aportar al mejoramiento y actualización de normativas para instalaciones solares y contribuir a la difusión e implementación de las energías renovables en edificios.

## REFERENCIAS

Código Técnico de la Edificación, (2006), HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, España.  
de Schiller S. y Evans, J. M., (1994), Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, Eudeba, Buenos Aires.  
Fernández Salgado J. M., (2007), Guía Completa de la Energía Solar Térmica, A. Madrid Vicente, Madrid.  
Norma IRAM 12565 (1994) Vidrios planos para la Construcción para uso en posición vertical. Cálculo del espesor, IRAM, Buenos Aires.  
Norma IRAM 210002 (1983) Colectores solares. Métodos de ensayo para determinar el rendimiento térmico. IRAM, Buenos Aires.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado en el marco de los proyectos de investigación UBACyT A406 'Desarrollo de pautas de eficiencia energética' y A017 'Evaluación y certificación de edificios energéticamente eficientes', con financiación de la SECyT-UBA, Programación Académica 2008-2010, de la Universidad de Buenos Aires.

## NOMENCLATURA

Colectores Solares	(CS)
Tanque de Acumulación	(TA)
Vaso de Expansión	(VE)
Termotanque Auxiliar	(TT)
Circuito Cerrado de Calentamiento	(CCC)
Circuito Secundario de Distribución	(CSD)
Sonda	(S)
Termostato	(Tst)
Termómetro	(T)
Válvula Esférica de Tres Vías	(VETV)
Válvula Termostática de Tres Vías	(VTTV)
Manómetro	(M)
Unión Doble	(UD)
Válvula de cierre	(VC)

## ABSTRACT

With the aim of developing solutions for solar water heating systems that promote energy efficiency and the incorporation of renewable energy in buildings, this paper presents the development of a technical specification for these systems. This contribution allows the analysis of solar systems at the design stage and the specification of the different components. It's application will encourage transparency in the stages of requesting estimates and undertaking installations, providing a standard for the different installers offering quotations, and a vital tool for the supervision of the project. It's inclusion will also aid the installation's specification and their integration in architectural projects by professionals. This has allowed the application of the technical specification in a large domestic solar water heating installation, demonstrating its feasibility and ease of application. The contents of the specification also aims to contribute to further improvement and up-dating of standards for solar installations and promote the application of renewable energies in buildings.

## KEY WORDS

Solar hot water installations, technical specifications, building documentation.