



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

## **Energías sustentables: Colector solar basado en energía solar fototérmica**

---

Director: Ing. Ricardo Zucal

Autor: Facundo Giannetti

Jurado: Ing Pablo Cattaneo

Ing. Roberto Fernandez

Ing. Isaías Vidal

**22 – 06 - 2020**



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FINAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

## **Energías sustentables: Colector solar basado en energía solar fototérmica**

---

Director: Ing. Ricardo Zucal

Autor: Facundo Giannetti

Jurado: Ing Pablo Cattaneo

Ing. Roberto Fernandez

Ing. Isaías Vidal

**22 – 06 - 2020**



## INDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
a. Energías.....	9
i. Energía no renovable.....	9
ii. Energía renovable.....	10
b. Energía solar.....	10
c. Captador Solar.....	12
d. Transferencia de Calor.....	13
i. Conducción.....	14
ii. Convección.....	14
iii. Radiación.....	15
e. Colector solar térmico de baja temperatura .....	18
f. Procesos.....	21
i. Herramientas.....	23
ii. Encuestas.....	23
iii. Diagrama de flujo .....	23
iv. Tecnología social.....	26
v. Conceptualización de la tecnología social.....	26
<b>4. DESARROLLO.....</b>	<b>28</b>
a. Sistema de captación.....	32
i. Componentes.....	34
1. Contenedor externo.....	34
2. Aislante.....	35
3. Placa absorbente o reflectiva.....	37
4. Cubierta traslúcida.....	39
5. Tubos.....	42
6. Soporte.....	44
b. Sistema de acumulación.....	46
c. Sistema de utilización .....	54
d. Sistema de apoyo.....	55
e. Costos.....	56
f. Funcionamiento.....	57
g. Autoconstrucción asistida en el binomio productor-consumidor.....	58
h. Ensayos.....	63
i. Medición de temperaturas.....	68
<b>5. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>77</b>

## **RESUMEN**

En el presente trabajo final de grado se realizó el diseño preliminar de un sistema capaz de calentar agua a partir de la energía solar fototérmica con materiales de bajo costo que mantenga la eficiencia del producto.

Se realizó un estudio de antecedentes de sistemas ya existentes en el mundo, y un estudio de los principios teóricos involucrados en el calentamiento de agua.

Posteriormente a la realización de los cálculos correspondientes, se diseñaron y construyeron dos modelos a escala del sistema para evaluar los diferentes comportamientos de los materiales en funcionamiento. En los mismos se tomaron medidas de temperaturas en diferentes puntos de los colectores en varios días para analizar resultados.

Se determinaron los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el proyecto, y se realizó un análisis de costos (con el error característico de la ingeniería básica).

## INTRODUCCIÓN

Ya hace más de dos siglos que se viene utilizando sin control los recursos energéticos no renovables, tanto el carbón como el petróleo y el gas. Los mismos están siendo usados en forma más intensa a fin de satisfacer la urgente demanda mundial de energía. Esta situación atrae como resultado un dramático cambio de las condiciones climáticas a causa del continuo incremento en la atmósfera de los gases de efecto invernadero derivados de la combustión de los hidrocarburos.

El gas es un combustible fósil que actúa como fuente de energía para abastecer tanto a industrias como a las viviendas en todo el mundo. Se trata de un hidrocarburo cuyos componentes principales son el carbono y el hidrogeno. Los gases con los que se constituye el gas natural son extraídos de yacimientos fósiles los cuales no son ilimitados, se trata de un recurso natural no renovable por lo tanto es posible que se agote en un futuro cercano si no se promueve el consumo consciente del mismo. La provisión de gas en la zona urbana es por red, la gran mayoría de las viviendas están conectadas. Sin embargo, existen varios sectores de la población, incluyendo la población semirural o rural, que sólo tienen acceso a gas envasado, lo que resulta mucho más costoso y totalmente inequitativo cuando se toma en cuenta que esa realidad afecta fuertemente a los sectores más pobres.

Dicha problemática sirvió como disparador de este trabajo cuyo objetivo es abordar el problema social de la pobreza crónica o estructural desarrollando calentadores de agua ecológicos de forma sencilla y de bajo costo. La idea es brindar el servicio de agua caliente a hogares que no tienen acceso a ella, o incluso reducir el consumo de gas natural para los hogares que si lo tienen. El proyecto se desarrolla dentro del Proyecto de Extensión “Energías una Alternativa Social” de la Facultad de Ingeniería, de la UNMDP y tiene sus bases en la concepción teórica de que una tecnología social debe ser algo simple, reproducible, desarrollada en interacción con la comunidad beneficiaria, tener costos bajos y asegurar la sostenibilidad de los resultados.

Los calentadores de agua a gas se caracterizan por ser artefactos esenciales en el día a día de las familias, dichos dispositivos permiten calentar agua sanitaria para su uso doméstico (beber, cocinar, higiene personal y limpieza del hogar). Llevar una correcta

higiene personal no solamente reduce la probabilidad de contraer algún tipo de enfermedad, sino que también afecta positivamente en el estado anímico del individuo. La ausencia de dicha higiene podría llegar a provocar una gran cantidad de enfermedades tales como diarrea, enfermedades respiratorias, hepatitis, gingivitis, infecciones.

La preocupación que motiva este trabajo se enmarca en la carencia de agua caliente presente en los barrios marginados, la causa principal de dicha situación es la falta de acceso al gas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), año 2014, una vivienda saludable es un espacio de residencia que promueve la salud y se caracteriza por: tenencia y ubicación segura, estructura adecuada y espacios suficientes, servicios básicos de buena calidad, muebles, utensilios domésticos y bienes de consumo seguros, entorno adecuado y hábitos de comportamiento saludables. Una vivienda segura implica el acceso a agua en cantidad suficiente y a un precio accesible, saneamiento básico, eliminación adecuada e higiénica de desechos sólidos, desagüe adecuado y energía lo menos contaminante y más eficiente posible. La higiene como método de prevención de la salud es uno de los pilares de la medicina contemporánea y hace referencia a las prácticas asociadas al aseo, a la limpieza, a los hábitos favorables para la salud, prevención de enfermedades, etc. En estos términos el acceso al agua caliente cumple un rol primordial para promover las condiciones mínimas de calidad de vida. Por ello y sumado la carencia de acceso a servicios básicos como el gas, es que se decide trabajar sobre la falta de agua caliente en los hogares.

Como punto de partida para la elaboración del presente trabajo se tomaron experiencias cooperativas, autogestionarias y participativas del Proyecto de Extensión. Las experiencias reflejan estrategias para generar dinámicas de autonomía que permitan mejorar la calidad de vida de las familias. Estas experiencias comparten objetivos comunes como promoción social, generación de empleo digno, sistemas de autoconstrucción y articulación con unidades de apoyo.

Recientemente, diversas instituciones públicas nacionales han abordado programas vinculados a tecnologías sociales: energías alternativas renovables, artefactos ahorradores de energía (sistema de calefacción hogareña), diseños urbanísticos para



poblaciones afectadas por problemas habitacionales. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) cuenta con varios programas y proyectos (nacionales y regionales) de investigación, transferencia y/o extensión que podrían considerarse desarrollo de "tecnologías sociales" destinadas a unidades de producción familiares, u otras formas de producción consideradas pequeñas o medianas. El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), promueve el desarrollo de Tecnologías Sociales a través de su Programa de Extensión, el Programa Calidad de Vida y la Red de Centros de Investigación y Desarrollo.

Un problema importante a tener en cuenta es el costo de inversión para la instalación y generación de energía renovable. Hoy en día son equipos muy costosos los que rondan en el comercio, por eso es este proyecto se busca analizar cómo obtener energía sustentable a un presupuesto bajo en relación al costo del mercado.

Con el propósito de ajustar el diseño a la realidad se propuso un tipo de producto capaz de aumentar la temperatura del agua aprovechando la energía solar fototérmica, con sus consecuentes estudios de factibilidad y optimización de sus propiedades constructivas. Se denomina colector solar térmico al sistema de captación que aprovecha el efecto invernadero y la radiación solar absorbida sobre una superficie.

Existen diferentes tipos de colectores fototérmicos de acuerdo a su finalidad, pero en este proyecto se analizaron colectores capaces de calentar agua para el consumo diario aspirando a lograr una temperatura de alrededor de 40 grados. Se realizó un estudio de los fenómenos de radiación, conducción y convección a partir de los distintos materiales para ver cuales resultan más eficaces.

En distintas oportunidades se dieron cursos de como fabricar estos sistemas calentadores de aguas en diferentes barrios. De esta manera se busca poder colaborar con la sociedad, capacitando y aportando materiales si fuera necesario. Se visitaron los barrios de Nuevo Golf, Terrabusi, Alto Camet, entre otros.

Hoy en día se siguen realizando capacitaciones abiertas al público en diferentes barrios, en donde concurren personas que requieren el colector, como también aquellas que van a colaborar. Se busca no solo la ayuda en la fabricación, sino también cierta presencia

para propagar la idea en sí. Es más fácil cautivar gente a realizar estos cursos cuando ven a otros que actualmente está implementando lo que aprendieron, por eso, se busca que los voluntarios asistan a varios encuentros y cautiven esta experiencia.

La idea de este proyecto es dar la oportunidad de tener agua caliente a gente que no puede afrontar los costos de gas envasado por estar en zonas de falta de acceso.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Energías

Según el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) la energía se define como la capacidad de realizar trabajo, de producir movimiento, de generar cambio. Las principales fuentes energéticas son los combustibles fósiles. Los combustibles fósiles son cuatro: petróleo, carbón, gas natural y gas licuado del petróleo. La magnitud del consumo y las instalaciones y tecnologías utilizadas en la extracción, manipulación y distribución energética representan una gran amenaza para la salud, el bienestar económico y la estabilidad ambiental. Dicho tipo de energía viene asociada a una elevada liberación de gases de efecto invernadero y tóxicos involucrados en múltiples procesos contaminantes. Las otras dos fuentes, que en importancia le siguen y que también poseen impactos ambientales son la energía hidroeléctrica y la energía nuclear. La escasez de los recursos nombrados con anterioridad junto con el continuo crecimiento demográfico promueve nuevas estrategias energéticas, energías más “limpias”, más eficientes y más diversas. Estas nuevas formas están incluidas en las llamadas energías alternativas: solar, eólica, geotérmica, biomasa, mareas. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles –como sucede con las energías convencionales-, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente.

#### 1.1.1. Energía no renovable

Un claro ejemplo de energía no renovable es el gas natural. Comparado a las emisiones típicas de una planta de carbón (combustible utilizado en el pasado, el cual fue reemplazado por el uso del gas natural durante la Segunda Revolución Industrial), el gas emite en menor proporción CO<sub>2</sub> cuando se combustiona. Sin embargo, tanto durante la extracción y perforación de los pozos como durante su transporte a través de las tuberías emite grandes proporciones de gases tóxicos.

Según la Asociación Independiente de Petróleo de América (IPAA), año 2017, la técnica fracking para la extracción de gas natural consiste en generar uno o varios canales de elevada permeabilidad a través de la inyección de agua a alta presión. De este modo se supera la resistencia de la roca y se abre una fractura controlada en el

fondo del pozo, en la sección deseada de la formación contenedora del hidrocarburo. El impacto medioambiental de esta técnica incluye la contaminación de acuíferos, elevado consumo de agua, contaminación de la atmósfera, contaminación sonora, migración de los gases y productos químicos esparcidos hacia la superficie debido a vertidos, y los posibles efectos en la salud de las personas y fauna derivados de ello. Existen casos documentados de acuíferos que se encuentran cerca de pozos de gas que han sido contaminados con fluidos del fracking, en los que se encontraron metano y componentes orgánicos volátiles. Una de las mayores causas de la contaminación es una construcción mal realizada o pozos que se rompen lo que permite que el gas se filtre al acuífero. Otro de los casos más graves del fracking es el incremento en la actividad sísmica, la mayoría asociados con la inyección profunda de fluidos.

