

Termotanques solares comunitarios para mitigar necesidades energéticas.

Somoza J. I., Tarditti O., Christophersen, B., Belogi A., Sivo M., Soto A., Gutiérrez O., Prezzo M., Canto Trione D., Sánchez F.

RESUMEN

La falta de acceso a la energía es una de las problemáticas que aún persiste en gran parte de la población mundial, causando graves afecciones a la salud y al ambiente. Las energías renovables de generación distribuida tienen un gran potencial como herramienta de mitigación de esta situación.

Desde la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF) se trabaja en el desarrollo de prototipos de termotanques solares que puedan ser armados con y para poblaciones con necesidades energéticas insatisfechas. Se desarrolló un prototipo y durante el 2016 se hizo una experiencia de construcción e instalación comunitaria con vecinos de “Barrionuevo”, partido de Merlo. Allí se hicieron una serie de encuentros en donde se hizo un diagnóstico energético del barrio y se construyó e instaló en conjunto un prototipo de termotanque solar de diseño propio, en un Centro Comunitario barrial. La experiencia del trabajo confirmó la necesidad e interés que existe por explorar formas alternativas y sustentables de abastecimiento energético en los barrios. Mediante el mecanismo de transferencia tecnológica se logró un rico intercambio de saberes entre la Comunidad y la Universidad. El prototipo construido tuvo un funcionamiento aceptable, aunque se observaron aspectos a mejorar. Durante el 2017 se construyó un nuevo prototipo con estas mejoras incorporadas. Actualmente se está trabajando en la construcción e instalación comunitaria de termotanques solares en 5 hogares de Barrionuevo con necesidades energéticas.

ABSTRACT

Lack of access to energy is one of the problems that still persist in a large portion of the world population, causing serious health and environmental problems. Distributed generation renewable energies have a great potential as a mitigation tool for this situation.

From the Environmental Engineering degree of the *Universidad Nacional de Tres de Febrero* (UNTREF), work has been done on the development of prototypes of solar hot water tanks that can be built with and for populations with unsatisfied energy needs. A prototype was developed and during 2016 was tested with residents of *Barrionuevo*, in the district of *Merlo*. During which a series of meetings were held where an energy diagnosis of the neighbourhood was made and a prototype of a solar hot water tank of our own design was

built and installed in a neighbourhood Community Centre. This experience confirmed the need and interest that exists to explore alternative and sustainable forms of energy supply in the neighbourhoods. Through the technology transfer mechanism, a rich exchange of knowledge was achieved between the Community and the University. The prototype built had an acceptable performance, although aspects for improvement were observed. During 2017 a new prototype was built with these improvements incorporated. Currently, there is a work in progress for the construction and installation of community solar water heaters in 5 homes in *Barrionuevo* with energy needs.

PALABRAS CLAVE

Termosolar, transferencia tecnológica, energía renovable.

KEY WORDS

Solar heater, technology transfer, renewable energy.

INTRODUCCIÓN

La erradicación de la pobreza y la desigualdad, así como garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, son los principales desafíos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Es así que el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) los incluye dentro de los objetivos de desarrollo propuestos para el Milenio (MDG, por su sigla en inglés). Si estas metas quieren ser logradas, asegurar el acceso universal a formas de energía limpia y moderna es ineludible. Las estimaciones actuales arrojan los siguientes datos: 2400 millones de personas todavía dependen de la quema de biomasa para satisfacer sus necesidades energéticas, no siempre de modo sustentable, alrededor de 1600 millones de personas no tienen acceso a la electricidad. [1]

El fenómeno recién descrito tiene diversas causas particulares, pero en general se ha visto que hay una falla universal en no tener en cuenta a las necesidades de los pobres como un tema específico dentro de la planificación energética.

