

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE COLECTORES SOLARES PLANOS Y SISTEMAS TÉRMICOS INTEGRADOS: CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE ENSAYOS BAJO NORMAS

F. Garreta⁽¹⁾⁽²⁾, C. Navntoft⁽¹⁾⁽³⁾, R. Salinas⁽⁴⁾, E. Moure⁽⁴⁾

Grupo de Energía Solar - Facultad Regional Buenos Aires - Universidad Tecnológica Nacional

Sede de Investigación: Laboratorio del Departamento de Ingeniería Civil, Campus Universitario

Mozart 2300, (1407), Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Tel.: (+5411) 4601-8112 (int. 7139) Fax: (+5411) 4638-8115

E-mail: fabian.garreta@gmail.com

RESUMEN

Los últimos años han demostrado un fuerte crecimiento económico del país, conjuntamente con el inicio de una profunda crisis energética. En este marco, y a partir del potencial en infraestructura industrial y recursos humanos existentes, se establecen nuevamente las bases para promover el mercado local de energía solar térmica. La Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, ha impulsado a mediados del 2006 el diseño y construcción de un banco de ensayos de colectores solares para dar respuestas al incremento de la actividad, previendo la necesidad de generar instrumentos que permitan obtener control de calidad en productos de fabricación nacional e importados, además de asistir a diseñadores y capacitar a profesionales y técnicos para el correcto aprovechamiento de la radiación solar en forma de calor, ya sea como proyectistas o instaladores. El presente trabajo describe los pasos realizados en el proyecto “Banco de Ensayos y Certificación de Colectores Solares”, teniendo previsto concluir la etapa de fabricación y puesta en marcha durante en el presente año.

Palabras clave: Energía solar térmica, colectores solares, ensayos, certificación.

INTRODUCCIÓN

Durante los años, la actividad económica ha tendido a recuperar los años perdidos con importantes índices de crecimiento anual, con un consecuente aumento del consumo de energía, recurso de fundamental importancia en la planificación y el trazado de estrategias de desarrollo. Actualmente, sin claras demostraciones de apoyo a la diversificación de la matriz energética por parte de los organismos de gobierno, las energías renovables han comenzado a ser más consideradas en estudios de factibilidad técnica para proyectos de pequeña escala [1], como viviendas aisladas o micro emprendimientos alejados de las redes de servicios energéticos. Esto se debe a que, a pesar de que las tarifas se encuentran por debajo de los valores internacionales, la situación induce a los usuarios a anticiparse a futuros ajustes y a evitar permanecer cautivos de las empresas de servicios que potencialmente tendrán serios inconvenientes para asegurar una prestación de calidad. Además, las limitaciones de las reservas de gas y petróleo, la falta de inversión en exploración y de soluciones alternativas a corto y mediano plazo, constituyen un marco altamente favorable para el uso y expansión de las energías regenerativas. En este contexto, el aprovechamiento térmico de la radiación solar ofrece amplias ventajas, por ejemplo, puede reemplazar gas natural, envasado o a granel, recurso de potencial encarecimiento por la drástica reducción de reservas de los últimos años. En el caso de que el recurso energético a reemplazar sea electricidad, los beneficios son aún mayores, ya que gran parte de la energía eléctrica se genera a partir de gas natural, transformando a este último recurso fósil en fundamental y estratégico para asegurar el suministro eléctrico de los próximos años. Esta situación es reconocida por distintos países de la región, como Brasil, que hoy cuenta con legislación solar térmica en San Pablo, Porto Alegre y Belo Horizonte. Argentina ya cuenta con propuestas a nivel local en Rosario y Buenos Aires.