#### 1.1.2. Energía renovable

El Consejo Federal de la Energía Eléctrica (CFEE) es un Organismo Argentino que tiene como misión resolver los problemas vinculados con la generación, transformación y transporte de energía eléctrica. Según el CFEE, año 2016, las energías renovables son fuentes de energía inagotables y se diferencian de los combustibles fósiles debido a sus características como su diversidad respecto a las formas de obtención, abundancia ya que se encuentran disponibles de forma inagotable y su potencial de aprovechamiento. Pero la característica fundamental de este tipo de energías alternativas es que no generan gases tóxicos ni de efecto invernadero.

Energía verde hace referencia a la energía generada a partir de fuentes amigables y respetuosas del medio ambiente. Estas son energías renovables que no contaminan, es decir, cuyo modo de obtención no emiten subproductos que puedan llegar a ocasionar externalidades negativas al entorno. Es importante diferenciar este concepto con el anterior ya que existen energías renovables que no son limpias y generan ciertos cambios en el medio ambiente.

#### 1.2. Energía solar

A continuación, se presentará información extraída del apunte “Energía Solar Térmica”

proporcionado por la cátedra de Instalaciones Termodinámicas de la carrera Ingeniería Mecánica de la UNMDP. Dicho apunte se escribió en base a dos libros; el primero se denomina “Tecnología solar” escrito por los autores M. Ibañez Plana, J. R. Rosell Polo, J. I. Rosell Urrutia, año 2005. El segundo se llama “Transferencia de calor” y fue escrito por el Profesor M.Necati Ozisik de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, año 1980.

La energía solar está compuesta por radiación electromagnética, la cual es una forma de propagación energética que no requiere medio material para transmitirse, es decir que puede propagarse en el vacío.

La energía solar está compuesta por radiación electromagnética, la cual es una forma de propagación energética que no requiere medio material para transmitirse, es decir que puede propagarse en el vacío.

La constante solar es un parámetro que supone un valor medio de energía para toda la superficie de la tierra (esfera que contiene a la atmosfera). La radiación solar en el límite entre la atmosfera y el espacio vacío es de 1.353 W por metro cuadrado de superficie expuesta. Sin embargo, la energía que llega a la superficie terrestre es menor debido a la interacción de los componentes atmosféricos con la radiación solar. Para empezar, la capa de ozono absorbe radiación UV (ultravioleta), funcionando como una pantalla de radiaciones perjudiciales para la vida terrestre. Parte de la radiación es reflejada de nuevo al espacio, y otra se atenúa en su choque con partículas y moléculas atmosféricas. Por término medio, en toda la superficie terrestre, la intensidad que llega es de unos 900 W por metro cuadrado, de los que un 3% son UV (ultravioleta), un 57% son V (visible) y un 40% IR (infra rojo).

La radiación global que llega a la superficie terrestre tiene tres componentes, la directa, la difusa y la reflejada. La radiación directa es la que llega sin interaccionar con nada y sin cambios de dirección, es la más importante en un día soleado. La radiación difusa es producto de los choques de la radiación directa con las partículas en suspensión en la atmosfera, radiación típica de días nublados. La radiación reflejada es la que llega procedente de la reflexión de la radiación directa en elementos del entorno, cerca del

mar o en las zonas con nieve esta componente cobra enorme importancia.

### 1.3. Captador Solar

Existen numerosos sistemas de captación solares (de baja, media y elevada temperatura), la mayoría de ellos funcionan debido a la generación del efecto invernadero. Se trata de un fenómeno físico que ocurre en el momento en que las ondas electromagnéticas atraviesan una cubierta transparente y llegan a una superficie absorbente, la cual eleva su temperatura por encima de la temperatura de su entorno. Esto último es lo que se conoce como efecto invernadero.

Técnicamente interesan sistemas de captación de calor que aprovechen fundamentalmente la componente visible de la radiación solar, para ello el sistema requiere de una cubierta transparente con mucha transmitancia (transparencia a la radiación), baja absorbancia (capacidad de absorción de la radiación) y poca reflectancia (capacidad de reflexión) a la radiación visible, y con baja transmitancia a la radiación infrarroja. Por otro lado, el sistema requiere de una superficie con alta absorbancia, baja reflectancia y alta conductividad térmica.

Es posible construir una trampa de calor situando una superficie negra en el interior de una caja cerrada, de manera que una de sus caras está cubierta por un cristal o plástico transparente a la radiación visible como se puede visualizar en la Figura 1.

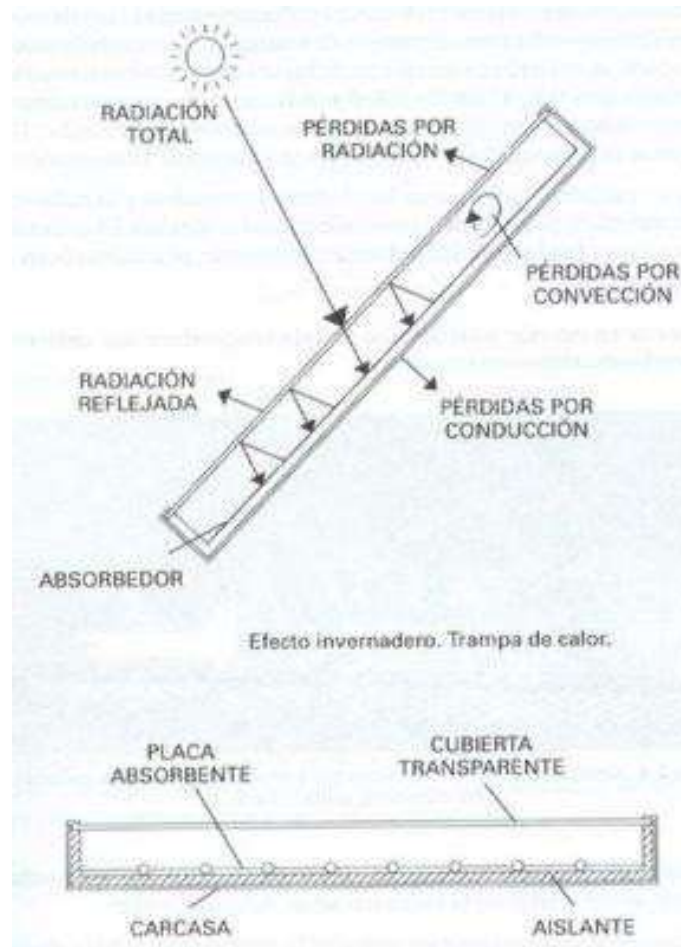


Figura 1. Componentes genéricos de un sistema de captación solar

Fuente: "Tecnología solar". M. Ibañez Plana, J. R. Rosell Polo, J. I. Rosell Urrutia, año 2005.

#### 1.4. Transferencia de Calor

Es el proceso por el cual se intercambia energía en forma de calor en distintos medios. Para esto debe existir un gradiente de temperaturas. El calor se transfiere mediante Conducción, Convección y Radiación, los cuales pueden suceder en simultaneo o predomine uno de ellos despreciando los restantes.

### 1.4.1. Conducción

Transporte de calor a través de un continuo de masa. Se puede dar por dos mecanismos: Interacción Molecular o por electrones libre. La velocidad de conducción se expresa a través de la relación empírica llamada ley de Fourier:

$$\frac{dQ}{dt} = -K * A * \frac{dT}{dx}$$

Dónde:

$dQ/dt$  = tasa de transferencia.

$dT/dx$  = Gradiente de temperatura en x.

A= Área normal al gradiente de T.

K= Conductividad térmica, se determina experimentalmente, depende de cada material, de la temperatura y en materiales politrópicos de la dirección.

### 1.4.2. Convección

La Transferencia de Calor por convección es el transporte de energía hacia o desde una superficie por la acción combinada de conducción y por el movimiento de un fluido, advección. Cuando en un fluido existen diferentes gradientes de temperatura, este tiende a moverse.

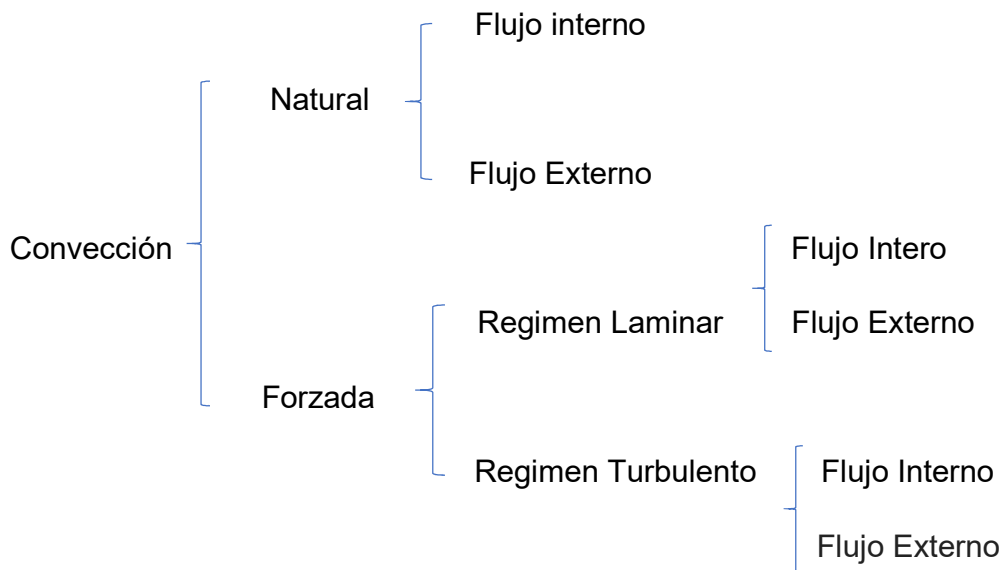
$$Q = h * A (T_{sup} - T_{flui})$$

Ley de Newton

h=Coeficiente pelicular o de transferencia de calor



Existen diferentes formas de transferencia por convección:



La convección se da de tal manera que se conserva la masa, la energía y el momento.

### 1.4.3. Radiación

Es un fenómeno de transporte de energía que no requiere de un medio físico para su transmisión, dado que la energía radiante es transportada por ondas electromagnéticas.

La velocidad de la propagación de la energía radiante en un medio se da a la velocidad de la luz "C"

$$C = \lambda * f$$

La energía total incidente sobre un cuerpo se refleja, absorbe o transmite según:

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

$\rho$  = reflectividad, % energía reflejada. (difusa o especular)

$\alpha$  = absorptividad, % de energía absorbida. absorptividad, % de energía absorbida.

$\tau$  = transmisividad, % de energía transmitida. (cuerpo semitransparente)

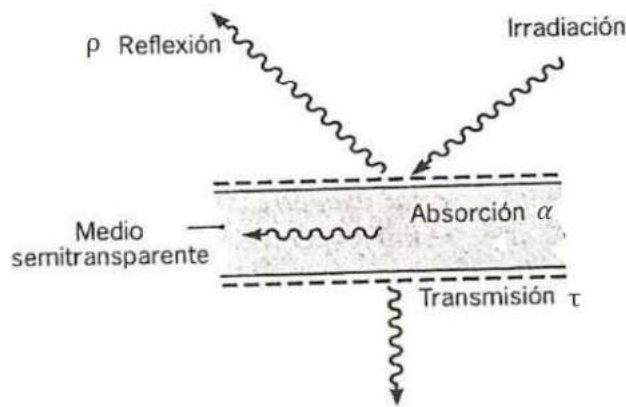


Figura 2. Formas de transferencia a partir de la Radiación

Fuente: "Tecnología solar". M. Ibañez Plana, J. R. Rosell Polo, J. I. Rosell Urrutia, año 2005.