En la mayoría de los casos la infraestructura para el acceso a formas modernas de energía está presente en los alrededores a las zonas de pobreza, pero aun así no hay posibilidad de que accedan a éstas de forma estable. Además, los ingresos de estos hogares, ya sean en zonas rurales o urbanas, no sólo son bajos sino que también son irregulares, por lo que la "calidad" de energía a la que pueden acceder varía de acuerdo a sus ingresos. La falta de reconocimiento legal de los asentamientos urbanos, la casi inexistente posibilidad de movilidad social y el fenómeno de exclusión social que sufre los pobres urbanos son factores que solo pueden agravar esta situación. [2], [3], [4], [5]

En el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) existen numerosos barrios y asentamientos en situación de vulnerabilidad que poseen toda una carga de necesidades básicas insatisfechas, entre las que se encuentran las energéticas. Las redes de abastecimiento pasan cerca, pero la posibilidad de acceder a éstas es lejana. Aunque la electricidad y el LPG son popularmente usados en estos lugares, su uso se suele dar en un contexto de irregularidades. Son comunes las conexiones clandestinas a la red eléctrica, así como la quema de carbón o desechos sólidos dentro de los hogares. La imposibilidad de pago y la falta de disponibilidad eléctrica constante, hacen que estas prácticas se intensifiquen, aumentando los problemas de salud y accidentes en la población. [6]

Es en este contexto en el que las energías renovables pueden ocupar un rol significativo. A diferencia del modelo de generación y consumo propuesto por los países industrializados (grandes centros de generación basados en recursos no renovables, con grandes redes de distribución para llegar a los usuarios), las tecnologías de la energía renovable (RETs, por su sigla en inglés) son diseñadas para el sitio en el que se va a instalar, teniendo en cuenta sus hábitos de consumo y los recursos disponibles. Aquellos países que han mostrado políticas estables respecto a la implementación de energías renovables, como biodiesel, mini-hidroeléctrica, termosolar, eólica de baja potencia, etc., han mostrado grandes

progresos. Aunque en general domina la generación de energía eléctrica, no deben ser desestimadas las formas de generación no-eléctricas como una forma valiosa de aliviar la pobreza, considerando que muchos hogares utilizan la quema de biomasa para calefacción, calentamiento de agua y cocción de alimentos. Además el desarrollo de prototipos de generación de energía a partir fuentes renovables puede hacerse bajo el concepto de Tecnología Apropiada. Esto implica un desarrollo surgido del análisis de las condiciones socioeconómicas, tecnológicas y productivas de la zona estudiada. Estas tecnologías, surgen para revalorizar la diversidad cultural y los saberes, así como los conocimientos acumulados históricamente. En consecuencia, para su implementación se debe tener en cuenta las necesidades y los recursos disponibles de cada comunidad y la armonía con el medio ambiente. [7]

El agua caliente constituye un consumo energético importante en los hogares, teniendo diversos usos como la higiene personal y la limpieza. En general se considera que un consumo medio típico es del orden de los 40 litros por día y persona. En los países en desarrollo este consumo constituye entre el 30 y el 40% del consumo de energía de un hogar. Este porcentaje es mayor que en los países desarrollados, donde el consumo de energía para producir agua caliente sanitaria (ACS) se supone del 26% del consumo total de la vivienda. Pero en general, a nivel mundial se ha convertido en el segundo uso energético doméstico en importancia después de la calefacción y la refrigeración.

Los colectores solares tienen un gran potencial de aplicación en la mitigación de necesidades energéticas ya que pueden utilizarse en la producción de ACS. Éstos son dispositivos utilizados para coleccionar, absorber y transferir energía solar a un fluido, que puede ser agua para consumo humano, higiene personal, limpieza, sistemas de calefacción, etc. Desde su primera invención, hace 120 años, se han desarrollado diversas formas de colectores solares térmicos, que van de los colectores planos a los colectores parabólicos y helióstatos. Un colector necesita ser seleccionado cuidadosamente de acuerdo a la temperatura del fluido que debe proporcionar, para la aplicación prevista y de acuerdo al clima del lugar en el cuál va a estar emplazado. [8], [9].

