Este manual contiene el paso a paso para la construcción de calefones solares de manguera con recirculación forzada. Representa la síntesis de un proceso de Investigación Acción Participativa desarrollado por el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO-CONICET-UNSa) en conjunto con comunidades campesino-indígenas de la región de los Cerros de Salta.

Este modelo de calefón solar busca aportar una posible solución a la falta de acceso a agua caliente para diversos usos sobre todo en comunidades y parajes rurales. Se presenta un desarrollo tecnológico autoconstruible, de bajo costo y que utiliza materiales fáciles de conseguir.

Este calefón solar busca poder implementarse de manera participativa y aportar a la autogestión de las comunidades rurales en pos de la mejora de sus condiciones de vida.

Invitamos a quienes tengan este manual en sus manos a acompañarnos en este camino de co-construcción de la tecnología.

CONICET INENCO

PROCODAS
Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Argentina

somos parte

Consejo del Pueblo Tastil

KONDORWAIRA

ISBN 978-631-90981-0-5

Ed EDITORIAL INENCO

MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN

Calefón Solar de manguera **con recirculación forzada**



MANUAL PARA LA CONSTRUCCIÓN

Calefón Solar de manguera **con recirculación forzada**

Autor
Valentín Becchio

Idea original del calefón
Nicolas Di Lalla

Participantes del desarrollo tecnológico:
Aien Salvo
Rodolfo Di Fonzo
Andrés Emanuel Díaz
Daniel Cussi
Pablo Dellicompagni
Silvina Belmonte
Cristian Andrés Quipildor Bautista
Víctor Cruz
Santos Sulca
Andrés Corimayo
Angel Tolaba
Paola Quipildor
Ariel Quipildor
Caludio Quipildor

Becchio, Valentín
Calefón solar de manguera con recirculación forzada : manual para la construcción / Valentín Becchio ; Contribuciones de Nicolás Di Lalla ... [et al.] ; Coordinación general de Valentín Becchio ; Silvina Belmonte ; Editado por Silvina Belmonte ; Aien Salvo ; Fotografías de Aien Salvo. - 1a ed - Salta : Inst. de Investigación de Energia No Convencional - INENCO, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-631-90981-0-5

1. Ciencias Tecnológicas. 2. Energía Térmica Solar. 3. Difusión de Tecnologías. I. Di Lalla, Nicolás, colab. II. Becchio, Valentín, coord. III. Belmonte, Silvina, coord. IV. Belmonte, Silvina, ed. V. Salvo, Aien, ed. VI. Salvo, Aien, fot. VII. Título.
CDD 690

Autor: **Valentín Becchio**

Idea original del calefón: **Nicolas Di Lalla**

Participantes del desarrollo tecnológico:
Nicolas Di Lalla (INENCO)
Aien Salvo (INENCO)
Rodolfo Di Fonzo (INENCO)
Andrés Emanuel Díaz (INENCO)
Daniel Cussi (UNSa)
Pablo Dellicompagni (INENCO)
Silvina Belmonte (INENCO)
Cristian Andrés Quipildor Bautista (Consejo del Pueblo Tastil)
Víctor Cruz (Consejo del Pueblo Tastil)
Santos Sulca (Consejo del Pueblo Tastil)
Andrés Corimayo (Comunidad Kondorwaira)
Angel Tolaba (Comunidad Kondorwaira)
Paola Quipildor (Comunidad de Cerro Negro del Tirao)
Ariel Quipildor (Comunidad de Cerro Negro del Tirao)
Claudio Quipildor (Comunidad de Cerro Negro del Tirao)

Fotografías: **Aien Salvo** Revisión y edición: **Silvina Belmonte, Aien Salvo** Diseño gráfico: **Ailén Gómez**

Financiamientos:
Proyecto de Tecnología para la Inclusión Social - PTIS N° 259-2021 *"Energías renovables en los cerros de Salta: Construyendo redes de colaboración para el buen vivir".* Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT).
Proyecto Unidades Ejecutoras PUE - INENCO *"Innovaciones tecnológicas en energía y ambiente en concordancia con los objetivos de desarrollo sostenible y la Agenda 2030."* CONICET.
Proyectos Especiales de Innovación Social - PEIS N° 4-2022 "Construyendo caminos para el Buen Vivir: Acceso al agua y energías renovables en Cerro Negro del Tirao, Salta". Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT).
Salta, febrero 2025

TABLA DE **contenidos**

Introducción 4

Partes del calefón solar de manguera con recirculación forzada 6

Materiales para la construcción 8

Construcción del **colector solar** 11

Armado del **termotanque** 21

Interconexiones, sistema de bombeo e instalación en la casa 33

Recomendaciones de funcionamiento y mantenimiento 45

Procesos colaborativos para la co-construcción de calefones solares 48

Introducción

Este manual presenta un paso a paso para la construcción, instalación y uso de un calefón solar autoconstruible de manguera con recirculación forzada.

Este es un modelo de calefón que aprovecha la energía del sol para calentar agua y almacenarla. Representa una tecnología capaz de calentar agua para usos múltiples: bañarse, lavar y cocinar.

Con este modelo se pueden calentar 110 litros de agua hasta una temperatura de 60°C, suficiente para el aseo personal y los demás usos.

Puede ser construido con materiales de fácil acceso, de relativo bajo costo y con conocimientos básicos de plomería. Busca ser una tecnología que genere autonomía para sus usuarios, evitando la necesidad de intervención de técnicos especializados en la construcción y mantenimiento del equipo.



Partes
DEL CALEFÓN



Colector Solar

El colector solar es el encargado de calentar el agua en el sistema. Básicamente lo que se busca es hacer una trampa de calor. El colector consiste en un rollo de manguera negra por el cual circula el agua mientras se calienta. El sol es el encargado de calentar la manguera.

Además de la manguera, este colector cuenta con otros elementos que ayudan a "atrapar" el calor del sol de manera mucho más eficiente: una estructura contenedora, aislación en la base, una chapa negra para aumentar la colección de energía del sol y una cubierta plástica que aumenta la capacidad de calentar el agua de la manguera.