### 1.5. Colector solar térmico de baja temperatura

El captador solar térmico actúa como un receptor que recoge la energía procedente del Sol, transfiriéndola a un fluido. Se caracteriza, además, por usar tanto la radiación solar directa como la difusa, por lo que no necesita seguir continuamente el recorrido del Sol.

Un colector solar térmico de baja temperatura trabaja por debajo del punto de ebullición del agua (100 C° a 1 atm), se encuentra compuesto de cuatro partes fundamentales:

Cubierta transparente: tiene como objeto producir el efecto invernadero dentro del captador y reducir las pérdidas por convección. Técnicamente interesan sistemas de captación de calor que aprovechen fundamentalmente la componente visible de la radiación solar, para ello el sistema requiere de una cubierta transparente con mucha transmitancia (transparencia a la radiación), baja absorbancia (capacidad de absorción de la radiación) y poca reflectancia (capacidad de reflexión) a la radiación visible, y con baja transmitancia a la radiación infrarroja.

Placa absorbente: su función es absorber la radiación solar y transformarla en energía térmica. Los materiales más utilizados son el acero, acero inoxidable, cobre y aluminio. Existen distintos modelos, entre ellos: dos placas metálicas separadas por unos milímetros entre las cuales circula el fluido por tubos, placa metálica sobre la cual están soldados o embutidos los tubos, láminas de plástico, entre otros.

Aislamiento térmico: su objeto es reducir las pérdidas térmicas. Técnicamente interesan aislantes que resistan altas temperaturas sin deteriorarse, no desprendan vapores al descomponerse por el calor, no se degraden por el envejecimiento, soporten humedad y posean un espesor entre 40 y 70 mm. Los materiales más utilizados son lana de vidrio, espuma rígida de poliuretano y poliestireno expandido.

Carcasa: tiene como objeto proteger y soportar los elementos constituyentes del colector solar. Como características se pueden mencionar las siguientes: rigidez y resistencia estructural que asegure la estabilidad del sistema, resistencia química a la corrosión y permitir un fácil montaje de la cubierta.

Existen otras tecnologías llamadas de media y alta temperatura. Las de media temperatura trabajan con sistemas colectores de espejos de concentración parabólicos, cilindro-parabólicos o lentes, alcanzando temperaturas de hasta 600°C. Los sistemas de alta temperatura consiguen más de 1.000°C con facilidad y se basan en la concentración de la radiación solar en una torre central por multitud de heliostatos situados a su alrededor. Un heliostato es un espejo al que se le ha acoplado un sistema de seguimiento de la trayectoria solar.

En el estudio de la transferencia de calor se suelen considerar tres formas distintas de transferencia: conducción, convección y radiación. En realidad, la distribución de temperaturas en un medio se controla por los efectos combinados de estas tres formas de transferencia de calor; por lo tanto, no es realmente posible aislar por completo una forma de las interacciones de las otras dos.

La conducción es la forma de transferencia de calor en la cual el intercambio de energía ocurre de la región de mayor a la de menor temperatura por el movimiento cinético o el

impacto directo de las moléculas como en el caso de los fluidos en reposo o por el arrastre de los electrones.

Cuando un fluido en movimiento pasa sobre un cuerpo sólido o fluye dentro de un canal y si las temperaturas del fluido y del sólido o del canal son diferentes, habrá transferencia de calor entre el fluido y la superficie sólida debido al movimiento relativo entre el fluido y la superficie, a este mecanismo de transferencia de calor se da el nombre de convección.

Cuando dos cuerpos de temperaturas diferentes están separados por un vacío perfecto, no es posible la transferencia de calor entre ellos por conducción o convección; en tal caso, la transferencia de calor ocurre mediante radiación térmica. Es decir, la energía radiante emitida por el cuerpo, debida a su temperatura, es transmitida en el espacio en forma de ondas electromagnéticas de acuerdo con la teoría clásica de las ondas electromagnéticas de Maxwell o en forma de fotones discretos, de acuerdo con la hipótesis de Planck. La emisión o absorción de energía radiante por un cuerpo, es un proceso global, o sea, la radiación que se origina en el interior del cuerpo se emite a través de la superficie, recíprocamente, la radiación que incide sobre la superficie de un cuerpo penetra en el medio, en donde es atenuada.

Las pérdidas térmicas de cualquier sistema térmico solar presentan las tres formas de transferencia de calor: radiación, convección y conducción. En la Figura 1 puede observarse el patrón de comportamiento que siguen las pérdidas de calor en un colector solar. El coeficiente global de pérdidas de calor es la suma de los coeficientes de pérdidas en los laterales, parte superior e inferior del colector. Las pérdidas en los laterales, si el diseño del colector es óptimo, son despreciables, pues en relación con la parte superior e inferior es bastante pequeña. La eficiencia de un colector solar térmico disminuye mientras más pérdidas de calor se generen dentro del mismo.

El rendimiento de un colector solar térmico consta de una expresión lineal que depende de la temperatura de trabajo, la temperatura ambiente, la intensidad de la radiación incidente y de las características físicas y constructivas de los elementos que lo componen.

Así la expresión del rendimiento o eficiencia es:

$$\eta = (a + b) - \left(\frac{T_m - T_a}{I}\right)$$

$$T_m = \frac{T_e + T_s}{2}$$

Dónde:

$\eta$ : rendimiento

$T_a$ : temperatura ambiente.

$T_m$ : temperatura media del agua en el colector entre entrada y salida.

$T_e$ : temperatura de entrada del agua en el colector.

$T_s$ : temperatura de salida del agua del colector.

$I$ : intensidad de radiación incidente medida en w/m<sup>2</sup>.

$a$ : constante que depende de las características ópticas de transmitancia de la cubierta transparente y de absorbancia de la placa absorbente.

$b$ : constante que depende del número de cubiertas transparentes y de las características aislantes del sistema colector y de la placa absorbente.

La forma de dicha curva, la podemos simplificar a la ecuación de una recta:

$$\eta = \eta_0 - k_1 * X$$

$\eta_0$  = Factor óptico (Eficiencia máxima. Corte de la curva con el eje Y). Cuando el panel no pierde calor hacia el entorno, sólo son determinantes, para la eficiencia, las

pérdidas ópticas. La transparencia de la cubierta traslúcida y el grado de absorción de la capa selectiva determinan la eficiencia  $\eta_0$ . Por esta razón, se habla también de eficiencia óptica.

$k_1$  = Coeficiente de pérdidas lineal (Pendiente de la recta)

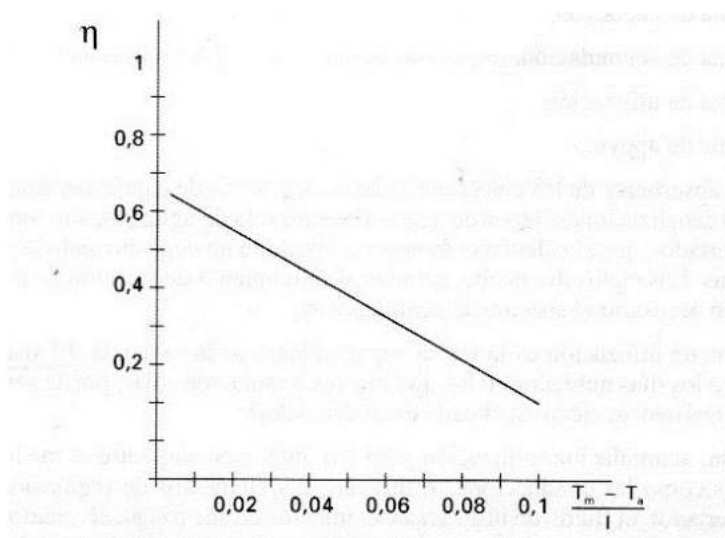


Figura 3. Curva de rendimiento de un colector solar térmico

Fuente: "Colectores solares" Instalaciones termodinámicas Facultad de Ingeniería

De la ecuación del rendimiento desprende que un colector poseerá un mayor rendimiento cuanto mayor sea el valor " $\eta_0$ ", es decir cuanto más eficientes sean las características constructivas del sistema, y menor el de la pendiente " $k_1$ ", siendo este segundo factor más relevante que el primero pues representa la "facilidad" con que el captador pierde su calor hacia el exterior.

## 1.6. Procesos

Los procesos son los elementos más básicos del sistema y consisten en un conjunto de actividades, las cuales requieren de ciertos insumos para ser transformados en resultados que satisfagan las necesidades de los interesados (tanto internos como externos). Los procesos se pueden clasificar entre estratégicos, claves y de apoyo

- Procesos estratégicos: proporcionan las directrices, planes y programaciones necesarias para llevar a cabo todas las actividades organizacionales.
- Procesos claves: definen la razón de ser de la organización.
- Procesos de apoyo: proveen de los recursos o insumos que son necesarios para que los procesos claves cumplan su fin.

El modelo de proceso es una herramienta que proporciona una presentación visual de todas las componentes de un trabajo. Su construcción se puede observar en la figura 3. Para su realización se deben incluir los siguientes datos: Nombre, alcance y resultado esperado del proceso, beneficiarios del resultado, requisitos del resultado, insumos requeridos (materiales e información necesarios), proveedores y requisitos de cada insumo.

El modelo se completa poniendo énfasis en 4 categorías de insumos de control. Dichas categorías controlan el proceso, no participando directamente, pero permitiendo su desarrollo.

- A) Instalación y equipo: herramientas, máquinas y otros equipos, edificios, oficinas u otras instalaciones necesarias.
- B) Capacidad y conocimientos: destrezas, habilidades, certificaciones, capacidad en el trabajo y experiencias requeridas para las personas involucradas.
- C) Procedimientos: Descripción del trabajo del proceso y los métodos para operarlo (políticas instrucciones de trabajo, manual de procedimiento o instrucciones de procedimientos).
- D) Indicadores de desempeño: establecen parámetros adecuados para llevar a cabo la tarea.

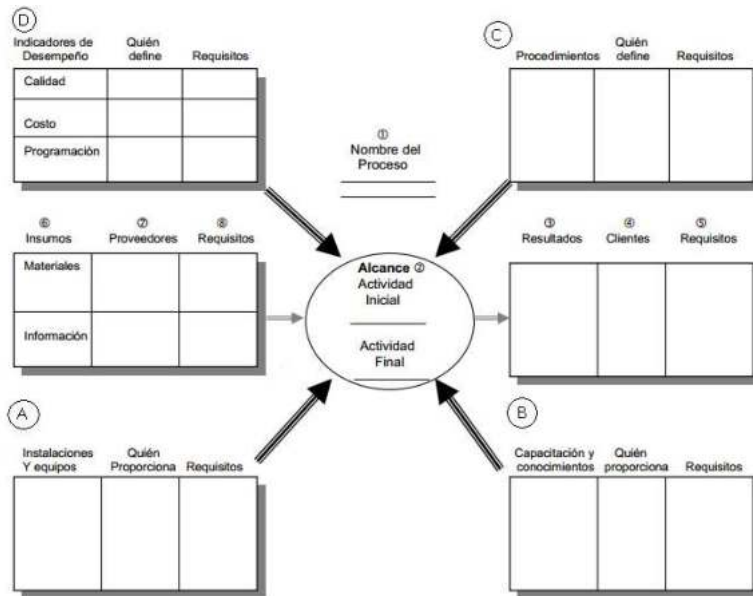


Figura 4. Herramienta modelo de procesos

Fuente: "Documentación de un SGC" Gestión de la Calidad. Facultad de Ingeniería.