En cuanto al uso de esta tecnología como forma de mitigación de pobreza urbana, existen múltiples prototipos de colectores o termotanques solares de construcción comunitaria, diseñados por Universidades, Fundaciones, ONGs, etc. Éstos tienen la particularidad de poder construirse con materiales de fácil acceso y bajo costo, reutilizando materiales de descarte en algunos casos, sin la necesidad de contar con herramientas complejas, costosas o específicas para esto. No requiere conocimientos previos específicos del tema para poder construirse, más que una breve capacitación, y el mantenimiento lo puede realizar el mismo usuario. Además, esta tecnología favorece mecanismos de transferencia tecnológica, de los desarrolladores a los usuarios. Estos procesos trascienden a la construcción del dispositivo ya que al hacerlo no sólo se transmiten una serie de saberes prácticos y conceptos asociados, sino que se logra que los usuarios se organicen de forma comunitaria para ser protagonistas del proceso de construcción. Estas tecnologías surgen para revalorizar la diversidad cultural y los saberes, así como los conocimientos

acumulados históricamente. En consecuencia, para su implementación se debe tener en cuenta las necesidades y los recursos disponibles de cada comunidad y la armonía con el medio ambiente. [10], [11], [12], [13], [14], [15].

En el 2013 se creó un grupo interdisciplinario de trabajo entre docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF) con el objetivo de estudiar del uso de las energías renovables como herramienta de mitigación de pobreza urbana. El objetivo perseguido fue desarrollar un prototipo propio de generación no-eléctrica que pueda ser aplicado y transferido a una comunidad con déficit en el acceso a fuentes de energía del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). [15]

En cuanto a la búsqueda de formas de generación de energía no eléctrica, se decidió trabajar con la tecnología termosolar por su aplicabilidad en dicha zona y la posibilidad de diseñar y construir prototipos de termotanques solares de forma sencilla y con materiales de fácil acceso. Durante los años 2014 y 2015 se desarrolló un prototipo de termotanque solar para construcción comunitaria. La imagen 1 muestra una fotografía del prototipo construido en la UNTREF. [16]

Imagen 1: Prototipo de termotanque solar construido en la UNTREF.



Fuente: Elaboracion propia.

Uno de los requerimientos más importantes para realizar un proceso de transferencia tecnológica es poder desarrollarlo en conjunto con una comunidad que pueda dar respuesta y acompañar la propuesta; una comunidad entrenada en la organización y la gestión de proyectos colectivos. En este caso, se empezó trabajar en Barrionuevo a través de una comunidad de religiosas católicas, las Esclavas del Sagrado Corazón de Jesús, que coordinan allí un Centro Educativo y participan activamente en El Centro Social y Comunitario “Mater Dei”.

Barrionuevo es una comunidad del partido de Merlo, provincia de Buenos Aires, tiene aproximadamente 4000 habitantes, la mayoría de ellos provenientes de provincias del

Norte Argentino y de países limítrofes, especialmente Paraguay. La principal fuente de ingresos de los miembros de esta comunidad es la relacionada a la construcción, pequeños comercios y a las “changas” en general. En los últimos 10 años se produjeron muchas mejoras en las viviendas y en las zonas comunes del barrio (plazas, veredas, etc.), sin embargo el acceso a las energías sigue siendo desigual. Hay zonas enteras del barrio que no tienen electricidad y solucionan esta carencia mediante conexiones clandestinas y precarias. En general, no cuentan con agua de red; la mayoría de las casas extraen el agua de pozos. Solo una zona del barrio recibe agua de un pequeño tanque distribuidor que extrae también agua de un pozo. Tampoco reciben gas de la red, por lo que se usa gas envasado.

El Centro comunitario funciona como eje y referente en la comunidad, entramando distintas iniciativas barriales, no sólo religiosas (catequesis, grupos de oración, etc.) sino también sociales (fundación CONIN, Cooperativa de Mujeres Cuñá m' bareté, etc.). Son habituales allí las convocatorias para realizar diagnósticos de situaciones barriales que luego se palian comunitariamente a través de “Mingas” (según la tradición andina, jornadas de trabajo comunitario donde todos ayudan a uno, rotativamente) de gran convocatoria y participación.