Termotanque

También se denomina tanque de acumulación de agua caliente. Es el encargado de almacenar el agua que se va calentando en el colector.

No es un tanque común, sino que es un tanque aislado. Se compone de un tanque interno (de 110 litros) que se ubica adentro de otro tanque más grande (de 200 litros). Entre ambos tanques se colocan capas de aislación para evitar que se pierda el calor generado en el colector.

Interconexiones

Son las encargadas de conectar el tanque con el colector, con la fuente de agua fría y el lugar de consumo de agua caliente.

Además, este modelo incluye una bomba eléctrica alimentada por un pequeño panel solar fotovoltaico, que es la encargada de recircular el agua por todo el sistema.

Las interconexiones están conformadas por caños, mangueras, accesorios, cables y la bomba.

Colector Solar

- 8 maderas 0.025 x 0.15 x 2m (1" x 15cm x 2m)
  También se pueden usar otros materiales que haya disponibles con esas dimisiones aproximadas como perfiles o soleras de chapa, otro tipo de maderas, etc. Si usamos madera es recomendable aplicarles barniz o algún impermeabilizante con protección UV para alargar su vida útil.
- 2 chapas galvanizadas lisas calibre 30 de 1x2m
  Se pueden aprovechar chapas acanaladas usadas pero resulta necesario aplanarlas lo más posible hasta que queden lisas.
- 4 planchas de Telgopor de 1 x 1m (mínimo 3cm de espesor)
- 80m manguera negra ¾"
- Plástico de invernadero de 2,2 x 2,2m
- 2 listones de madera de 0.05 x 0.05 x 2m (2" x 2" x 2m)
- Alambre de atar o precintos
- Clavos y/o tornillos
- Accesorios: 1 espiga doble de reducción ¾ a ½"

Termotanque

- Tacho mediano entre 90 a 120 litros
- Tacho de 200 litros (con tapa)
- 5 bridas de ½"
- 10 O'rings (anillos de goma)
  Tamaño de 222 a 224 (Para brida de ½")
- 4 llaves esféricas ½"
- 1,5m de caño polipropileno ½"
- 2 tetones macho p/gas de ½"
- 4 uniones dobles de ½"
- 3 espigas roscadas macho de ½"
- 1 espiga rosca macho de ¾"
- 5 tapones de ½"
- 2 m de membrana aislante aluminizada
- 2 planchas de Telgopor de 1x1m (de preferencia de 2cm de espesor)
- 1 reducción pvc de ¾h a ½"h
- 1 codo h/h de ½"
- 4 entrerroscas de ½"

Por una cuestión de practicidad en la compra de materiales se utiliza el sistema imperial para describir el diametro de las mangueras.
Equivalencias a sistema métrico: ½" = 12mm ¾" = 19mm

MATERIALES **Para la construcción**

Interconexiones

- Bomba de agua de 5 a 10 W de 12V
  El modelo recomendado para utilizar es de una "Mini Bomba R385 Riego Indoor Diafragma 6 A 12v". Esta bomba funciona directamente con la alimentación de un panel fotovoltaico de 10W de potencia. La bomba se encuentra en Mercado Libre con ese nombre. Si se cuenta con conexión a red de 220V se puede utilizar una bomba con estas características que funcione con corriente alterna (Ej. Bombas para peceras)
- Panel solar de 10W de potencia pico.
- Manguera de ½" (cantidad necesaria).
- Manguera de goma de 6mm (cantidad necesaria)
- Cable bipolar de 1,5mm (cantidad necesaria)
- Abrazaderas de 8mm
- Cinta de teflón
- Sellarrosca
- 1 interruptor de luz simple externo
- Cáñamo

Dependiendo de cómo esté conducida la fuente de agua y el sitio de consumo pueden variar algunos accesorios necesarios para las interconexiones. En esta lista se presentan los accesorios presuponiendo que tanto en la fuente de agua fría cómo en el sitio de consumo se utiliza manguera de ½" para conducir el agua.

La lista puede variar para adaptar la construcción a materiales con los que ya se cuente o a las condiciones de instalación especificas del sitio.

Herramientas **NECESARIAS**

- Taladro o villabarquín (taladro manual)
- Cinta métrica
- Marcadores o tiza
- Pinzas pico de loro
- Tenaza
- Destornilladores
- Martillo
- Serrucho y/o sierra
- Terraja

CONSTRUCCIÓN DEL
Colector Solar

El colector es el encargado de atrapar la energía del sol y calentar el agua. Esta "trampa de calor" consta de un rollo de manguera que se ubica dentro de una estructura de madera que lo contiene y lo aísla.

La estructura se puede realizar con madera (u otro material que resulte conveniente según las características del lugar). Sobre la estructura se coloca una capa de Telgopor que ayuda a aislar la manguera y sobre el mismo, una chapa lisa pintada de negro que ayuda a captar el calor de sol y transferirlo a la manguera. Finalmente, sobre la chapa se ubica el rollo de manguera que se cubre con un plástico de invernadero.

El colector deja pasar la radiación del sol por el plástico y evita que la misma rebote para afuera. De esta manera se aprovecha el efecto invernadero para mantener el calor adentro del colector y calentar el agua que circula por la manguera. *Más adelante se explica cómo se va a almacenar y recircular el agua caliente.*

Armado de estructura

1

Presentar y unir las maderas en las esquinas para armar un cuadrado de 2x2m.
Para ello usar clavos o tornillos.







Para lograr una mayor rigidez colocar maderas a modo de esquinero.



2

Hacer una base a la estructura con un mínimo de 3 maderas colocadas a una misma distancia en sentido longitudinal y una madera cruzada por el medio en sentido perpendicular a las anteriores.

En caso de contar con más maderas u otro elemento que aporte estabilidad a la estructura, pueden agregarse.



Los agujeros deben tener un ancho que permita el paso de la manguera de 3/4".

3

Agujerear la estructura cerca de 2 esquinas enfrentadas para hacer la entrada y salida de la manguera del colector.



Preparación de chapa negra

Pintar las chapas con una capa fina de pintura negro mate. **Preferentemente usar pintura de alta temperatura, esto aumentará su vida útil.**

No es necesario que la capa sea muy homogénea.