Actualmente, los colectores solares se utilizan principalmente en zonas rurales, sin suministro de gas de red [2]. El aumento del precio de los hidrocarburos, la caída de las reservas y las remotas posibilidades de extensión del servicio de gas natural a poblaciones periféricas, convierte a la eficiencia energética y al uso de energías no convencionales en soluciones viables en el futuro inmediato debido al agotamiento de los recursos fósiles de la región. En este marco, es importante adecuar el potencial tecnológico existente a la realidad local, facilitar la fabricación de los productos evaluados y certificados en laboratorio, y alentar la producción y exportación de acuerdo a las exigencias de los mercados, que evolucionan sobre las bases de calidad, eficiencia y economía. En Europa, con un mercado solar térmico consolidado hace ya dos décadas, el ensayo y certificación de colectores solares para optimización de diseño y su posterior comercialización es en una rutina obligatoria en cada fabricante. Plazos de espera de hasta un año son requeridos para realizar los estudios térmicos debido a la gran variedad de marcas, modelos y competencia existente.

⁽¹⁾ Investigador, Grupo de Energía Solar, UTN - FRBA

⁽²⁾ Docente e investigador, Centro de Investigación, Hábitat y Energía, FADU – UBA

⁽³⁾ Doctorando, UNSAM

⁽⁴⁾ Becarios de investigación, Grupo de Energía Solar, UTN - FRBA

OBJETIVOS

Desde el campo de la investigación, la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, ha decidido apoyar la promoción del aprovechamiento de la radiación solar en forma de calor impulsando la creación de un Grupo de Investigación orientado al estudio de aplicaciones y desarrollos solares, capaz de transferir conocimiento a capacitación de alumnos, profesores, investigadores, profesionales y la sociedad en su conjunto. En este contexto, a mediados de 2006 se inicia el Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID EAPRBA579T), “Banco de Ensayos y Certificación de Colectores Solares” para certificar Normas IRAM 210002, 210007-1, 210007-2. Sus objetivos principales se orientan a:

Tecnología

- Mejorar diseño, prestaciones y costos finales de equipos solares térmicos, para alentar y favorecer la competencia con calentadores de agua tradicionales y entre fabricantes de equipamiento solar
- Desarrollar nuevos sistemas basados en el aprovechamiento térmico de la radiación solar

Recursos humanos

- Formar profesionales y técnicos con capacidad de comprender los fundamentos, proyectar e instalar sistemas solares térmicos de distintas escalas
- Transferir a grado y posgrado conocimientos concretos a través de rutinas de ensayos y demostraciones técnicas
- Promover la investigación en energía solar contando con una herramienta de múltiples aplicaciones

Desarrollo socioeconómico

- Contribuir a impulsar el crecimiento del mercado solar local y regional a través del desarrollo de una herramienta que permita establecer estándares de calidad en equipos nacionales e importados
- Promover la comercialización de productos homologados para la conformación de un mercado solar legítimo y energéticamente eficiente
- Permitir a la industria local contar con una herramienta de primer nivel para poder encaminarse hacia estándares internacionales
- Favorecer la exportación de productos y equipos bajo Normas de Calidad

METODOLOGÍA

Se describen las etapas en la que fue estructurado el proyecto:

Primera etapa (concluida):

- Recopilación de datos sobre instalaciones similares que se encuentran en marcha en distintos institutos de investigación en el mundo, principalmente europeos. Estudio de rutinas de ensayos y documentación necesaria para homologar y certificar colectores solares. Consulta de bibliografía específica y obtención de Normas locales e internacionales existentes.
- Desarrollo de propuestas alternativas de diseño del banco, distintos esquemas de funcionamiento.

Se trabajó en la recopilación de información sobre tipos de bancos de ensayo existentes, en operación o no, con el fin de identificar características y diseños que se puedan adaptar a las limitaciones presupuestarias y a las exigencias de las Normas locales. Consultas realizadas a centros de investigación, archivos y datos de bancos de ensayos ubicados en distintas partes del mundo, dieron como resultado valioso material, utilizado para definir el diseño final. El modelo desarrollado, en su parte estructural, tiene como referencia el utilizado en el Instituto Tecnológico Canarias (ITC), construido pocos años atrás (figura 1 y 2).