## 1.6.1. Herramientas

### 1.6.1.1. Encuestas

Una técnica de investigación y recopilación de datos frecuentemente utilizado son las encuestas. Utilizándolas es posible obtener información sobre diversos temas de interés, la cual al ser analizada nos permite llegar a una conclusión o dar solución a algún problema específico. Para utilizar este método, según el universo estudiado, se definirá la proporción de la muestra representativa de una población. Las encuestas parciales se enfocan en una muestra de la población total. Sin embargo, cuando se trate de poblaciones pequeñas, se procederá a encuestar a la totalidad de los individuos, utilizándose en este caso, encuestas exhaustivas, las cuales abarcan a todas las unidades del universo estudiado.


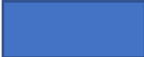




Las encuestas se caracterizan por contener preguntas de respuesta abierta, preguntas de respuesta cerrada o una combinación de ambas.

- Encuestas de respuesta abierta: El interrogado responde a la pregunta formulada con mayor libertad, posibilitando respuestas variadas y profundas que le permitan al analista obtener información más amplia. Se caracterizan por un elevado grado de subjetividad.
- Encuestas de respuesta cerrada: El encuestado debe elegir una de las opciones ya establecidas para responder a las preguntas. Da como resultado respuestas más fáciles de cuantificar y de carácter uniforme.

### 1.6.1.2. Diagrama de flujo

Se denomina Diagrama de Flujo a la forma de representar gráficamente un proceso indicando cada una de sus actividades y la manera en que se relacionan entre sí cada etapa que lo compone. Cada paso del proceso es representado a través de un símbolo que contiene una breve descripción de la etapa representada. Los símbolos gráficos del diagrama se unen entre sí a través de flechas que indican la dirección del flujo. Cada símbolo tiene un significado específico, el cual se puede observar en el cuadro

número 1, que permite definir con exactitud de qué tipo de operación se trata.

Nombre	Descripción	Símbolo
<b>Terminal</b>	Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso	
<b>Actividad</b>	Representa una actividad llevada a cabo en el proceso	
<b>Decisión</b>	Indica un punto en el flujo en que se debe tomar una decisión por sí o por no	
<b>Documento</b>	Se refiere a un documento utilizado o generado en el proceso	
<b>Multidocumento</b>	Refiere a un conjunto de documentos	
<b>Inspección</b>	Indica que la acción requiere de una inspección	

Cuadro 2: Elementos de un Diagrama de Flujo

## 1.7. Marco de gestión

### 1.7.1. Pobreza

La pobreza es una condición social y económica de la población donde los habitantes no pueden satisfacer sus necesidades básicas (físicas y psíquicas) para llevar una vida digna. Esta situación se puede deber a la falta de recursos tales como: la alimentación, el acceso a una vivienda, la sanidad o la educación. Cubrir esas necesidades básicas garantiza a la población alcanzar un nivel mínimo de calidad de vida. Otras cuestiones importantes a considerar son el desempleo y un nivel bajo de ingresos (o la falta de ellos) ya que en muchos casos la pobreza se da por la falta de medios económicos que impiden acceder a los recursos. La ONU, Organización de las

Naciones Unidas, definió a la pobreza en el año 2016 como: “La pobreza, en su acepción más amplia, está asociada a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impiden la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social.”

Según CIEPYC, Centro de Investigación en Economía Política y Comunicación, los dos métodos más utilizados para calcular la pobreza son: línea de pobreza (LP) y necesidades básicas insatisfechas (NBI). Estos métodos permiten detectar dos tipos de pobreza:

- La pobreza estructural (asociada al índice NBI): manifestaciones materiales que evidencien la falta de acceso a ciertos tipos de bienes y servicios tales como vivienda, agua potable, electricidad, educación, salud, entre otros.
- La pobreza coyuntural (asociada al índice LP): afecta en forma estable a la integración de un hogar al estilo de vida predominante en la sociedad. Las personas con pobreza coyuntural son las que no pueden acceder a satisfacer un conjunto de necesidades alimentarias y no alimentarias consideradas esenciales por medio de los ingresos del hogar. La línea de pobreza define una canasta de bienes y servicios, los cuales se evalúan a los precios de mercado y el costo de dicha canasta se compara con los ingresos; son pobres aquellos que no tienen suficiente dinero para adquirirla.

Según el CIEPYC el método de Necesidades Básicas Insatisfechas, o NBI, mide la pobreza mediante un enfoque directo, aprovechando la información censal. A partir de los censos de población y vivienda, se verifica si los hogares satisfacen o no una serie de necesidades elementales que permiten a las personas tener una vida digna de acuerdo con las normas sociales vigentes. Este método tiene la apreciable ventaja de producir resultados con un altísimo nivel de desagregación geográfica, lo que permite la elaboración de “mapas de pobreza”. Dichos mapas hacen posible identificar espacialmente un grupo de carencias predominantes en un país y, por lo tanto, pueden llegar a ser de gran utilidad para focalizar eficientemente las políticas sociales destinadas a cubrir las carencias individualizadas. Este método es el utilizado por el Grupo de Estudios Sobre Población y Territorio (GESPyT) de la Universidad Nacional de Mar del

Plata (UNMDP) para caracterizar a la distribución de la población sobre el mapa de la ciudad de Mar del Plata y se considera al momento de realizar el mapeo barrial.

### 1.7.2. Tecnología social

Una tecnología social se refiere a un campo de aplicación de la tecnología que está orientada a resolver problemáticas tanto sociales como ambientales que posean un importante impacto, generando dinámicas de inclusión social y desarrollo sustentable. Cualquier producto, proceso, etc. que haya sido creado con el fin de solucionar alguna problemática social, será considerado una Tecnología social, siempre y cuando cumpla con ciertos requisitos como lo son la simplicidad, el bajo costo, que sea susceptible a replicar y que sea fácil de aplicar.

### 1.7.3. Re-conceptualización de la tecnología social

La tecnología social normalmente aplica conocimientos tecnológicos simples y tecnologías maduras. Al ser diseñadas para situaciones de extrema pobreza de núcleos familiares o pequeñas comunidades, dejan de lado el nuevo conocimiento científico. En muchas ocasiones, debido al entorno en el que son materializadas, son consideradas simplemente como bienes de uso. Sin embargo, las Tecnologías Sociales pueden llegar a generar bienes de cambio en cuanto los usuarios llegan a cubrir sus necesidades básicas y pueden comenzar a producir para otros miembros de la población. Las dinámicas de mercado que pueden generar las Tecnologías Sociales muchas veces son ignoradas, disminuyendo su rendimiento, es decir se suelen diseñar dejando de lado el entorno en que se insertan resultando tanto física como económicamente insustentables.

Entre los años 1982 y 1983 se desarrolló el programa sobre la “producción de gas mediante reactores de biomasa” (Gobierno de la India, 2002), diseñado bajo el supuesto de que la materia prima (excremento animal) no tenía costo y su disponibilidad era libre. Su fracaso se debió a que desde el momento en que comenzó a implementarse el programa, la materia prima se transformó en un bien de cambio y los dueños de los animales le asignaron un precio, aspecto que limitó

la aplicación del programa y como resultado, esto se tradujo en una clara tasa de sub-utilización de los biodigestores. Normalmente se diagnosticaría como un “problema de implementación” de los biodigestores, cuando en verdad hubo una grave concepción de diseño derivado a su vez de una grave conceptualización de la tecnología social. Es necesario observar que la tecnología social además de proveer una solución a la problemática social y tener como principal objetivo la inclusión social, crea eventualmente relaciones comerciales del tipo proveedor-cliente, de precios, de generación y obtención de lucro. Es entonces cuando la tecnología se debe analizar dentro de relaciones de mercado e insertarse en procesos de formación de precios a la par del resto de las relaciones económicas productivas, así se observa que las tecnologías producidas insertan en el mercado bienes de uso y cambio.

Las Tecnologías Sociales están orientadas hacia la resolución de problemas sistemáticos mediante la generación de dinámicas de producción en el sector, cambios tecnológicos e innovaciones sociales adecuadas técnicamente. Dan lugar a innovaciones resultantes de su aplicación que implican tanto la existencia de nuevas formas de organización y oportunidades para la creación de nuevas empresas, generación de redes (cadena de suministro), así como oportunidades de crecimiento de la población. Las tecnologías sociales no deben ser concebidas para afrontar las fallas del sistema capitalista, ni como un acto solidario hacia ciertos sectores de la población, sino como un componente clave en estrategias de desarrollo socio-económico y democratización política.

## DESARROLLO

El proyecto surge de la motivación hacia dos temas principales: el enfoque social y el enfoque ambiental. Se comenzó con la búsqueda de un proyecto basado en energías renovables, para poder fomentar el uso de las mismas. El programa de extensión de la Facultad de Ingeniería me permitió la oportunidad de adentrarme en el área. En él, se dictaban capacitaciones de diferentes soluciones ingenieriles a problemas cotidianos, como las Estufas Rocket, ecoleños y colectores solares. Las primeras son estufas de estructura casera que permiten calentar el hogar evitando el uso del gas, tienen la ventaja de poseer un recorrido largo de los gases de combustión lo que permite que el calor no se pierda en el exterior. Combinado con esto, están los ecoleños, que son troncos caseros a base de reciclados combustibles, ya sea papel, poda, etc. Con esto se evita la tala de árboles para el uso de la estufa.

Por otro lado, la acción de “Sumando Energías”, una ONG cuyo objetivo es proveer de calentadores solares ecológicos a las familias en estado de vulnerabilidad, se pudo ver un primer diseño de captador. Esta ONG construye colectores solares que se componen de envases PET encastrados unos en otros, potenciados por capas de lata, telgopor y tetrabrik. Así, el programa de extensión “Energías una Alternativa social”, construyó e instaló un colector solar PET en la Sociedad de Fomento del Barrio Las Dalias. Si bien el colector solar instalado en Las Dalias cumple con su función, los usuarios aún no pudieron proveerse de agua ya que la instalación de agua caliente no se construyó eficientemente en el momento de la edificación de la Sociedad de Fomento, por lo tanto el fluido con su respectivo aumento de temperatura no llega a los sitios de utilización. A continuación, se presentan en el cuadro 3 las temperaturas del agua del tanque acumulador tomadas con un termómetro digital con arduino:

Fecha y característica de día	Temperatura del exterior (°C)	Temperatura del tanque acumulador(°C)
(29-01) Soleado	33	54
(30-01) Nublado	31	48
(31-01) Soleado	22	37

Cuadro 3: Temperaturas del agua del colector PET localizado en el Barrios Las Dalias

Fuente: Elaboración propia.

A partir de todo esto, se propone como segunda alternativa una mejora técnica del calentador solar PET, es decir en vez de utilizar envases PET encastrados unos en otros, la propuesta consta en emplear policarbonato o vidrio como cubierta traslucida del cajón contenedor con la finalidad de disminuir las pérdidas térmicas y aumentar la resistencia ofrecida por el sistema.