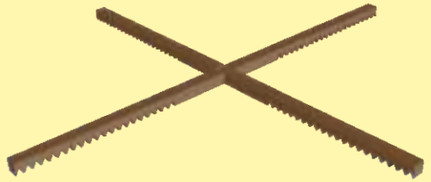
Unir las chapas por su lado más largo para armar el cuadrado de 2 x 2m



Se puede usar una chapa acanalada reciclada, pero es necesario aplanarla previamente.

Preparación del sostén de la manguera

Construir una cruz de madera con caladuras, por las que se enrollará la manguera.



Esta cruz nos servirá para acomodar y fijar la espiral de manguera negra en la estructura del colector.



1

Calar el centro de los listones de madera de manera tal que encaje uno en el otro, formando una cruz.



2

Presentar la manguera en el centro de la cruz cuidando que no se estrangule.

Marcar el inicio de la espiral en cada uno de los brazos de la cruz.



3

A partir de esta marca inicial, hacer marcas cada 4,5 cm a lo largo de cada brazo, lo que será la base para las caladuras.



4

Marcar una línea a lo largo de cada uno de los brazos a 3,5cm, del mismo lado que tiene las marcas anteriores.



5

Calar triángulos en la madera que tengan como vértices cada una de las marcas realizadas, de manera tal que quede una especie de serrucho.





Considerar dejar un pequeño espacio sin calar entre cada uno de las bases de los triángulos.

Aislación del colector

1 Montar y fijar sobre la estructura las planchas de telgopor de manera tal que se cubra toda la superficie.





2 Colocar sobre el telgopor la chapa con la cara pintada de negro para arriba.

Fijar la chapa a la estructura de madera.



Enrollado de la manguera y montado del colector

Para esta tarea se necesitarán por lo menos 5 personas.

1 Colocar la cruz serrucho con los dientes para arriba y enrollar la manguera adentro de la estructura del colector. Se debe ubicar una persona cerca de cada uno de los brazos de la cruz y por lo menos una persona más, que vaya cediendo manguera y controlando que la misma no se estrangule ni se enrosque.

Para comenzar, sacar una de las puntas de la manguera por uno de los orificios del colector, dejando una buena cantidad de manguera por fuera.


a


b

Empezar a enrollar la manguera desde el centro con ayuda de los dientes calados.
En cada vuelta fijarla a todos los brazos con alambre o precinto.


c


d

Se debe dejar por fuera del colector un largo de manguera que nos permita llegar al lugar donde se ubicará posteriormente el tanque

2

Una vez utilizados todos los dientes de la cruz y con la manguera fijada en todas las vueltas, voltear el rollo de manguera de manera tal de que la misma quede en contacto con la chapa.





3

Por último, sacar el otro externo de manguera por el agujero de la estructura que nos quedaba sin usar y fijar la cruz a la estructura del colector para que no se mueva.





Colocación de la cubierta del colector

Colocar el plástico sobre toda la superficie del colector. Fijar el mismo a los costados de la estructura de manera tal que quede lo más tirante posible.

Se lo puede fijar con clavos o grampas incorporando trozos de goma en el medio para evitar rasgaduras.

Es posible que luego de unos días tengamos que estirar nuevamente el plástico debido a que se estira por el calor.



Colector solar instalado en el techo de una casa



ARMADO
del Termotanque

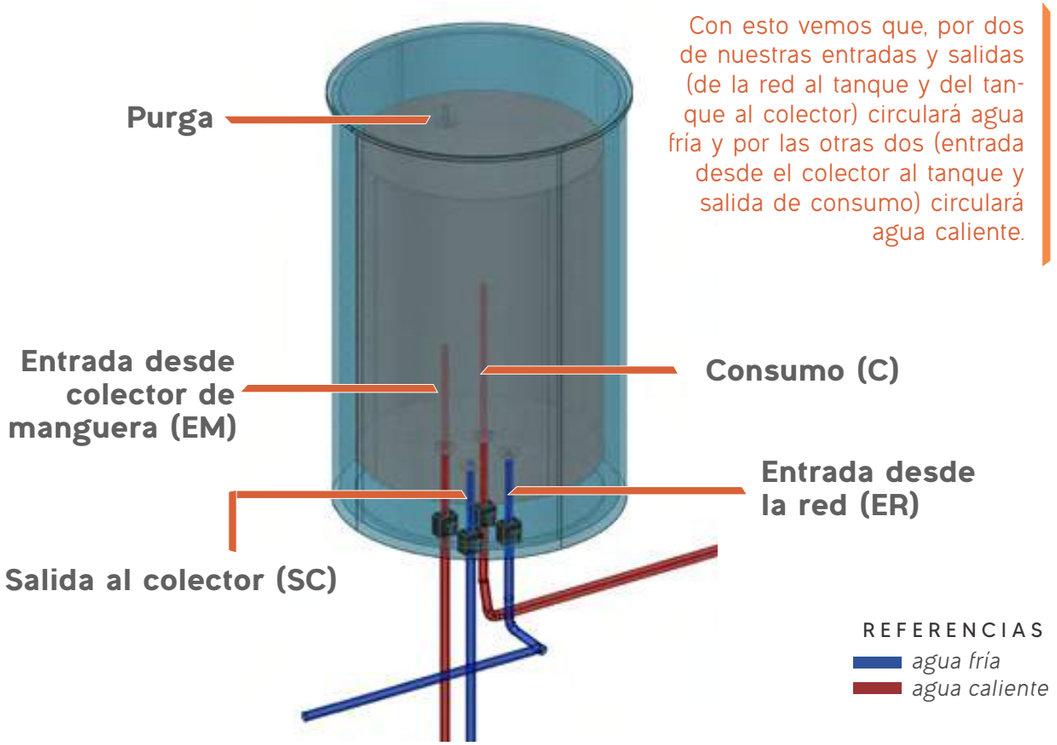
Básicamente el termotanque consta de un tanque chico dentro de un tanque más grande y un espacio entre ellos cubierto por algún material aislante. De esta manera, se busca aislar el agua caliente del exterior y evitar la pérdida de calor lo más posible.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es que en el tanque interno (que es el que efectivamente guardará el agua caliente), las conexiones de entrada y salida de agua no son iguales. El tanque interno debe contar con 2 entradas de agua (una desde la red o fuente de agua y otra desde el colector) y 2 salidas de agua (una hacia el colector y una de agua caliente para consumo).