Figura 1: Banco de ensayos del Instituto Tecnológico Canarias (ITC), uno de los más reconocidos en Europa



Figura 2: El banco del ITC es de diseño simple, con ajuste de inclinación pero sin posibilidad de modificar acimut

De equipamiento sencillo pero completo y con posibilidades de ser construido localmente con algunas adaptaciones, el banco de ensayos del ITC cuenta con una sala de instrumentos y equipos anexa, situación que en nuestro caso fue resuelta a través de un elemento móvil que integra todos los accesorios de apoyo a la plataforma necesarios para el correcto funcionamiento del banco. El diseño del móvil o carro que transporta los instrumentos y el cuadro hidráulico hasta el punto de ensayos para su utilización, se basa en el modelo utilizado por el Florida Solar Energy Center (imagen 3 y 4).



Figura 3: Equipamiento completo del banco de ensayos del Florida Solar Energy Center (FSEC), USA



Figura 4: Carro o "movil" de apoyo que contiene el instrumental electrónico y el cuadro hidráulico, FESC

Segunda etapa (concluida):

- Elaboración del proyecto final, computo de materiales y elementos, pedidos de cotización.
- Estudio de asoleamiento para la elección del lugar de emplazamiento del banco de ensayos. Evaluación de facilidad de acceso, instalaciones eléctricas y sanitarias existentes, etc.

Paralelamente, y a través del proyecto "Plataforma Experimental de Energías Alternativas" (PEXENA, UTN-FRBA), se está construyendo una estructura metálica suspendida para la instalación del Banco, que prestará funciones, además, como espacio de trabajo para otras tareas vinculadas al uso de energía regenerativa (figuras 5 y 6). La plataforma, asegura óptimas condiciones de asoleamiento a lo largo del año y suficiente espacio para realizar rutinas de medición y demostraciones a profesores y alumnos. Actualmente en construcción, contará con las instalaciones necesarias para la correcta operación y visualización del funcionamiento de los distintos equipos.

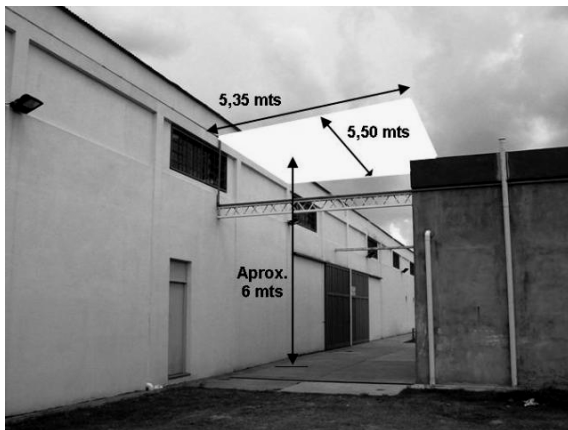


Figura 5: Plataforma elevada para instalación del Banco de ensayos UTN-FRBA



Figura 6: Tecnología metálica y acceso desde el Laboratorio de Ingeniería Civil UTN- FRBA

Tercera etapa (concluida):

- Elección del instrumental a utilizar, pedido de cotización.
- Contratación de la construcción de la estructura de soporte y otros elementos, adquisición de instrumental y seguimiento de las tareas contratadas.
- Construcción de la estructura del banco de ensayos según Normas.

La Norma [3] establece pautas específicas en los circuitos hidráulicos y eléctricos para realizar el trazado de curvas de eficiencia que obedecen a estudios realizados décadas atrás. Si bien se ha evolucionado notablemente en diseño y tecnología de colectores en los últimos años, el método para determinar la eficiencia de los captadores no ha sufrido significativas modificaciones. En este proyecto, el diseño del cuadro hidráulico a utilizar, además de responder a las normativas, permitirá adaptarse fácilmente a ajustes futuros. Las dimensiones del banco obedecen a las medidas de los colectores que se comercializan en el país y estándares internacionales, permitiéndose el ensayo de varios colectores en el día sin tener que

moverlos de la estructura, de 3500mm x 2200mm. El plano de soporte, construido en tubos de hierro de 40mm x 80mm x 1,2mm, en la parte superior destina un sector de 1500mm x 500mm para colocar instrumental (figura 7 y 8). La base, también fabricada en tubos de hierro de 40mm x 80mm x 1,2mm, con ruedas de nylon y planchuelas perforadas, permite ajustar la inclinación del plano de apoyo de los colectores a ensayar pivotando sobre un eje, ubicado de tal forma que reparte el peso en forma equilibrada. Los ángulos de inclinación para ensayos cubren el rango de 2°, casi horizontal, a 62°, con intervalos cada 10°.