Figura 5. Colector Solar PET

Fuente: “Energías una Alternativa Social”

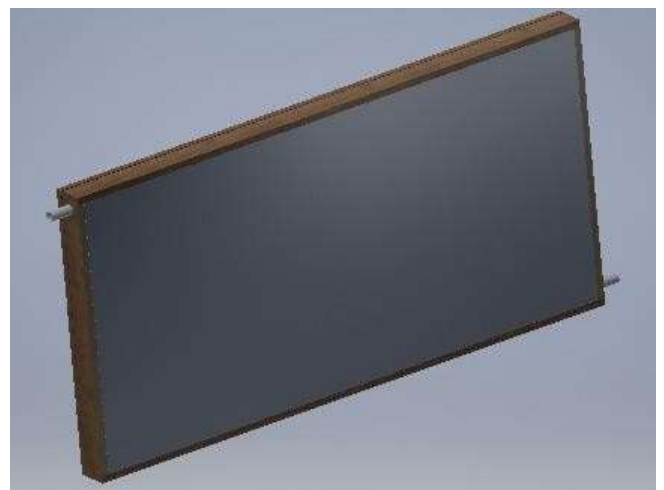


Figura 6. Colector cubierto de Policarbonato

Fuente: Elaboración Propia

La principal diferencia entre ambos sistemas se centra en la generación del efecto invernadero, el sistema de acumulación, utilización y apoyo no varía en ambas alternativas. El sistema PET consiste en crear un pequeño invernadero en cada botella y pasar por dentro una manguera de riego (polietileno). La energía solar queda atrapada en cada botella, dentro de las cuales se encuentran los tubos. Por el fenómeno de convección y conducción dicha energía es absorbida por la manguera, la cual, por el mismo fenómeno, le transfiere la energía al agua. La segunda alternativa utiliza un contenedor con una cubierta rectangular transparente, por lo tanto, el calor generado por el efecto invernadero se transmitirá por todos los espacios y recovecos del contenedor. El sistema PET como se puede ver, es conformado por muchas piezas que deben unirse, permitiendo así mayor probabilidad de error en la fuga de calor dentro de las botellas. Además, no cuenta con ningún tipo de aislación. Por otro lado, los sistemas de placa plana cuentan con aislación en las zonas donde no incide el sol. Cada botella está más expuesta a las condiciones externas, ya que hay mayor área de contacto con el exterior, generando que haya más transferencia de calor.

En cuanto a los costos, por la cantidad de materiales reciclados que requiere uno con respecto del otro, ya se puede saber de antemano que el sistema de botellas PET reciclado va a poseer un costo menor. (Tener en cuenta que el sistema de placa plana posee vidrio o policarbonato).

Por lo tanto, se optó por darle prioridad al estudio del sistema de captación solar de placa plana ya que es un sistema con mayor eficiencia, que es nuestra prioridad.

En la búsqueda de aumentar la eficiencia del captador se acordó con EDEA un presupuesto para intensificar el estudio de los mismos y poder capacitar a la gente interesada. Entonces, de aquí se empezó con el diseño de dos colectores solares de igual capacidad con materiales variables.

Para entender cómo funciona un colector solar debemos comenzar hablando de la transferencia de calor. Un colector busca retener el calor máximo posible aportado por el sol, por lo que su funcionamiento depende exclusivamente de las condiciones climáticas. Entonces es necesario ver que materiales son los adecuados para su construcción siempre teniendo en cuenta el factor económico.



Como se vio en el marco teórico, hay diferentes fenómenos relacionados con la transferencia de calor. Por lo cual, es importante ver la densidad y la conductividad térmica de cada uno, como también así, otras propiedades que puedan favorecer o no la transferencia.

### Componentes de una instalación para la obtención de agua caliente sanitaria por energía solar:

Las instalaciones para la obtención de agua sanitaria por energía solar como se observa en la figura 11, constan básicamente de cuatro sistemas principales:

- Sistema de captación (cajón de madera con tubos y vidrio)
- Sistema de acumulación (tanque acumulador o de almacenamiento)
- Sistema de utilización. (acometidas/cañerías)
- Sistema de apoyo. (Sistema híbrido)



Figura 7. Instalación para la obtención de agua sanitaria por energía solar  
Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas", INTA (2013)

### Sistema de captación

Como se puede visualizar en la Figura 8 y 9, el sistema de captación está conformado por un cajón contenedor de tubos llenos de agua. En la parte inferior lo conforma una placa reflectiva, seguido de una aisladora y en la parte superior una cubierta traslúcida. A medida que se logra el aumento de temperatura del aire dentro del sistema, los ductos logran transmitírselo al fluido, llevando a cabo la conversión de energía solar en energía térmica. El fluido circula hacia un depósito aislado para evitar pérdidas térmicas. El aislante se coloca con el fin de que el calor generado, como consecuencia del efecto invernadero, se mantenga dentro del colector con la mínima cantidad de pérdidas posibles. El material transparente al espectro solar permite el paso de la radiación solar de onda corta y a la vez impide la pérdida de calor por convección al medio ambiente del infrarrojo emitido por la placa absorbente, creando así la trampa de calor. También, el colector está rodeado de material aislante para impedir pérdidas de conducción por las paredes y por su parte inferior.

La construcción de este se encuentra detallada en el Instructivo de la Construcción del Captador.

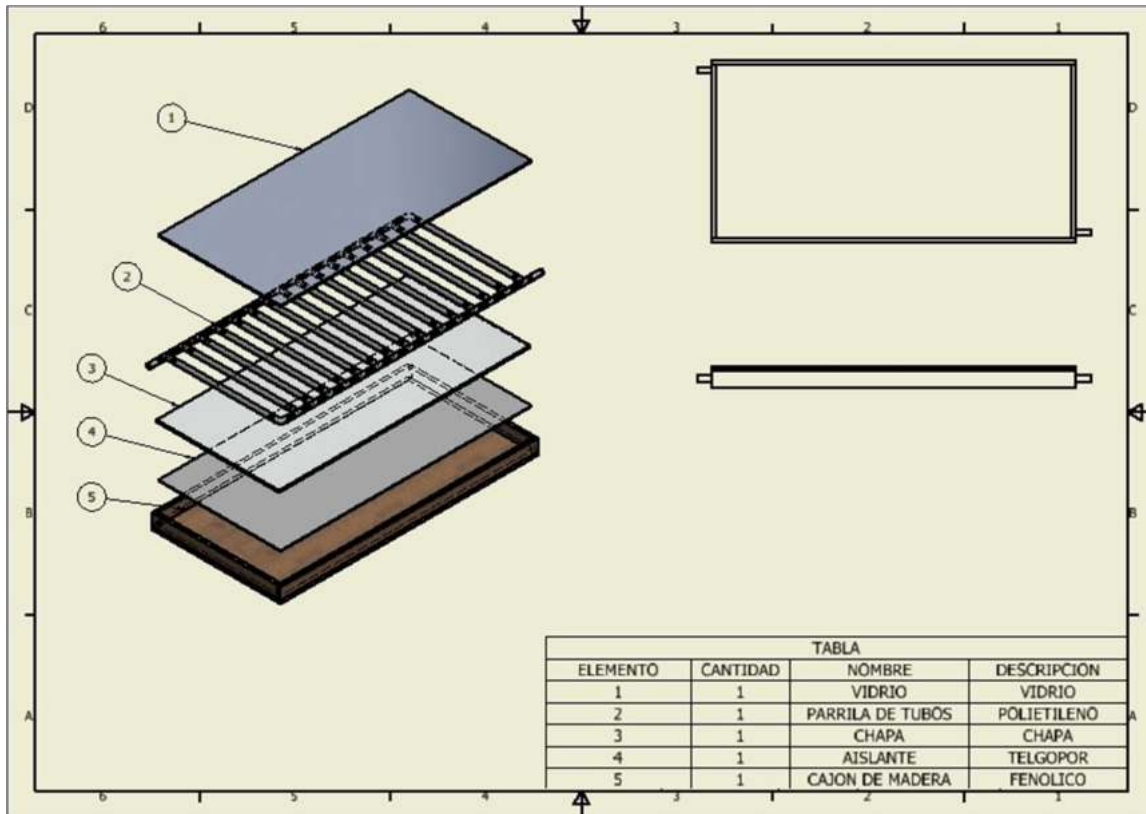


Figura 8. Componentes principales del sistema de captación.

Fuente: elaboración propia



Figura 9. Sistemas de captación

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas".

### Componentes:

- Contenedor externo:

Cumple una función estructural ya que debe soportar el peso de los diferentes componentes del colector. El calentador estará expuesto al medio ambiente toda su vida útil, por lo que el contenedor cumplirá un rol de protección ante fuertes vientos y lluvias. Es por ello que se construye de un material resistente a los distintos tipos de fuerzas internas y externas a las que está sometido el cuerpo a consecuencia de las sollicitaciones o acciones que actúan sobre él.

Se denomina módulo de elasticidad o módulo de Young a la razón entre el incremento de esfuerzo aplicado a un material y el cambio correspondiente a la deformación unitaria que experimenta, en la dirección de aplicación del esfuerzo. El módulo de elasticidad es la medida de la tenacidad y rigidez del material del resorte, o su capacidad elástica. Mientras mayor el valor (módulo), más rígido el material. A la inversa, los materiales con valores bajos son más fáciles de doblar bajo carga. Dos materiales resistentes y que son de fácil acceso en el mercado son la madera fenólica y la chapa galvanizada. Dentro de las opciones de madera más económicas y adecuadas para este dispositivo se encontró como favorita la madera denominada Fenólico.

El Fenólico es una madera compensada elaborada a base de finas láminas de madera semidura firmemente encoladas entre si con adhesivos a base de resinas fenólicas (Las resinas fenólicas se obtienen por policondensación gradual de fenol y formaldehído en solución acuosa) con las láminas dispuestas en su sentido transversal a la fibra, lo cual le favorece a la resistencia con una madera maciza. El uso de adhesivos a base de resinas fenólicas permite obtener un material insensible al agua y a los agentes climáticos, lo que lo hace especial para esta aplicación.

<b>Material</b>	<b>Módulo de Elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CT (W/m°C)</b>
<b>Madera fenólica</b>	225000	400	0.09
<b>Chapa galvanizada</b>	2100000	7780	44

Cuadro 4: Densidad y conductividad térmica de materiales.

Fuente: "Coeficientes de conductividad térmica" – Instalaciones Termodinámicas

Si bien la chapa galvanizada posee un mayor módulo de Young, es decir es un material más rígido que la madera, posee un elevado coeficiente de conductividad térmica. Esto significa que es capaz de transferir la energía de sus moléculas a las moléculas adyacentes. En zonas costeras, como lo es Mar del Plata, no sería eficiente la utilización de la chapa ya que la ciudad está posicionada bajo la influencia de frentes fríos y fuertes vientos. Puesto que el contenedor también tiene como objeto no dejar que el calor generado se escape al exterior, colocar una chapa galvanizada significaría que los frentes fríos disminuirían el rendimiento del colector ya que transferiría la baja temperatura de los vientos con facilidad.

Se puede concluir que, en términos económicos, facilidad de construcción y resistencia resulta más conveniente la madera.

Dentro de las variedades de madera, la fenólica es aquella que cumple con los requisitos al menor costo posible.

- **Aislante:**

como cualidades de los materiales aislantes cabe destacar la baja conductividad térmica (valores típicos se encuentran entre 0,02 a 0,09 W/m°C). Dichos materiales son muy poco higroscópicos (poca o nula tendencia a absorber humedad, lo cual es muy importante), incombustibles o con poca propagación de llamas y resistentes a la compresión y a la tracción.

Dentro del contenedor se debe colocar una placa aisladora capaz de retener el calor generado y evitar que se disipe hacia el medio ambiente. A continuación, se presenta en el cuadro 4 diferentes materiales que cumplen con las condiciones térmicas nombradas con anterioridad:

<b>Material</b>	<b>Densidad (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cond. (W/m°C)</b>
<b>Poliuretano</b>	30-40	0,024-0,021
<b>Poliestireno expandido</b>	20-40	0,034-0,030
<b>Espuma elastomérica</b>	60	0,036
<b>Corcho</b>	130 a 175	0,044 a 0,037
<b>Fibra de vidrio</b>	150	0,05
<b>Lana de vidrio</b>	60 a 200	0,07 a 0 ,035

Cuadro 4: Densidad y conductividad térmica de materiales

Fuente: "Coeficientes de conductividad térmica" – Instalaciones  
Termodinámicas -Facultad de Ingeniería UNMDP

Si bien hay una amplia gama de materiales posibles a elegir, el poliestireno expandido (también conocido como telgopor) es un material de bajo costo, adaptable, manipulable y de fácil acceso en el mercado. Además, es la mejor opción ya que es posible utilizar retazos que se encuentren disponibles para la reutilización.