El objetivo de este trabajo fue la realización de una experiencia de transferencia tecnológica mediante la construcción e instalación comunitaria de un termotanque solar para que sea usado en dicho Centro Comunitario. Las lecciones aprendidas en esta experiencia fueron incorporadas en el diseño de un nuevo prototipo que será utilizado para la construcción e instalación comunitaria de termotanques solares en 5 hogares de Barrionuevo, como herramienta de mitigación de sus necesidades energéticas.

METODOLOGÍA

Uno de los objetivos generales de la Universidad Pública es propiciar en sus estudiantes una sensibilidad y disposición especial para participar activamente en sus comunidades aportando los conocimientos adquiridos para mejorar situaciones puntuales y fortalecer la ciudadanía. Es común que los mismos estudiantes y profesionales denominen a estos procesos “devolver a la comunidad lo que ella facilitó a través de sus aportes”. Más allá de esta afirmación se considera que los conocimientos adquiridos en el ámbito de la universidad se terminan de significar también en estos procesos de transferencia tecnológica en las comunidades ya que se enriquecen con los aportes del conocimiento informal y las experiencias vitales. La transferencia tecnológica, entendida en estos planos de horizontalidad, complementa entonces, dialécticamente, la formación académica de los estudiantes y profesionales y al mismo tiempo realiza un aporte a los saberes prácticos de las comunidades donde se lleva adelante.

En este contexto, luego de algunos encuentros con referentes del Centro Comunitario de Barrionuevo, se decidió llevar adelante la experiencia propuesta. La trayectoria pensada y consensuada fue la siguiente:

- Trabajo sobre las energías renovables en general y su posible aporte para mejorar la calidad de vida.
- Mapeo sobre las energías disponibles en El Barrio y la posibilidad de acceso a las mismas.
- Presentación de un prototipo de colector solar de agua.
- Trabajo y explicación sobre las posibilidades del armado. (Esta actividad y las anteriores, en una primera jornada).
- Armado colectivo (Segunda y Tercer jornada).
- Instalación del prototipo construido en el Centro Comunitario. (Cuarta jornada).

La convocatoria de vecinos y vecinas se realizó a través de los canales habituales en la comunidad: carteles en la puerta de la capilla, avisos en las misas, anuncios en la radio comunitaria, redes sociales, etc.

La primera jornada de trabajo consistió primero en una charla a cargo de los miembros del equipo de la UNTREF sobre Energía, haciendo hincapié en sus formas renovables y no renovables. Luego, se hizo un diagnóstico participativo de la situación energética del barrio, donde los vecinos y vecinas se juntaron en grupos para identificar cómo era la situación energética en Barrionuevo. Se hizo una puesta en común de lo trabajado. Finalmente se presentó la posibilidad de hacer un armado comunitario de un prototipo de un termotanque solar para instalar en la comunidad y se acordó hacerlo.

Para el armado del prototipo se conformaron grupos de trabajo con miembros del equipo de la UNTREF, y vecinos y vecinas del barrio. Estos grupos trabajaron en paralelo, cada cual avanzando en la construcción de una parte específica del prototipo: corte caños, armado de cajón, armado del tanque y ensamblado del manifold. Esta actividad duró la primer parte de la jornada y en la segunda parte se hizo el ensamble de todo el conjunto. Las herramientas y materiales fueron provistos por el equipo de la UNTREF. La Tabla I muestra un resumen de los materiales utilizado en el prototipo.

El equipo construido se montó en la terraza del Centro Comunitario. La placa colectora se expuso al sol con una orientación norte en el azimut y una inclinación de 45°. Se conectó

la salida de agua caliente del mismo a la canilla de agua caliente de la cocina. La instalación quedó finalizada en septiembre de 2016.

Tabla 1: Resumen de materiales usados en el prototipo.

Componente	Material Usado
Cajón	Madera multilaminado fenólico 18 mm
Aislante	Telgopor de 50 mm de espesor
Placa conductora	Aluminio
Caños	Caño de aluminio de 22,2 mm de diámetro x 2mm de espesor roscado en los extremos con una terraja para acero.
Manifolds	Té de reducción 1" x ½" polipropileno rosca
	Enterrosca 1" polipropileno rosca
	Unión doble ½"
	Enterrosca ½" polipropileno rosca
	Llave esférica plástico ½"
	Nipple de 1" x 10 cm polipropileno rosca
	Unión doble 1" polipropileno rosca
Absorvedor	Pintura negra mate sintético
Placa transparente	Policarbonato alveolar 6 mm

Fuente: Elaboración propia.