Figura 7: Estructura del banco de ensayos en perfilera de hierro tubo rectangular, UTN-FRBA



Figura 8: Soporte para colectores pivotante, diseñado para distintas posiciones, UTN-FRBA

Se diseñó y construyó una caldera eléctrica en cobre de 2Kw de potencia de precalentamiento. En ensayos en circuito cerrado, debe preverse la utilización de una resistencia de calentamiento de variación lineal, para suministrar calor al agua de entrada al colector que se está ensayando (figura 9). En el cuadro hidráulico (figura 10), se incluye un enfriador de agua por aire para enfriar el líquido de salida de los captadores.

Por otra parte, y como forma de hacer participativo el trabajo que se está llevando a cabo, se siguen realizando contactos con distintas empresas que han demostrado interés en contribuir con elementos de su producción a la investigación. Este tipo de gestión demanda cierto tiempo, pero se considera de importancia la apertura del proyecto hacia el mercado, convocando a empresas a colaborar a través de donaciones. Algunos elementos recibidos son los siguientes:

- Tanque expansión de 2 litros de acero inoxidable. En circuitos cerrados, es recomendable utilizar un tanque de expansión para contribuir a estabilizar la presión del sistema y permitir que el fluido transportador se expanda y se contraiga libremente.
- Bomba centrífuga para soportar 90°C y válvulas correspondientes para establecer el flujo del fluido caloportador en el circuito con un mismo valor en todos los puntos a medir.
- Termómetros análogos de control y mangueras para soportar temperaturas acordes con las exigencias.



Figura 9: Caldera eléctrica diseñada y construida durante el desarrollo del proyecto, UTN-FRBA

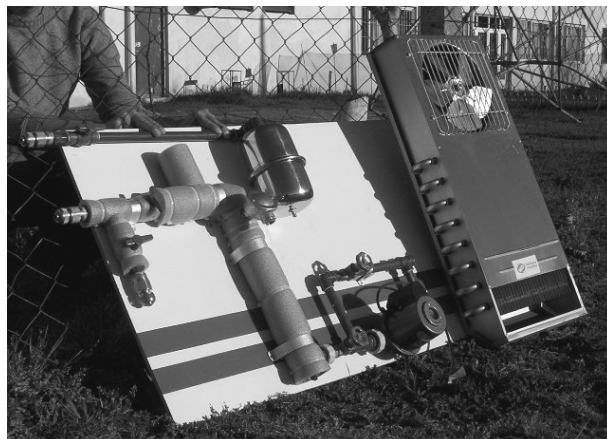


Figura 10: Cuadro hidráulico con enfriador de agua por aire forzado, UTN-FRBA

Cuarta etapa (en curso):

- Elaboración del modelo matemático final basado en la metodología de balance energético planteada por Hottel & Whillier (1953-1958-1977). De esta manera, por cada ensayo se contará con un software capaz de simular el sistema y cuantificar variaciones que surjan a partir de modificaciones preestablecidas por el software para el elemento ensayado.
- Preparación de rutina de ensayos y operación.
- Armado del carro o móvil. Montaje y conexión final, puesta en marcha.
- Calibración y certificación de instrumentos y del equipamiento

Se encuentra en avanzado estado de elaboración una versión preliminar de software que permite simular el comportamiento de un colector solar de placa plana, con la posibilidad de intercambiar manualmente las características de sus componentes. En futuras versiones, se optimizará con el agregado de opciones de distintos materiales que componen el colector, distintas geometrías de captación y de transferencia de calor, de manera de permitir una simulación más diversificada. El objetivo de este desarrollo apunta a que cada colector ensayado pueda ser mejorado a través de la simulación digital que ofrece el programa, sin necesidad de volver a realizar otros ensayos en condiciones normales. Previendo la expansión del mercado solar térmico en la región, tanto a nivel rural [4] como urbano [5], la utilización de herramientas digitales de diseño será de importancia para el desarrollo de nuevo equipamiento, de mejor calidad y estándares internacionales, en este caso en particular, colectores solares planos.