- Placa absorbente o reflectiva:

su función es absorber la radiación solar y transformarla en energía térmica. Se requiere un material que además de retener y emitir radiación térmica, logre cumplir el rol de soporte estructural (ya que debe soportar el peso de los tubos o canalizaciones localizados por encima de él). Se busca algún material capaz de favorecer el efecto invernadero.

Por un lado, se puede optar por aumentar el rebote de los rayos que inciden en el captador, logrando un aumento de la temperatura dentro del contenedor, esto se puede provocar con algún espejo o material reflectivo. Por otro lado, existe la posibilidad de utilizar un material que absorba calor para aumentar su temperatura, por lo que se busca un color oscuro.

A continuación, se presentan en el Cuadro 5 un listado de materiales con sus correspondientes reflectividades, dichos coeficientes fueron estimados por el CONICET, organización que efectuó un estudio comparativo de características de reflectancia espectral de algunos materiales que habitualmente se emplean como reflejantes en equipos de aprovechamiento de la energía solar.

<b>Material</b>	<b>Reflectividades globales</b>
<b>Aluminio</b>	0,853-0,871
<b>Papel de Aluminio</b>	0,799
<b>Chapa Galvanizada</b>	0,588
<b>Chapa Galvanizada pintada de blanco</b>	0,656
<b>Espejo</b>	0,75
<b>Acero inoxidable</b>	0,572
<b>Mylar</b>	0,833

Cuadro 5: Reflectividades globales

Fuente: "Estudio de materiales reflectivos para concentradores solares",  
CONICET

Como se puede visualizar en el cuadro 5, la chapa de aluminio posee un mayor porcentaje de reflectividad que la chapa galvanizada. Esto es porque la propiedad resistente al calor de la chapa es superior a la de placa de acero galvanizada, la misma puede ser utilizada por un tiempo largo bajo cerca de 550 grados y apenas varían sus propiedades mecánicas. Estos beneficios se ven reflejados en sus precios en el mercado. Debido a que no se debe olvidar el objeto de este trabajo, optimizar el rendimiento del sistema a través de la utilización de materiales accesibles y económicos, se recomienda la utilización de la chapa galvanizada o en su defecto el papel de aluminio.

El inconveniente del papel aluminio es que, la placa absorbente además de retener y emitir radiación térmica debe soportar el peso de los tubos o canalizaciones localizados por encima de él, por lo tanto, el papel tiene más



probabilidades de sufrir algún tipo de rotura o ralladura. Finalmente, el material propuesto es la chapa galvanizada, la cual es un material reflectivo, resistente y por sobre todo, accesible física y económicamente en el mercado.

Una opción de reciclado sería utilizar CDs viejos o materiales que logren reproducir este efecto de espejo.

- Cubierta traslúcida:

cómo se he menciona anteriormente técnicamente interesan sistemas de captación de calor que aprovechen fundamentalmente la componente visible de la radiación solar, para ello el sistema requiere una cubierta transparente con mucha transmitancia (transparencia a la radiación), baja absorbancia (capacidad de absorción de la radiación) y poca reflectancia (capacidad de reflexión) a la radiación visible, y con baja transmitancia a la radiación infrarroja. Al mismo tiempo la cubierta debe soportar lluvias y vientos durante su vida útil, por lo cual se necesita un espesor mínimo y material resistente. Es de suma importancia mantener limpia la superficie para aprovechar al máximo la radiación solar. Dicha actividad vinculada estrechamente con el mantenimiento del sistema es explicada con mayor detalle en el Instructivo de Instalación del colector.

A continuación, se presentan en el cuadro 6 un listado de valores porcentuales de transmitancias de la radiación para vidrios y policarbonatos, dichos coeficientes fueron estimados por el CONICET, quien efectuó una evaluación de la transmitancia del policarbonato alveolar en función del ángulo de incidencia de la radiación solar y se la comparó con la del vidrio. Por “ángulo de incidencia” se refiere al ángulo de incidencia de la radiación solar sobre el material. En la gráfica se referencian vidrios y policarbonatos, para 1, 2 y 3 placas superpuestas según se indica cada caso. P4- policarbonato de 4 mm de espesor, P6- 6 mm y P8- 8 mm.

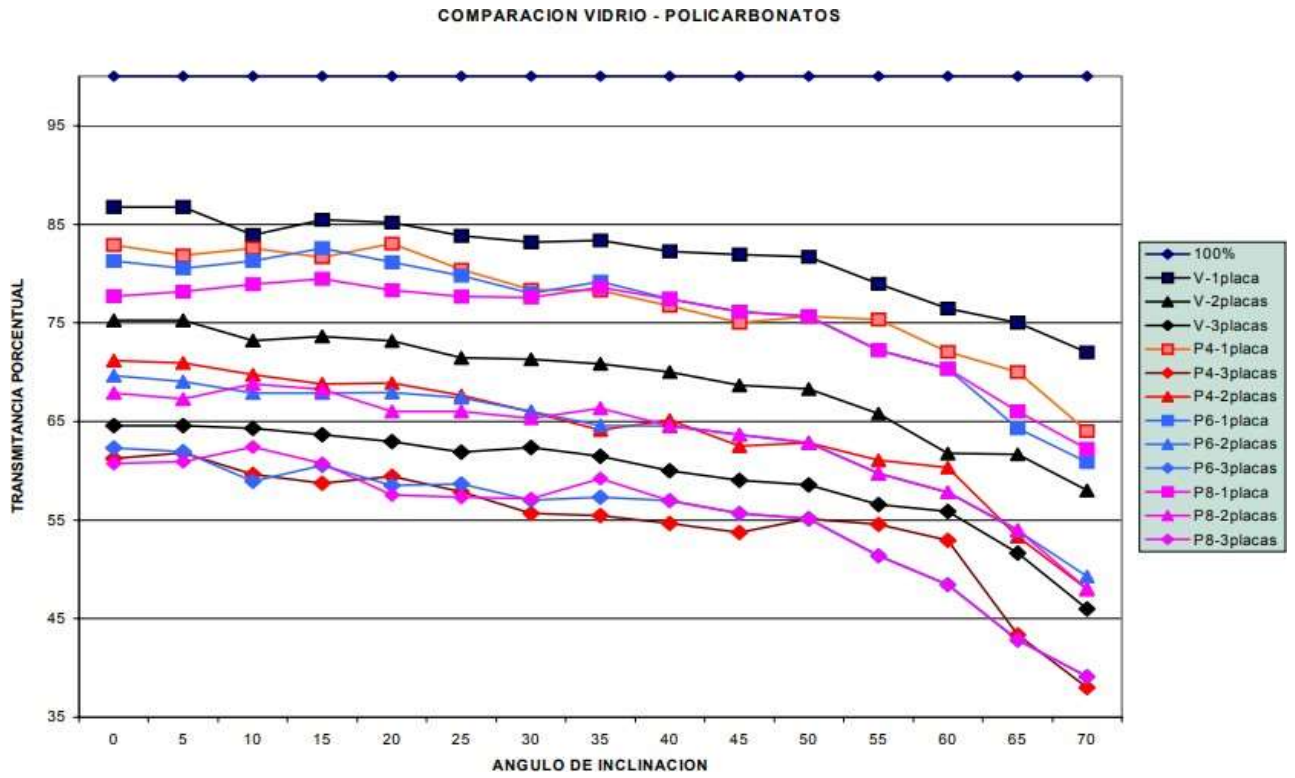


Figura 10. Transmitancias porcentuales para distintos espesores de policarbonatos (4,6 y 8 mm) y vidrio. Para una, dos y tres cubiertas superpuestas respectivamente.

Fuente: "Comparación de las transmitancias de policarbonatos y vidrio",

CONICET, año 2001.

<b>Material</b>	<b>Valores porcentuales de transmitancias</b>
<b>Vidrio – 1 placa</b>	86,27
<b>Vidrio – 2 placas</b>	74,51
<b>P4 – 1 placa (NS)</b>	86,27
<b>P4 – 2 placas (NS)</b>	74,51
<b>P4 – 1 placa (EO)</b>	86,27
<b>P4 – 2 placas (EO)</b>	74,51
<b>P6 – 1 placa (NS)</b>	86,27
<b>P6 – 2 placas (NS)</b>	74,51
<b>P6 – 1 placa (EO)</b>	86,27
<b>P6 – 2 placas (EO)</b>	74,51
<b>P8 – 1 placa (NS)</b>	84,31
<b>P8 – 2 placas (NS)</b>	74,51
<b>P8 – 1 placa (EO)</b>	86,27

Cuadro 6: Valores porcentuales de transmitancias de la radiación, en tabla.

Fuente: “Comparación de las transmitancias de policarbonatos y vidrio”, CONICET

Se puede concluir que el policarbonato tiene para cualquier inclinación menor transmitancia que el vidrio. Se produce una mayor atenuación porcentual, con respecto al vidrio, en la transmitancia a medida que aumenta el ángulo de incidencia de la radiación. A pesar de la menor transmitancia del policarbonato a la radiación solar que el vidrio, se presenta como una alternativa válida, sobre todo en el uso en colectores solares, ya que su menor peso y mayor resistencia al impacto contrarrestan las pequeñas desventajas observadas.

Se deja a evaluar el comportamiento de estos dos materiales en el proyecto de extensión Energías: Una Alternativa Social de la facultad de Ingeniería. Al día de la fecha ya se encuentran armados los colectores con recubrimiento de policarbonato, pero es posible la sustitución de los mismos por vidrio para comparar cualidades en la práctica.

- **Tubos:**

son los encargados de transportar al fluido, deben ser capaces de transferir el calor generado dentro del contenedor por convección de manera eficiente. El conjunto de los tubos es conocido como “parrilla”. Como se puede visualizar en el cuadro 7, los materiales posibles a utilizar son el polietileno, cobre o acero galvanizado. De acuerdo al material que se utilice, se adaptarán las uniones (codos y t) para la conformación de la parrilla.

<b>Materia I</b>	<b>CT (W/m°C)</b>	<b>Precio promedio (\$/metro)</b>
<b>Cloruro de polivinilo (PVC)</b>	0,18	\$160
<b>Copolímero aleatorio de polipropileno (PPR)</b>	0,24	\$90
<b>Polietileno (PE)</b>	0,38	\$12
<b>Cobre</b>	350	\$550

Cuadro 7: Densidad y conductividad térmica de materiales

Fuente: “Coeficientes de conductividad térmica” – Instalaciones Termodinámicas

Las tuberías domésticas más habituales son las de cobre y las de plástico. Las primeras se emplean, sobre todo, para el abastecimiento, mientras que las segundas se reservan para la evacuación de aguas residuales.

El cobre es un material muy frecuente en las instalaciones de fontanería, gas y calefacción. Su conductividad térmica junto con su resistencia mecánica y estanqueidad, su capacidad de soportar altas temperaturas y su longevidad, hacen que el cobre sea un material idóneo para las instalaciones solares térmicas. Una de las mayores desventajas es su elevado precio. El cobre es caro tanto a la hora de comprarlo como de instalarlo. El temple rígido de las tuberías se debe precisamente a su sistema de unión por medio de conexiones soldables. Dichas conexiones implican la utilización de accesorios y herramientas complejas y de alto costo. Las familias no cuentan con la tecnología ni maquinaria adecuada para producir conexiones soldables. De acuerdo a los objetivos del trabajo y a la urgencia que reviste la problemática actual de la pobreza estructural, es necesario seleccionar materiales que estén al alcance de las familias, que sean de bajo costo, de rápida aplicación y funcional, por eso se propone la utilización del plástico.