Durante los meses de octubre 2016 a marzo 2017 se realizaron jornadas de monitoreo con una frecuencia mensual aproximadamente. En ellas se verificó el estado de conservación del conjunto, así como el de los diferentes materiales. Se realizaron mediciones de la temperatura de salida del agua y de la temperatura máxima alcanzada en el colector solar, para evaluar el funcionamiento del equipo.

El estado de conservación se verificó mediante inspección visual. Se revisó el estado general del sistema haciendo foco en el grado de limpieza de la cubierta de policarbonato, el estado de la madera del cajón, que no haya entrado polvo ni agua de lluvia dentro del colector, el estado de los caños de agua, su aislación, posibles de pérdidas de agua, etc.

La temperatura de salida del termotanque se midió en la canilla de agua caliente de la cocina del centro comunitario. Se llenaron recipientes de volumen conocido y se midió la temperatura promedio del mismo. La temperatura máxima alcanzada por el colector solar se midió mediante una prueba de estancamiento. La misma consiste en llenar de agua la

totalidad del colector, y cerrar las válvulas de entrada y salida para no permitir la circulación de la misma. En contacto con el agua se colocó una sonda de temperatura. Se midió la temperatura alcanzada por el agua en función del tiempo transcurrido. Para este ensayo se utilizó un sensor de temperatura digital marca Litz Instruments, modelo LZ-101.

En función de los resultados obtenidos, se fueron realizaron algunas mejoras y se detectaron los puntos a mejorar de diseño del equipo. Éstos fueron implementados en un nuevo prototipo a escala que se construyó en UNTREF en los meses de abril a septiembre de 2017, y que actualmente está montado en la Universidad para su monitoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el punto de vista de la Transferencia Tecnológica uno de los principales resultados obtenidos fue la complementariedad de conocimientos entre el equipo de UNTREF y la gente del barrio. Durante las jornadas de relevamiento, de construcción y de monitoreo se pudo plasmar esta intención inicial de generar un vínculo horizontal entre conocimientos formales y aquellos experienciales, que permitieron a los vecinos apoderarse del proyecto, asumir la tecnología resultante como una posibilidad de paliar sus necesidades energéticas. Por otro lado, la reflexión inicial sobre la importancia del uso de energías renovables como opción para contrarrestar la falta de acceso a las convencionales también pudo verse reflejada en la realidad concreta del prototipo, en sus dificultades de armado y las mejoras en el funcionamiento. La propuesta en sí misma tuvo una buena convocatoria; los vecinos dieron muestra del buen conocimiento de la zona, sus limitaciones y oportunidades a nivel energético. La jornada de construcción del prototipo fue particularmente exitosa ya que a los conocimientos específicos aportados por los alumnos y docentes del equipo se sumaron aquellos que brindaron los vecinos sobre plomería, carpintería, etc.

Por otro lado, fue posible experimentar las dificultades mismas del barrio durante este proceso. A modo de ejemplo: la primera reunión convocada con los vecinos se tuvo que suspender debido a unas intensas lluvias que anegaron varias calles del barrio, imposibilitando a mucha gente salir de sus casas.

El primer monitoreo con el equipo ya instalado se realizó en el mes de octubre. En primer lugar, se encontró una importante pérdida de agua en la unión entre la válvula de salida del colector y el mismo. Se desarmó esa parte y se observó que como la válvula era de material plástico, con el paso de agua caliente se fue habiendo deformado la rosca de conexión. Este problema se solucionó colocando válvulas metálicas entre la salida del colector y el retorno al tanque. A causa de la pérdida de agua no se pudieron hacer mediciones de temperatura.

En cuanto al estado de conservación general del equipo, se observó que era bueno y no se encontró un deterioro causado por el tiempo que había estado a la intemperie. Sin embargo, sí se había producido una considerable acumulación de polvo en la cubierta transparente generando opacidad. La misma se limpió con un paño húmedo para revertir esta situación.