A la hora de construir el tanque tenemos que tener en cuenta una idea básica a partir de la cual funcionará nuestro calefón solar: *Los fluidos (en este caso el agua) con mayor temperatura tienden a subir, debido a que son menos densos que el mismo fluido a menor temperatura.*

Dicho de otra forma, en un recipiente que tenga agua a distintas temperaturas siempre el agua más caliente se ubicará en la parte de arriba. Esta idea es la clave para entender cómo queremos que circule el agua dentro del tanque.

El camino buscado es así: 1 El agua fría entra desde la red al tanque. 2 El agua fría sale del tanque y se dirige al colector. 3 El agua se calienta en el colector y vuelve a entrar al tanque. 4 El agua caliente sale del tanque para ser consumida.



Con esto vemos que, por dos de nuestras entradas y salidas (de la red al tanque y del tanque al colector) circulará agua fría y por las otras dos (entrada desde el colector al tanque y salida de consumo) circulará agua caliente.

Entonces, si sabemos que el agua más caliente estará ubicada en la parte superior del tanque, debemos hacer algunas adaptaciones para evitar la excesiva mezcla entre agua caliente y agua fría.
¿Cómo?
Para las entradas y salidas del tanque por las que circula agua caliente se agregan pedazos de caño de manera de evitar que el agua caliente (que estará arriba) se mezcle con el agua fría (que estará abajo). Para el caso de las entradas y salidas de agua fría se dejan las bridas (entradas a tanque) sin ningún adaptador de manera tal de que el agua circule por la parte baja del tanque.

Preparación de los tanques



1 Realizar 4 agujeros en cruz (según ejes perpendiculares), ubicados a la misma distancia del centro de la base de los dos tanques. Es muy importante que coincidan los agujeros del tanque interior y exterior. Para ello se puede usar un papel para "calcar" la ubicación de los agujeros.

2 Hacer un agujero más en la parte superior el tanque interno, que servirá como purga del sistema.



Para evitar pérdidas, la superficie alrededor de los agujeros debe ser lisa. Los agujeros del tanque interno deben ser lo suficientemente grandes como para que pasen los caños de ½", pero no mucho mas grandes para evitar pérdidas. Mientras que los del tanque externo pueden ser mas grandes y así facilitar el momento de encastre de los dos tanques.

Preparación de las bridas

Para evitar pérdidas en las entradas del tanque se colocan O'rings (anillos de goma) en ambas tapas de las bridas (entradas de taque). Para mejorar el funcionamiento de los O'rings se debe hacer una mueca en las tapas de las bridas, de manera tal que esta mueca contenga el O'ring y permita que se aplaste al ajustar la brida, evitando así las posibles pérdidas de agua del tanque.



Se recomienda utilizar O'rings debido a que las gomas con las que suelen venir las bridas que se consiguen comercialmente no tienen la elasticidad necesaria para evitar pérdidas en este sistema. Sobre todo, esto sucede si la superficie del tanque interno no es totalmente regular y resistente a cambios de presión.

Si no se cuenta con alguna herramienta para hacer estas muecas, se puede buscar alguna arandela de metal de sección igual a la mueca que queremos hacer. Calentar la arandela con fuego y hacer la marca apoyándola en cada una de las tapas de las bridas.
De no encontrar una arandela de este tamaño se puede armar un anillo con alambre y realizar el mismo proceso.







Entradas y salidas del tanque interno

*Entradas al tanque con circulación de agua **fría***



1

Colocar una brida en uno de los agujeros del tanque interior. La parte de la brida que tiene la rosca debe quedar por fuera del tanque. Esta será la Salida al Colector (**SC**).

2

Para hacer la entrada de agua fría al tanque colocar una entrerrosca y un codo en el extremo hembra de la brida (que quedarán por dentro del tanque). Este codo funciona como deflector evitando que el agua fría que entra por debajo del tanque se mezcle con el agua caliente que estará en la parte de arriba. Marcar esta salida como Entrada desde la Red (**ER**).



*Entradas al tanque con circulación de agua **caliente***

1

Para hacer la salida de agua caliente para consumo, cortar un pedazo de caño de polipropileno de un largo igual a la mitad del largo del tanque. Roscar una de las puntas y enroscarla en una de las bridas.





2

Colocar la brida con el niple en uno de los agujeros del tanque.
Al igual que en el caso anterior, la parte con rosca de la brida debe quedar por fuera del tanque. Esta será la salida de agua caliente para consumo; marcar esta salida como Consumo (**C**).

Para hacer la entrada de agua caliente desde el colector hacia el tanque, repetir el proceso del paso anterior, pero con un niple de un largo igual a un tercio del largo del tanque. Colocar la brida con el niple y marcar como Entrada desde el colector de Manguera (EM).



3



Purga del sistema y acople de bridas

1





Por último colocar una brida en el agujero superior del tanque. Esta brida nos servirá como purga del sistema y es útil sobre todo en el momento de llenado final del tanque.

Es necesario aplicar un poco de sellarosca para pegar los O'rings a las tapas de las bridas.



También se debe aplicar teflón o sellarosca con cáñamo en todas las uniones de rosca y mantener la presión sobre los O'rings.

Al ajustar las roscas no se las debe forzar demasiado. Enroscar las bridas de manera tal de aplastar un poco los O'rings, pero no al punto de que éste se aplaste demasiado.













Para colocar las bridas podemos ayudarnos con un alambre. Primero pasar el alambre por la parte de la brida con la rosca. Luego pasar el alambre por la entrada superior del tanque y por alguno de los agujeros inferiores. Finalmente, hacer circular la brida por el alambre para llegar así al agujero indicado, evitando que la misma quede en el interior del tanque.

Cortar cuatro niples de 10 a 15 cm de caño de polipropileno de ½.