Las tuberías plásticas son mucho más fáciles y económicas de instalar, apenas requieren de mantenimiento. Estas tuberías, además de poseer una mayor flexibilidad, resisten la corrosión y no se degradan con el uso, lo que las convierte en una opción sensata y económica. En referencia a sus paredes interiores son lisas y reducen la pérdida de presión por contacto. A la hora del montaje, el plástico permite realizar canalizaciones sin uniones, reduciendo así el riesgo de fugas. Los materiales más empleados son el PVC (cloruro de polivinilo), el PE (polietileno) y el PPR (copolímero aleatorio de polipropileno). El precio elevado en el mercado del PVC es la razón principal por la cual las autoras descartan la posibilidad de utilizar dicho material. Además, dicho material no es utilizado para la distribución del agua sanitaria, si para las tuberías de desagües.

Los tubos de PPR se unen por termofusión. En la unión por termofusión, las superficies a pegar se preparan, se funden simultáneamente con un calentador de

placa caliente, se quita el calentador y las superficies fundidas se prensan juntas y se mantienen bajo presión. A medida que se enfrían los materiales fundidos se mezclan y fusionan en una unión permanente y monolítica. Se produce una contracción de juntas la cual asegura una inserción de alto rendimiento, evitando fugas. Sin embargo, esta opción es descartada por las autoras ya que los procedimientos de fusión requieren de herramientas y equipos específicos al tipo de fusión y para los tamaños de tubería y de accesorios que se están uniendo, esto implica una gran inversión de capital difícil de ser llevada a cabo por las familias. Además, los tubos de PPR son de paredes de espesores gruesos y eso retardaría la transferencia de calor al agua.

Finalmente, el polietileno, es el material escogido. El mismo convertido en accesorios, válvulas y tuberías también requiere de calor para unir las piezas firmemente, pero la ventaja principal es que se puede utilizar una pistola de calor u otros métodos caseros para realizar las juntas. El método casero propuesto por el Proyecto de extensión “Energías una alternativa social” consiste en calentar la manguera y accesorios con agua hirviendo durante unos 45 segundos para luego unirlos a presión manualmente. Para asegurar las uniones y así evitar pérdidas de caudal, se propone la utilización de alambre galvanizado número 14 (también puede ser más grueso). Se debe recorrer con el alambre el perímetro exterior del tubo cercana a la T utilizando pinza o tenaza para evitar pérdidas de caudal. Es viable la utilización de abrazaderas, aunque su costo es mayor.

Los tubos utilizados son de 1.5 pulgadas (38.1mm) de ancho con espesor de k2 (2mm) si fuera k4 sería de (3.3mm) que también es viable. El espesor del caño influye en la transmisión de calor del mismo hacia el líquido, cuanto más fino sea, más rápida será.

- Soporte:

No olvidemos que el captador solar debe tener cierta orientación hacia el sol para su máxima eficiencia. Para esto, se utilizaron pallets. Se utilizaron dos pallets presentados perpendicularmente como se ve en la figura:



Figura 11: Palets a 90 grados, unidos por maderas sustraídas de los mismos  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 12: Captador ubicado a 45 grados en el soporte respecto del piso.  
Fuente: Elaboración propia.

La empresa Havanna donó 30 pallets para la fabricación de estructuras de soporte de tanque y de colectores. Las cuales son destinadas para los equipos a analizar en la facultad y el resto para que las familias que desean armar su propio sistema de calentamiento de agua puedan acceder a materiales sin costo alguno.

### Sistema de acumulación

El sistema de acumulación está formado por un tanque, también conocido como tanque aislador, donde se deposita el agua caliente y se encuentra disponible para su consumo. Debe estar lo más aislado posible, en el Instructivo de la Instalación del Sistema se explica con mayor profundidad la importancia de la aislación y las diferentes maneras de realizarla. Como se puede visualizar en la Figura 14, el tanque debe contar con 4 agujeros que permitan la comunicación con los demás equipos del sistema (captador, tanque de agua de red, instalación de agua caliente), son 2 entradas y 2 salidas de agua.

Los sistemas termo-sifónicos funcionan debido a la diferencia de densidad del fluido cuando se encuentra a diferente temperatura. El fluido más frío es más denso por lo que tiende a descender, mientras que el fluido que se calienta tiende a ascender a medida que va perdiendo densidad. Es por ello por lo que el agua menos densa (el agua caliente) asciende al tanque acumulador y el agua fría recircula en el colector hasta lograr el aumento de temperatura deseado.

Se debe destacar la importancia de la ubicación de los equipos, ya que solo una correcta distribución permite el buen funcionamiento de este sistema, el cual entra dentro de la clasificación de sistemas termo-sifónico natural. Se recomienda que el tanque acumulador este siempre por encima del colector y por debajo del tanque de agua de la vivienda, como se puede visualizar en la Figura 15. Esto permite que el agua caliente suba sola desde el colector al acumulador y que cuando se requiera más agua, por gravedad se pueda llenar desde el tanque de agua hacia el acumulador.



Como se ve en la Figura 15, todas las viviendas poseen dos bajadas de agua desde el taque de red, una bajada va destinada al consumo directo de agua fría, la otra bajada es que la que se calentará con un calefón o termotanque, la misma se denomina bajada de agua caliente. Una vez que se abre la llave de paso que permite la bajada de agua fría al sistema, comenzará la circulación del fluido desde el tanque de red de la vivienda hacia el colector y el tanque acumulador. Al ser un sistema cerrado y presurizado, el agua recirculará constantemente y comenzará a aumentar su temperatura hasta lograr que la temperatura del tanque sea igual a la del colector. Es por ello que es de suma importancia colocar una válvula anti-retorno entre el tanque de agua de red y el colector, para evitar que el agua caliente ascienda por el mismo principio termosifónico hacia el tanque de red.

Existen dos alternativas de diseño. La primera alternativa propuesta por el INTA consta en que el agua fría ingrese primero al tanque acumulador y luego al colector, como se puede visualizar en la figura 15.

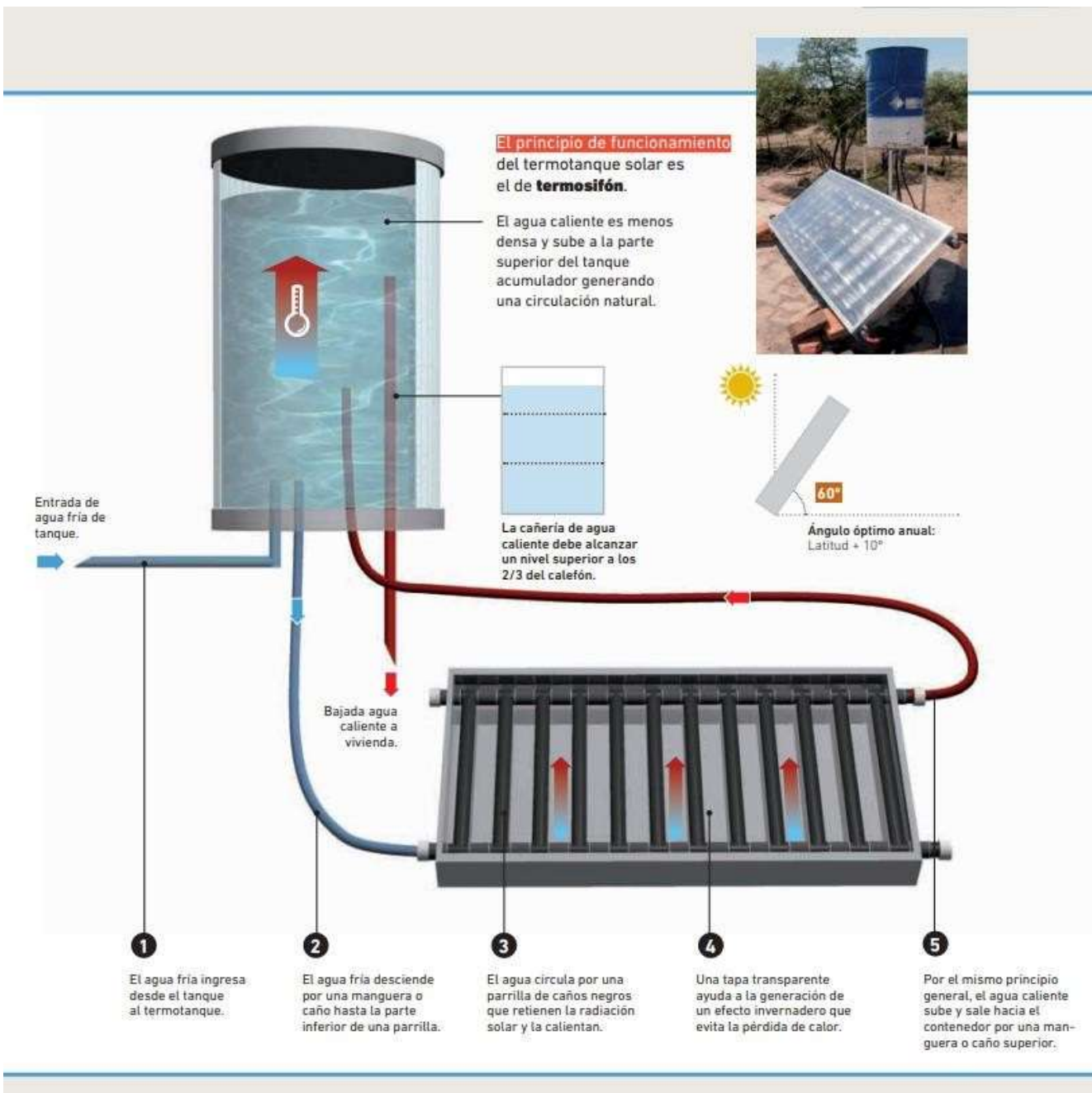


Figura 13. Sistema de acumulación.

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

Para ello se debe realizar 4 orificios, los cuales deben tener las siguientes medidas: uno de  $\frac{1}{2}$ " para la salida de agua caliente a la vivienda, dos orificios de  $\frac{3}{4}$ " para la salida de agua fría y entrada de agua caliente al colector en la parte inferior del tanque, y por último uno de  $\frac{3}{4}$ " para la entrada de agua fría al tanque acumulador desde el tanque de reserva de la vivienda, tal como se observa en la figura 14.

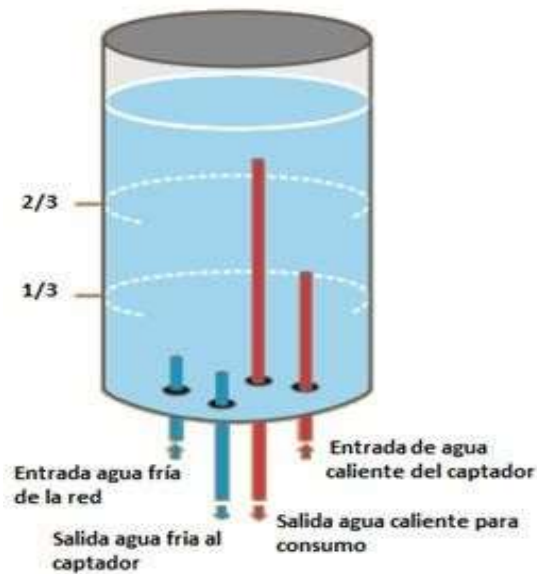


Figura 14. Sistema de acumulación.

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas".

INTA Ediciones.