En el mes de noviembre se realizó una nueva jornada de monitoreo. Las nuevas válvulas colocadas funcionaron correctamente y no se encontraron puntos de pérdidas de agua. Se realizaron mediciones de la temperatura del agua en la canilla de agua caliente de la cocina, cuyo valor promedio fue $(27,2 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$, mientras que la temperatura de la canilla de agua fría proveniente del tanque de abastecimiento era $(24,1 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. Se midió también la temperatura de retorno del agua caliente del colector al tanque obteniendo un valor de $(51,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. El bajo valor de temperatura del agua de la canilla respecto de la de salida del colector dio cuenta de un problema de circulación entre éste y el tanque. Esto podía suceder ya que el circuito de retorno al tanque había quedado más largo de lo provisto y la pendiente no era óptima. Por tal motivo se decidió modificar esa parte del sistema, cambiando la posición del tanque para acortar y mejorar la pendiente del retorno. La imagen 2 muestra una imagen del sistema en su configuración original y cómo quedó luego de los cambios introducidos.

Imagen 2: Prototipo construido e instalado en el Centro Comunitario "Mater Dei", Barrionuevo, partido de Merlo. a) Primera configuración del equipo, b) configuración final.



a) Primera configuración del equipo.

b) Configuración final.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al estado del conjunto, no se encontraron signos de deterioro en el equipo por efecto de la intemperie. Nuevamente se observó que se había acumulado polvo sobre la cubierta transparente, por lo que se repitió el proceso de limpieza.

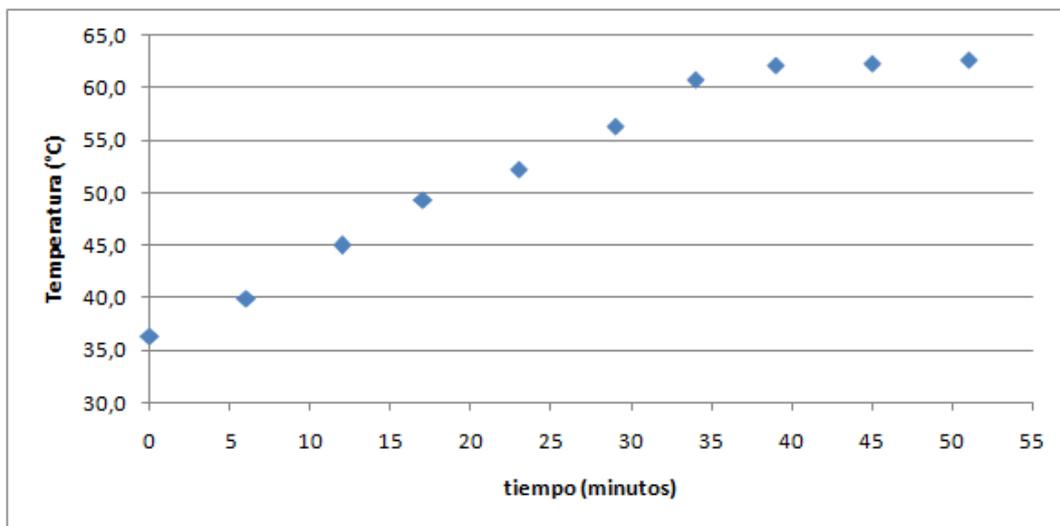
El 12 de diciembre se realizó una nueva visita para evaluar los cambios introducidos y el funcionamiento del sistema. A las 17:43 hs se realizaron extracciones de agua de la canilla de agua caliente de la cocina, obteniendo una temperatura de $(39 \pm 1) ^\circ\text{C}$ para los primeros 100 l de agua y luego comenzó a descender hasta alcanzar $(35,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ al completar los

150 l extraídos. El día de la medición había una temperatura ambiente de $(32,6 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$, la temperatura del agua fría era $(24,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$ y el cielo estaba totalmente despejado. El estado general del conjunto seguía sin mostrar signos de deterioro.