2

Roscar todas las puntas de los niples.
Unirlos en cada una de las bridas de abajo con una cupla H-H.







Prueba para pérdida de agua

Antes de encastrar los tanques, es importante asegurarse de que el tanque interno no presente perdidas.

Tapar provisoriamente todas las salidas inferiores con un tapón o con una llave esférica. Después llenar el tanque de agua y comprobar si existe alguna perdida.

Si el tanque estará sometido a presión, se debe hacer esta prueba con la presión de la fuente de agua a la que estará conectada.

Se conecta la fuente de agua a una de las entradas de abajo, se abre la llave, se deja llenar el tanque con la purga abierta y, cuando éste se llena ,se tapa la purga con un tapón roscado.

En el caso de que exista alguna pérdida se debe solucionar antes de continuar con la construcción.

Aislación del tanque y encastre

1



Envolver el tanque interno
con una vuelta de membrana aislante aluminizada



Cortar dos discos de telgopor del diámetro interior del tanque externo.

2

Hacer 4 agujeros en los discos de manera que coincidan con los niples del tanque interno.

Colocar los discos en la base del tanque interno.







3

Encastrar ambos tanques procurando que queden centrados, de manera tal que los niples del tanque interno salgan por los agujeros del tanque externo.



4

Rellenar el espacio vacío entre los tanques con tiras de Telgopor.

Se debe procurar que queden la menor cantidad posible de espacios vacíos.

Se pueden rellenar los espacios que queden vacíos con algún otro material aislante que se tenga. Por ej. Lana de oveja





5

Cortar un disco de Telgopor para la parte superior del tanque interno y colocar para terminar de aislar el sistema.





Interconexiones, Sistema de bombeo

E INSTALACIÓN EN LA CASA

Las interconexiones del sistema son las que nos permiten la circulación del agua entre el termotanque, el colector, la fuente de agua fría y el sitio de consumo de agua caliente. Este modelo en particular cuenta con un sistema de bombeo solar que permite la recirculación de agua entre el colector y el tanque. De esta manera, se busca que toda la masa de agua del sistema se caliente homogéneamente y el agua caliente no quede solamente en el colector.

El sistema de bombeo consta de una mini bomba que funciona directamente conectada a un pequeño panel solar (de 10W de potencia). Al estar conectada directamente al panel, la bomba funcionará cuando tengamos sol, que será el mismo momento en que el agua del colector se esté calentado. De esta manera, se tiene un sistema "naturalmente automático", ya que la bomba hará circular el agua solamente cuando el colector esté calentando. Durante la noche (momento en el cual tenemos agua caliente acumulada en el tanque y el colector se encuentra más frío), deja de circular el agua, manteniéndose el agua caliente dentro de tanque.

Armado de interconexiones

Salida de agua fría al colector con conexión de la bomba

1. Colocar la bomba entre la salida de agua fría marcada como Salida al Colector (SC) y el colector. **La misma será la encargada de mantener la recirculación del agua por todo el sistema.**

2. Desde el tanque al colector, realizar la conexión de la siguiente manera:

   En la salida marcada como Salida al Colector colocar en el siguiente orden:

   Una llave esférica en el niple roscado, una entrerrosca, una unión doble, uno de los tetones macho para gas, un pedazo de manguera de 6mm con abrazadera, la bomba, otro pedazo de manguera de 6mm, el otro tetón para gas, la reducción de ¾ a ½", una espiga de ¾" con rosca macho. En esta espiga se engancha una de las puntas del rollo de manguera del colector



El modelo de bomba recomendado para utilizar es de una "Mini Bomba R385 Riego Indoor Diafragma 6 A 12v". Esta bomba funciona directamente con la alimentación de un panel fotovoltaico de 10W de potencia. La bomba se encuentra en Mercado Libre con ese nombre.



Se debe conectar a la bomba la manguera según se indique la entrada (in) y salida (out) de agua, la entrada viene desde el tanque y la salida va hacia el colector

Las entradas y salidas de la bomba son de 8mm, pero, para evitar pérdidas es que **se recomienda el uso de una manguera de 6mm**.

Si se utiliza una manguera de 8mm utilizar teflón en las entradas de la bomba y asegurar las mangueras con alambre fino para evitar pérdidas de agua.



Es importante que las conexiones de la bomba no pierdan agua para que la misma no se moje y se arruine.

Es importante elegir un buen lugar para dejar la bomba, preferentemente un sitio que tenga resguardo de las condiciones climáticas y en el que se pueda fijar la bomba.

Para evitar el sobrecalentamiento se puede fabricar un disipador de calor. El disipador consiste en algún pedazo de chapa que tenga el mismo ancho que el cuerpo de la bomba. Para colocarlo, envolver la bomba con la parte metálica de manera tal que la chapa haga un buen contacto con toda su superficie. De esta manera, la chapa ayuda a que la bomba no se caliente demasiado al aumentar la superficie de intercambio de calor con el ambiente (como el radiador de una heladera). Se puede usar el disipador para fijar la bomba en alguna superficie.

Conexión de la bomba al panel solar

La conexión de la bomba al panel se realiza con 2 cables de 1,5mm. Conectar la terminal positiva del panel con la positiva de la bomba (marcadas con rojo) y lo mismo con las negativas (marcadas con celeste). Utilizar la cantidad de cable necesaria para poder ubicar el panel en un sitio con luz solar durante la mayor parte del día. Agregar el interruptor en el cable positivo para facilitar el corte de la bomba.



Asegurar las conexiones con cinta aisladora.
La conexión del panel con la bomba se realiza al finalizar todas las otras conexiones y con el tanque lleno de agua.



El panel, al igual que el colector, debe estar apuntado hacia el norte y se debe evitar cualquier tipo de sombra durante todo el día.

Entrada de agua caliente desde el colector

Desde la salida marcada como Entrada Manguera (EM) colocar una llave esférica, una entrerrosca, una unión doble y luego una espiga roscada macho de ½". En esta espiga conectar un trozo de manguera de ½ con la otra punta en la espiga doble de reducción. En la otra punta de la espiga doble se conecta una de las puntas de la manguera enrollada del colector.