CONCLUSIONES

La actual crisis energética plantea una búsqueda de alternativas para proporcionar confort térmico en edificios, agua caliente sanitaria y/o calefacción, reduciendo el uso de energía de origen fósil. En este marco, la construcción de banco de ensayos y certificación de colectores solares capaz de homologar productos constituye una herramienta de gran valor. La optimización de diseños y el cálculo de la eficiencia de los modelos comercializables, conforman el andamiaje necesario para la expansión del mercado solar térmico local, la generación de empleo genuino y ambientalmente sustentable. Se espera que la puesta en marcha de este proyecto redunde en la dinamización del área de energía, ya que las graves dificultades existentes fuerzan la activación de mecanismos para el aprovechamiento conciente de recursos renovables.

Paralelamente al desarrollo, y en el marco del presente proyecto, se están ultimando detalles para el dictado del primer curso de instaladores de energía solar térmica. El mismo, está destinado a capacitar en diseño y montaje de sistemas solares térmicos sencillos basados en colectores solares planos y equipos integrados de funcionamiento termosifónico o por bomba. Se cuenta con material teórico, equipamiento para demostraciones y clases prácticas, y fundamentalmente, disertantes con experiencia en fabricación, proyecto y ejecución de sistemas de diversa complejidad.

Cabe destacar que la incorporación de becarios de investigación al proyecto ha sido de gran importancia. Cada uno ha profundizado temas técnicos específicos, como análisis de certificación de calidad y homologación, y análisis de certificados de ensayos de laboratorios reconocidos mundialmente y comparación de resultados.

Por las características del proyecto, que ya se encuentra avanzado en casi un 70%, han existido significativas acciones y gestiones administrativas para su progreso, y si bien se ha avanzado de acuerdo a lo previsto, los mecanismos de adquisición de algunos elementos han retrasado la realización de los primeros ensayos.

REFERENCIAS

1. Gallegos Grossi H., Righini R., Antelo O., curso "Aprovechamiento energético de la radiación solar", Universidad Nacional de Luján, 2002.
2. Garreta F., Evans J. M. y de Schiller S., 'Instalaciones solares para agua caliente sanitaria: diseño, montaje, aprendizaje y experiencia', Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, INENCO-UNSa, Salta, 2000.
3. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Norma 210002, "Colectores solares. Método de ensayos para determinar rendimiento térmico", 1983.
4. Garreta F., Evans J., "Colectores solares planos: Experiencias, variables y factibilidad económica", Actas HYFUSEN 2005, trababajo 11.43, Bariloche, Río Negro, 2005
5. Velasco J. M., Expediente N° 359-D-2006, proyecto de ley sobre el "Marco regulatorio para la captación de energía solar térmica en la Ciudad de Buenos Aires", Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

ABSTRACT

In the last years Argentina has demonstrated a strong economic growth together with the beginning of a deep energetic crisis. In this context and with the existing industrial and human resource potential, new bases are being established to promote the local solar thermal market. Since 2006, the National Technological University, Buenos Aires Regional faculty, has been developing and constructing a solar collector testing facility in order to respond to the activity rise in the solar market, anticipating the need to generate tools that permit quality control in national and imported collectors and that allow professionals and students to be trained on the correct use of solar radiation for the generation of heat. The present work describes the state of the Project "Testing facilities for solar collector certification" which is expected to be fully operational by the end of 2007.

Keywords: Solar thermal energy, solar collectors, testing, certification