En el mes de febrero se realizó una nueva jornada de monitoreo. Se verificó la integridad estructural del sistema y se realizaron mediciones de la temperatura del agua proveniente del termotanque solar usando como punto de medición la canilla de la cocina. En este caso, la temperatura alcanzó no superó el valor de $(35 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. El día de la medición el cielo estaba parcialmente nublado y la temperatura ambiente medida fue $(30,9 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. La temperatura del agua fría no fue registrada.

El 11 de marzo se realizó el último monitoreo en donde se volvió a medir la temperatura del agua tomada de la canilla de la cocina, pero esta vez la temperatura no superó los $(28,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. El día estaba parcialmente nublado y la temperatura ambiente era $(21,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$. El mismo día a las 12:30 hs se realizó la prueba de estancamiento para hacer la medición de la temperatura máxima alcanzada por la placa. La imagen 3 muestra los resultados obtenidos.

Figura 3: Temperatura del agua en el colector solar en función del tiempo durante la prueba de temperatura de estancamiento. La temperatura se midió con un error absoluto de $0,1 ^\circ\text{C}$ y el tiempo con un error de 0,5 minutos.



Fuente: Elaboración propia.

En función de los resultados obtenidos, se observa que la elección de los materiales fue correcta ya que, a excepción de las válvulas, no se produjeron fallas ni daños por estar efecto del funcionamiento ni de la intemperie. En cuanto a los valores de temperatura obtenidos, fueron más bajos de los esperados para la época del año en la que se realizaron las mediciones. Este tipo de sistemas tendría que alcanzar temperaturas de entre 60 y 70 $^\circ\text{C}$ en verano, rondando temperaturas de entre 30 y 40 $^\circ\text{C}$ en invierno donde la producción energética suele ser un 50% menor a la de verano. Se cree que el problema principal se encuentra en la aislación del tanque de almacenamiento. Esto causa que cuando el agua

eleva su temperatura por encima del ambiente se produzcan grandes pérdidas, disminuyendo el rendimiento del equipo. Esto mismo explicaría también la variación de la temperatura del agua medida en la canilla de agua caliente de la cocina en los diferentes monitoreos, y también sería la razón de porqué en ningún caso la temperatura de salida del tanque alcanzó un valor cercano a la temperatura máxima que se obtuvo en la prueba de estanqueidad.

Los puntos detectados para mejorar en el diseño del equipo fueron:

- Mejorar la aislación del tanque: evaluar el uso de materiales más costosos, pero que aumenten el rendimiento del equipo. Se está evaluando el uso de poliuretano o lana de vidrio.
- Mejorar la aislación del colector: dado que la temperatura de trabajo del colector es cercana a la máxima admitida por el poliestireno expandido, se propone cambiar este material. Se está evaluando el uso de poliuretano y lana de vidrio.
- Material del cajón: utilizar un material que permita una mejor terminación que la madera cortada manualmente.
- Homogeneizar medidas de las piezas de polipropileno, mangueras y caños de aluminio de modo tal de simplificar el armado
- Estandarizar la estructura de soporte de tanque y colector de modo de facilitar el montaje.
- Las mejoras detectadas en el proceso de construcción fueron:
 - Tener suficiente cantidad de repuestos para no tener que ante una eventualidad no sea necesario salir a comprar material durante la jornada de armado, ya que eso demanda mucho tiempo.
 - Planificar las jornadas de armado de modo tal que duren 6 hs aproximadamente se logra un uso más eficiente del tiempo.
 - Tener responsables y actividades definidas para cada estación de trabajo con anticipación a la jornada.

Las mejoras propuestas en el diseño se incorporaron en la construcción de un nuevo prototipo a escala. La imagen 4 muestra el prototipo construido, montado en UNTREF. Actualmente el equipo está siendo monitoreado para utilizar el diseño para la

construcción e instalación comunitaria de termotanques solares en 5 hogares de Barrionuevo, Merlo.

Imagen 4: Prototipo a escala construido en UNTREF durante 2017.