Entrada de agua fría de la red

Desde la salida marcada como Entrada Red (ER) colocar una llave esférica en el niple roscado, luego una entrerrosca, una unión doble y, por último, una espiga macho o el accesorio necesario para conectar con la fuente de agua.



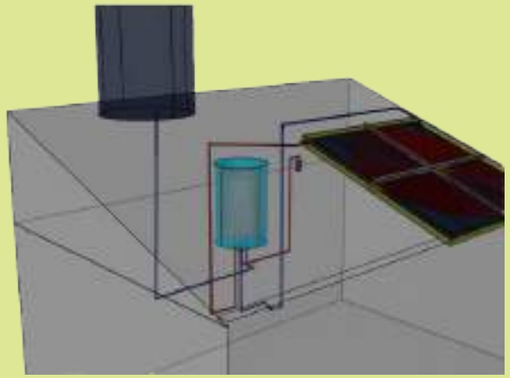
Salida de agua caliente de consumo

Desde la salida marcada como Consumo (C) colocar una llave esférica en el niple roscado, luego una entrerrosca, una unión doble y, por último, una espiga macho o el accesorio necesario para conectar con el lugar de consumo de agua caliente.



Una vez realizadas las conexiones del sistema se deben recubrir todas las mangueras o caños de interconexión para evitar perdidas de calor y disminuir el riesgo de congelamiento.

Posibles formas de instalación del sistema completo en la casa



a ***Tanque de agua fría elevado, colector en techo termotanque dentro de la casa***
(Tanque presurizado)

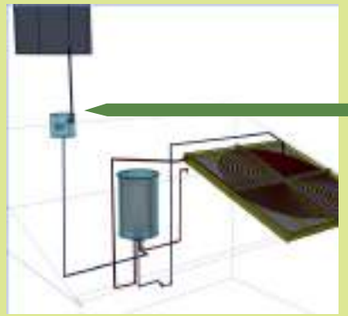
Este caso se aplica cuando la fuente de agua que se encuentra por encima del techo de la casa o del sitio donde se instala el calefón.

Esta forma de instalación presenta varias ventajas:

Por un lado, al colocar el colector en el techo de la casa aseguramos una buena radiación durante todo el día. Es importante que el techo donde se coloque el colector esté orientado al Norte y no tenga sombra por árboles u otro motivo.

Por el otro lado, al colocar el tanque dentro de la casa se mejora su aislación térmica, disminuyendo el enfriamiento por intercambio de calor con el ambiente. El tanque queda así mucho más protegido.

En el caso de que se cuente con un reservorio de agua a mas de 5m de altura del lugar donde se instala el sistema, se recomienda poner un reservorio auxiliar con flotante en el medio para evitar que el termotanque sea sometido a demasiada presión.



Para poder instalar el calefón bajo este esquema es muy importante que el tanque interno esté perfectamente sellado.

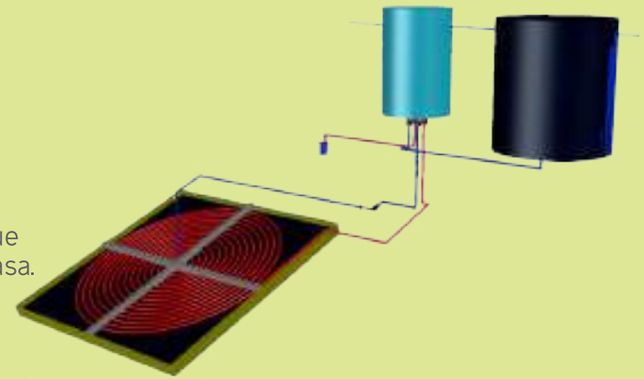
Con este sistema, el tanque interno estará sometido a una presión que viene dada por la diferencia de altura entre el tanque del calefón y el tanque acumulador de agua de la casa, o la fuente que provea agua al calefón. Como opción, podemos sellar las tapas originales del tanque usado como tanque interno con poxilina y dejar secar bien antes de llenarlo con agua para que no pierda agua.

Instalando de esta manera, se podrá utilizar el agua del calefón en cualquier punto de la casa, siempre y cuando ese punto se encuentre por debajo del tanque de provisión de agua fría. La ducha o canilla de donde saquemos agua caliente podrá estar ubicada por encima del tanque del calefón.

Una vez sellado, ubicado y conectado el tanque con el colector, se puede proceder al llenado final del sistema. Para ello se debe dejar abierta la purga que hicimos en la parte superior del tanque interno. Luego, abrir la llave de entrada de agua fría y colocar el panel solar donde le dé el sol, de manera tal que funcione la bomba. La bomba ayudará a purgar el sistema y enviar el agua hacia el colector. Esperar hasta que se llene todo el tanque interno y, una vez lleno, sellar la purga con una tapa roscada H.

b *Termotanque y tanque de agua fría a la misma altura*

(Tanque a presión atmosférica)

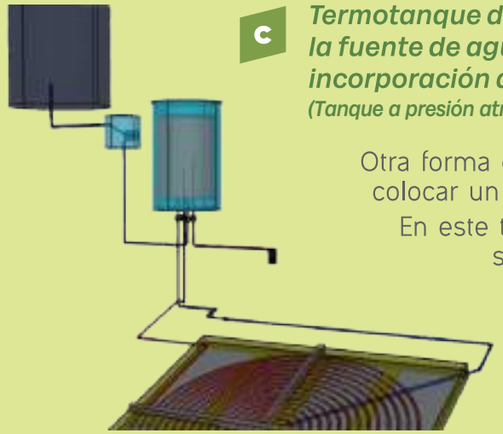


Otra posibilidad es instalar el tanque aislado a la misma altura que el tanque de acumulación de agua fría de la casa. De esta manera el nivel del agua en el termotanque será el mismo que el del tanque acumulador.

Esto puede suceder, por ejemplo, al colocar tanto el termotanque como el colector en el techo de la casa o en el caso que podamos armar una estructura que soporte el termotanque quedando a la misma altura que el tanque principal.

Con esta opción, se evita tener que sellar la parte superior del tanque del calefón.

No obstante se está exponiendo el tanque del calefón al ambiente, por lo que va a presentar mayores pérdidas de calor y no resultará tan eficiente. Instalando el sistema de esta manera además tenemos que tener en cuenta que tanto el colector, como el lugar de consumo de agua deberán estar por debajo del tanque del calefón.



c *Termotanque debajo de la fuente de agua con incorporación de flotante*

(Tanque a presión atmosférica)

Otra forma de evitar tener que sellar el tanque puede ser colocar un tanque auxiliar al lado del tanque del calefón.

En este tanque auxiliar (Por ejemplo, un balde de 20l), se puede instalar un flotante que servirá como corte de la entrada de agua cuando el tanque del calefón esté lleno.

Se debe colocar el tanque auxiliar con el flotante entre la fuente de agua fría y la entrada de agua fría del calefón.

La altura a la que pongamos el corte del flotante será la altura máxima que alcance el agua dentro del tanque del calefón.



Tanto el colector, como el sitio de consumo de agua caliente, deberán estar ubicados por debajo del tanque del calefón



d

Calefón con carga manual de agua fría

Si no se cuenta con un tanque de acumulación de agua fría o una fuente de agua que llegue directamente hasta la casa, se puede utilizar el termotanque cargándolo de manera manual.

Con este modo de instalación tanto el colector como el sitio de consumo de agua caliente deberán ubicarse por debajo del tanque del calefón.



En este caso, se debe anular la entrada de agua fría del calefón (ER), manteniendo cerrada la llave correspondiente, e incorporar agua en el tanque interno de manera manual.

Se puede anexar un embudo a la purga para facilitar la carga del tanque



Procurar mantener el tanque siempre con agua, para evitar el sobrecalentamiento del colector y el funcionamiento de la bomba con aire en vez de agua.

Algunas adaptaciones locales de las formas de instalación

Este modelo de calefón solar tiene la característica de que se puede adaptar a diferentes condiciones de instalación. Se presentan algunas innovaciones desarrolladas por los usuarios para acondicionarlo a su realidad.

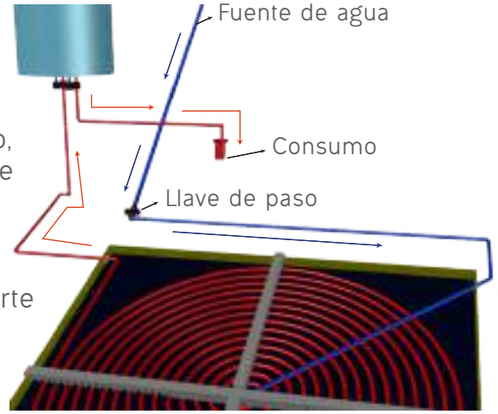
a

Colector como techo del baño



En el caso de no contar con un espacio de ducha ya construido se puede aprovechar la superficie del colector para armar el techo del cuarto de ducha.
Para ello será necesario plantar postes que soporten el peso del colector y fijar toda la estructura a ellos.
Si el tanque no se instaló a presión deberá colocarlo por encima del colector, si se instaló con presión, el tanque podrá estar ubicado por debajo.

b Saltear la bomba de recirculación



En caso de averío de la bomba de recirculación, se puede instalar el sistema generando un bypass de la bomba. Para ello, se conecta la entrada desde la fuente de agua a la entrada del colector, agregando una llave de paso antes de la entrada al colector, y se anulan tanto la entrada de agua fría como la salida al colector en la parte inferior del termotanque.
Usando el calefón de esta manera se pierde la capacidad del sistema de recircular el agua que se calienta en el colector.
Para utilizarlo con esta configuración se deberán seguir los siguientes pasos:

1) El sistema debe estar vacío. Se abre la llave de paso a la entrada hasta llenar toda la manguera del colector.
2) Dejar calentar el agua aprovechando el sol durante al menos 1 hora y media en momentos de mucha radiación solar.
3) Abrir nuevamente la llave de entrada, de esta manera vuelve a entrar agua fría al colector y esta desplaza el agua caliente hacia el termotanque.
4) Repetir el paso 2 y 3 las veces que sea necesario. Tener en cuenta que la manguera calentará aproximadamente 20L de agua por tanda.
5) Utilizar el agua caliente por la salida de consumo.

Para saber si la manguera está llena de agua fría (Paso 1) se toca la manguera de salida del colector. Cuando se sienta el agua fría en este punto significa que la manguera está llena.

Para sacar toda el agua caliente hacia el termotanque (Paso 3) se toca la manguera de salida del colector. Se debe sentir la circulación del agua caliente. Cuando se empieza a sentir fría se cierra la entrada, significa que ya se desplazó toda el agua caliente alojada en la manguera



RECOMENDACIONES
de funcionamiento y mantenimiento

El sistema calienta el agua durante las horas que hay sol. Por ello es mejor utilizarlo a horas de la tarde, luego de haber estado varias horas funcionando. **Los días de mucho sol será posible aprovechar el agua caliente en distintos momentos del día**. Por ejemplo es posible utilizar agua al medio día o la siesta, dejar que se vuelva a calentar durante la tarde y usar nuevamente el agua a últimas horas de la tarde.

Este equipo funciona de acuerdo con los cambios que se producen en el ambiente, es por eso que se recomienda que los días nublados, se reduzca el uso de agua caliente. En estos días la producción de agua caliente será mucho menor.

Para conocer mejor el funcionamiento del equipo se pueden hacer mediciones de temperatura y así asegurarse de cuáles serán los mejores momentos para utilizarlo.

Para medir la temperatura se puede abrir la llave de la salida de consumo, **dejar correr el agua fría** alojada en los caños y, **cuando el agua salga caliente**, juntar en una taza y **medir** con un termómetro.

Se debe **tomar y anotar la temperatura en momentos clave**, como ser: a la mañana temprano, al mediodía, a la tarde luego de que se calentó todo el día, antes del uso, después del uso.