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La experiencia del trabajo confirmó la necesidad y el interés que existe en la comunidad en general por explorar formas alternativas y sustentables de abastecimiento energético. El armado comunitario de termotanques solares para producción de agua caliente domiciliaria es una alternativa con un gran potencial de aplicabilidad ya que no sólo brinda una solución concreta a una demanda energética, sino que también posibilita aplicar mecanismos de transferencia tecnológica en donde los saberes se comparten entre la Comunidad y la Universidad.

El prototipo construido tiene un funcionamiento aceptable, y los aspectos a mejorar se incorporaron en el diseño de un nuevo prototipo a escala que fue construido y está siendo monitoreado para ser usado en nuevas experiencias de construcción comunitaria con la Comunidad de Barrionuevo.

BILBIOGRAFIA

- [1] Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD). "CLEAN ENERGY FOR THE URBAN POOR". Disponible en www.gnesd.org, 2006

- [2] Yepez García, Ariel. Las energías renovables en América Latina y el Caribe en Eco Integración de América Latina, BID INTAL Nro 41, Buenos Aires, 2017
- [3] IPPC (intergoverntal Panel on Climate Change) Climate Change 2014. Synthesis Report, IPPC, Ginebra, 2015.
- [4] Organización Mundial de la salud, 7 millions premature death annualy linked to envitoment pollution, OMS, Ginebra, 2014
- [5] STERN, Nicholas. Stern review on Economics of Climate Change. Disponible en www.sternreview.org.uk. 2006.
- [6] Bravo G., Kozulj R., Landaveri R., Energy access in urban and peri-urban Buenos Aires, Energy Economics Institute, Fundación Bariloche. 2010.
- [7] Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD). "CAN RENEWABLE ENERGY MAKE A REAL CONTRIBUTION?". www.gnesd.org, 2006
- [8] Placco C., Saravia L., Cadena C., Colectores Solares para Agua Caliente, INENCO, UNSa – CONICET, Salta, Argentina, 2008.
- [9] Zhangyuan Wang, Wansheng Yang, Feng Qiu, Xiangmei Zhang, Xudong Zhao (2015). Solar water heating: From theory, application, marketing and research. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 41, p. 68-84
- [10] Barros V., San Juan G., Evaluación de los Aspectos Involucrados en el Proceso de Transferencia Tecnológica, a través de la comparación de siete experiencias. Construcción de colectores solares para calentamiento de agua, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 14, 2010.
- [11] Moreno R.C., Cádiz V.I., Castro C., Mendaña X., Melo Y., Difusión de Energías Renovables: Voluntariado Universitario, Energía Solar e Inclusión Social, ASADES, 2012.
- [12] O. Figueroa, D. Humano, H. Plaza, M. López Amorelli, J. Díaz, B. Sánchez, C. Placco, H. Suligoy y M. Gea, Agua Caliente Sanitaria con Energía Solar para la Comunidad de San Juan, departamento de Iruya, Salta, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 11, 2007.
- [13] Garzón B., Fernández Abregú L., Cejas F., Almirón Font S., Amín A. L.; Calazza, G., Adopción, Construcción Participativa y Transferencia de un sistema para el calentamiento de agua en escuela rural de Tucumán, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 14, 2010.

- [14] H.F. Napolini, H.S.G. Militão, R. Rütther, The role and benefits of solar water heating in the energy demands of low-income dwellings in Brazil, Energy Conversion and Management, 2010.
- [15] Somoza J., Tarditti O., Montes S., Gutiérrez O., Poliszuk J., Belogi A., Sivo M., Canto Trione D., Corrent M., Prezzo M., Soto A., Sánchez F., “Energía Renovable como Herramienta de Inclusión Social en el Área Metropolitana de Buenos Aires” en II Congreso de Energías Sustentables en Bahía Blanca, Argentina, 2016.
- [16] Somoza J., Tarditti O., Montes S., Gutiérrez O., Poliszuk J., Belogi A., Sivo M., Canto Trione D., Corrent M., Prezzo M., Soto A., Sánchez F., “Desarrollo de un Prototipo de Termotanque Solar de Construcción Comunitaria” en III Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) – IX Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI), Argentina, 2016.