También se puede medir el equipo en días con **diferentes condiciones climáticas** (soleado, nublado, con viento, etc). Con esto podremos saber cuál es la mejor forma de usar el equipo. Si no se cuenta con un termómetro, se puede medir con el tacto estableciendo una escala cualitativa en la que se asigna un número a la sensación de la temperatura del agua, por ej.: Fría=1, Caliente =6, Muy caliente =10.

Para evitar que la bomba funcione con aire y que la manguera se sobrecaliente, **el sistema nunca debe quedarse sin agua.** Si por cualquier motivo se queda sin agua, o en el caso que el sistema vaya a estar sin funcionar por un tiempo, se debe **tapar el colector y desconectar la bomba**.

El interruptor de la bomba permitirá controlar su funcionamiento, evitando que esté andando cuando no se va a usar. Se recomienda prender la bomba cuando unas cuantas horas antes de utilizar el agua caliente y apagarla cuando no se use, **así se prolonga su vida útil.**

En caso de heladas fuertes se recomienda desactivar la bomba hasta que el hielo que pueda estar alojado en las mangueras del colector se derrita.

También se puede **tapar el colector durante la noche** y así reducir el riesgo de congelamiento. Recordar que se deben **recubrir todas las mangueras o caños de interconexión** para evitar pérdidas de calor y disminuir el riesgo de congelamiento.

Mantenimiento del Colector

La cubierta del colector se debe limpiar periódicamente para que la tierra no tape la radiación solar y disminuya el calentamiento de la manguera. Además, hay que revisar que la cubierta no pierda tensión ni se formen charcos de agua en el plástico; el calor tiende a estirar el plástico por lo que es posible que vaya perdiendo tensión con el tiempo. Se debe estirar periódicamente el plástico. El plástico de invernadero tiene una vida útil de 2 a 4 años dependiendo del nivel de radiación solar al que está expuesto. Luego de este tiempo, tiende a amarillarse o resquebrajarse perdiendo así su función de atrapar la energía del sol. Cuando esto sucede, se recomienda cambiar la cubierta.

Mantenimiento del Tanque e Interconecciones

Se debe controlar que no existan pérdidas de agua en el sistema, esto puede deteriorar los materiales y bajar la efectividad del equipo. Se deben reparar las pérdidas que puedan aparecer. El diseño del equipo busca que éste sea fácilmente desmontable para reparación.

La bomba de recirculación debe ubicarse en un lugar con reparo de la lluvia y el sol. Se debe desconectar la bomba cuando el equipo no se use por algún tiempo. Tener en cuenta que la bomba también tiene una vida útil y puede requerir cambio luego de algún tiempo. Se recomienda pensarla como un insumo del calefón y tener bombas de repuesto.

Procesos colaborativos para la co-construcción de calefones solares

El desarrollo de calefones solares surge de una necesidad sentida en el territorio de los Cerros de Salta, donde existen condiciones climáticas extremas, dificultades de accesibilidad (en distancias, caminos, conectividad y políticas públicas) y no se dispone de servicios básicos de agua corriente ni energía.



Como agentes del sistema de ciencia y técnica nacional nos enfrentamos a este desafío, en la búsqueda de co-construir soluciones apropiadas para la mejora de las condiciones de vida en los hábitats rurales de nuestra provincia.

Esta propuesta busca generar una tecnología social que aporte autonomía en los territorios, desarrolle un equipo de fácil construcción y mantenimiento para resolver la provisión de agua caliente a nivel familiar y, a la vez, promueva el trabajo colaborativo en las tareas de armado de los artefactos y de gestión de los procesos.



En este sentido entendemos la tecnología como *producto* (equipo calentador solar de agua), *proceso* (capacidades y saberes diversos que se suman para que el equipo pueda funcionar) y *gestión* (articulaciones y toma de decisiones conjuntas que posibilitan el acceso a los recursos y la implementación de los procesos).

Para el diseño y la implementación del modelo de calefón solar presentado en este manual, se realizó un proceso colaborativo muy intenso que duró todo el año 2022 y aún continúa. A partir de la gestión de un Proyecto de Tecnología para la Inclusión Social (PTIS) financiado por el Programa Consejo de Demanda de los Actores Sociales del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Nación y con el compromiso de múltiples instituciones y personas fue posible avanzar en este camino.





Desde el comienzo, los actores locales (pobladores e integrantes de comunidades originarias y otras organizaciones de base) participaron en la priorización de la demanda de agua caliente, la selección de las opciones tecnológicas para su abordaje, el diseño y el desarrollo de los equipos y su instalación en algunas familias.

El proceso de desarrollo y prueba de los calefones solares se realizó en conjunto con los habitantes de varias comunidades de la región de los Cerros de Salta. A la fecha (junio 2024) se encuentran instalados 3 calefones en Quebrada del Toro (parajes Huaico Hondo, El Toro y El Rosal, departamento Rosario de Lerma), 4 en la Comunidad Kolla Kondorwaira de Potrero de Castilla (departamento La Caldera) y 1 en Cerro Negro del Tirao (departamento Rosario de Lerma).

Este desarrollo tecnológico se llevó a cabo a partir de talleres de construcción colectiva en los que los mismos usuarios aportaron elementos que fueron mejorando la idea original de calefón solar de manguera con circulación forzada que se estaba probando en el INENCO. Fueron los usuarios también los encargados de evaluar y medir el funcionamiento de los equipos en sus casas. Este proceso de co-construcción continúa al momento de armado de este manual, sumándose cambios y mejoras al equipo e instalaciones a partir de visitas de campo, encuentros de seguimiento y un diálogo continuo con los usuarios.

Entendemos que su participación activa en el desarrollo de la tecnología resulta un fuerte promotor del funcionamiento de la misma. Y que sólo a partir de la colaboración, la comunicación, la integración de saberes diversos y el compromiso compartido, será posible transformar esta propuesta en un aporte a procesos de gestión territorial más integrales. Los modelos y adecuaciones a los artefactos de calefones solares podrán ser muchos más, pero la esencia de la colaboración en los procesos y gestión del hábitat deberá mantenerse constante si lo que buscamos es resolver en conjunto problemáticas de fondo. A esto nos referimos con co-construcción.