La desventaja de esta alternativa reside en el ingreso de agua fría desde el tanque de agua de red de la vivienda al tanque acumulador. Si bien no deja de ser un sistema cerrado y presurizado, es decir que el agua recirculará continuamente hasta lograr que la temperatura del tanque sea igual a la del colector, es inevitable que el agua a una mayor temperatura se mezcle con la fría enlenteciendo el proceso de calentamiento. Además, el hecho de realizar un agujero más implica mayor demanda de materiales, mayor probabilidad de pérdidas de calor y hasta un mayor costo. Es por ello que dentro del Proyecto de Extensión se propuso una mejora centrada en mejorar las debilidades de la primera alternativa. Básicamente la propuesta consiste en que el agua fría ingrese directamente al colector, como se puede visualizar en la figura 15.

Es decir, una vez que se abre la llave de paso que permite la bajada de agua fría al sistema, comenzará la circulación del fluido desde el tanque de red de la vivienda hacia el colector y el tanque acumulador. Para ello se debe realizar 3 orificios, tal como se puede visualizar en la figura 16: uno de  $\frac{1}{2}$ " para la salida de agua caliente a la vivienda y dos orificios de  $\frac{3}{4}$ " para la salida de agua fría y entrada de agua caliente al colector en la parte inferior del tanque, dejando una conexión de tubos en T a la salida del captador.

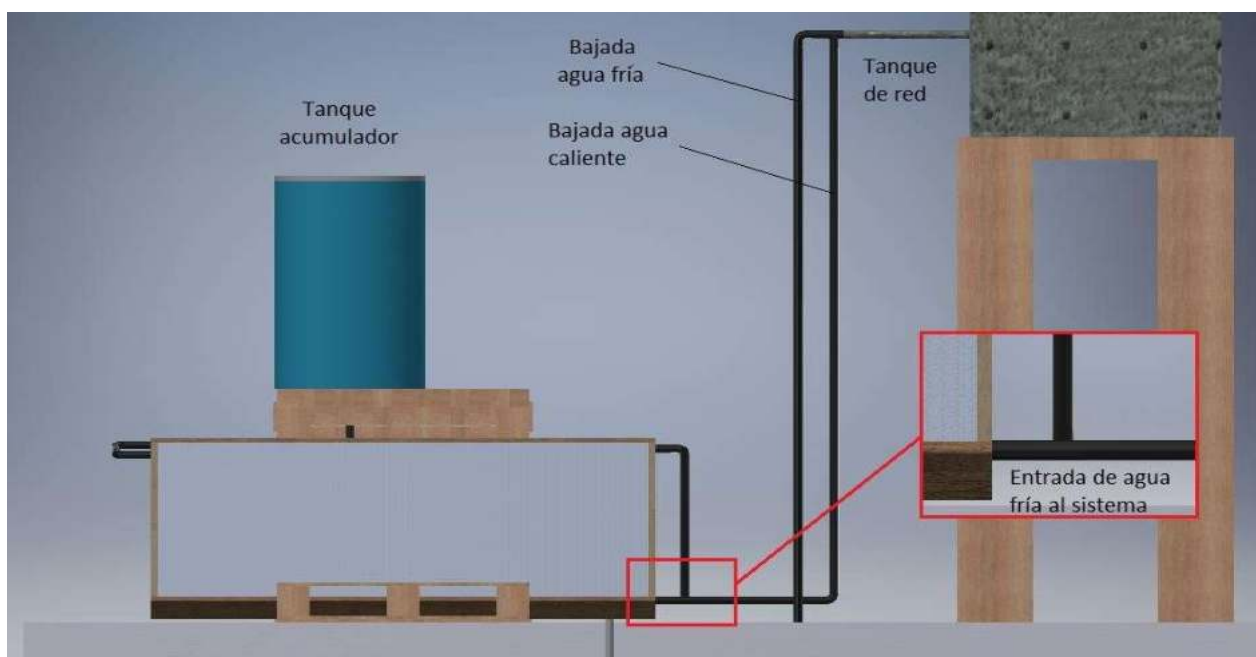


Figura 15. Segunda alternativa de diseño

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

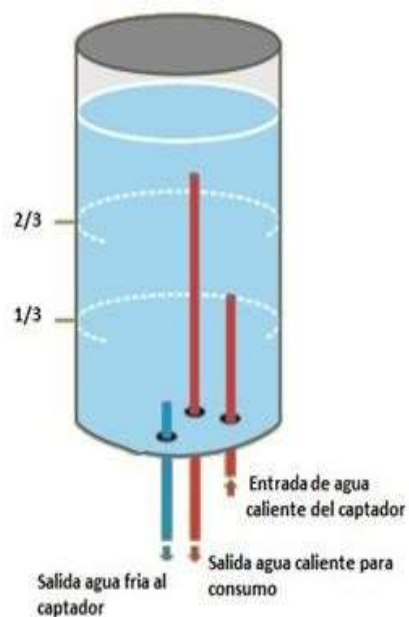


Figura 16. Esquema de la instalación del sistema completo

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, si el tanque de reserva de la casa está a la misma altura que el colector se debe proceder a conectarlos por el método de los vasos comunicantes. De esta forma siempre se mantendrá el nivel de agua. Por otro lado, si el tanque de reserva de la casa está a distinto nivel, se debe colocar un flotante en el termotanque como se puede visualizar en la Figura 217.

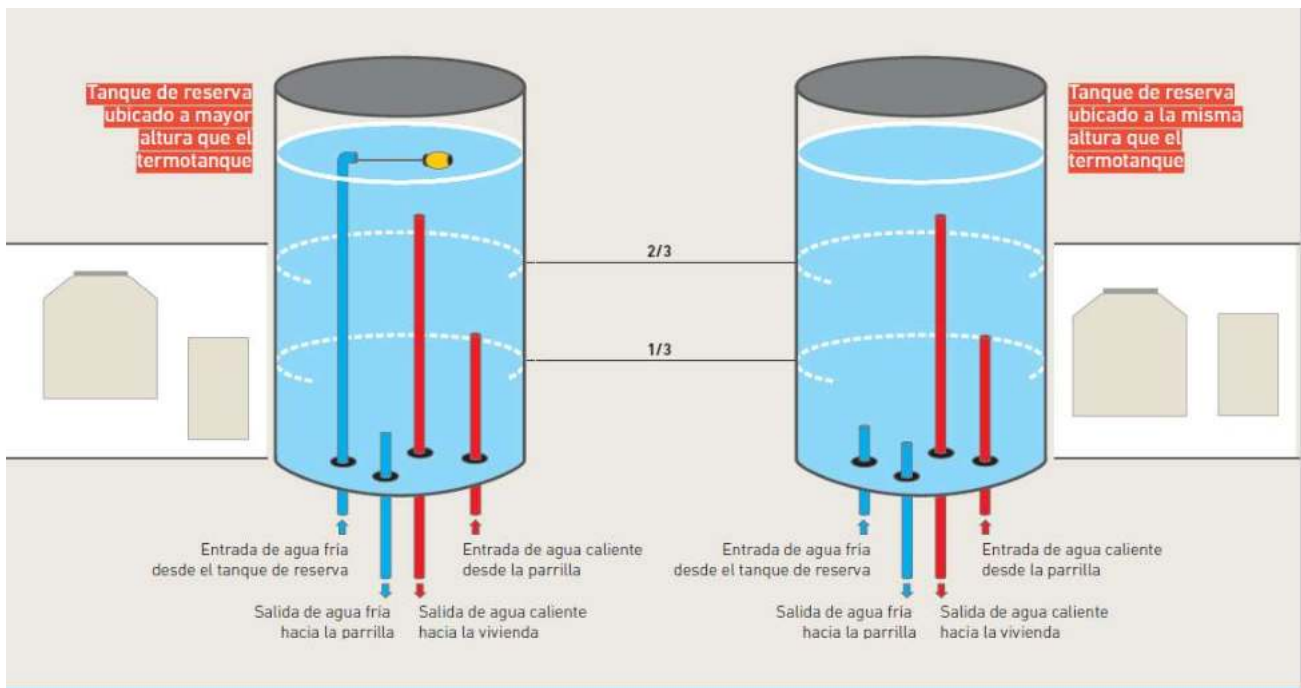


Figura 17. Opciones para la instalación según la ubicación del tanque acumulador

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones

Una vez que el tanque de aislación se llene por completo, al ser un sistema presurizado, desde el tanque de agua de red se dejará de suministrar fluido hasta que los usuarios abran las correspondientes canillas y se prevean de agua caliente. Solo en ese entonces comenzará de nuevo el ciclo de suministro de agua fría desde el tanque de red hacia el resto del sistema. La acumulación en un depósito aislado permite disponer de agua caliente en cualquier momento del día, aunque hay que tener en cuenta que es conveniente el consumo próximo a las horas de sol, para lograr las máximas temperaturas. Si el sistema se utiliza en la madrugada, el agua caliente del día anterior no logrará mantener una alta temperatura durante toda la noche, por lo que requiere ser calentada nuevamente.

Para el soporte de los tanques, se aprovechó la estructura del captador agregándole un pallet más como se puede apreciar en la siguiente imagen:



Figura 18. Prototipos fabricados en la Facultad de Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Es importante la fijación del mismo tanque a la estructura, para evitar cualquier tipo de caída. Para ello, se extendió con una madera el pallet vertical hasta la altura del tanque y se lo envolvió con alambre, que, a la vez, pasa por perforaciones en el borde del tanque. Para el uso del tanque acumulador, DelPack donó tambores de plástico de 200 litros aproximadamente y a los que se les debió agregar determinada aislación explicada más adelante.



Figura 19. Tanques para los Prototipos fabricados en la Facultad de Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

### Sistema de utilización

El sistema de utilización está conformado por el tanque de agua de red de la vivienda, la instalación de agua caliente y fría del hogar y por las acometidas. Estas últimas son las conexiones existentes entre el tanque de red y el sistema de acumulación y el sistema de acumulación y el colector. Conviene cubrir las acometidas con aislantes, ya que, durante el traslado del fluido desde el captador al tanque, los tubos se encuentran expuestos a la temperatura ambiente y pueden llegar a producirse pérdidas térmicas.



## Sistema de apoyo

El sistema de apoyo sirve para los días nublados, es decir para los días en que hay poca radiación solar. El calentador se puede conectar a los equipos preexistentes (calefón, termotanque a leña y gas) o se puede recurrir a una resistencia eléctrica. El mejor momento para utilizar el agua es por la tarde o noche. Estará más caliente cuantas más horas seguidas de sol haya recibido. Si durante varios días el colector no recibe radiación solar, por estar nublado, el agua no llegará a calentarse lo suficiente.

El apoyo consta de una resistencia en el tanque para generar el calor faltante y lograr la temperatura adecuada cuando el sistema no lo logra únicamente con energía solar. Esto implica aumentar costos ya sea en equipamiento y en electricidad.

Los sistemas de captación, acumulación, utilización y apoyo interaccionan entre sí mediante otra serie de elementos como las, tuberías y los elementos de regulación y control del fluido, acometidas como lo son las válvulas y las canillas. Por otro lado, son necesarios elementos de seguridad como válvulas de alivio o en su defecto un conducto de alivio que suple la función de la válvula y válvulas anti-retornos. Otras válvulas y elementos que intervienen o pueden intervenir en la instalación son:

- Llaves de paso: cierran o abren el paso de agua. Es necesario preverlas para realizar reparaciones sin necesidad de cortar toda la alimentación de agua.
- Recubrimientos aislantes: para limitar las fugas de calor por las tuberías y demás elementos del sistema.
- Purgadores: automáticos o manuales se sitúan en los puntos más elevados de los circuitos para extraer el aire.

El calentador de agua ecológico permite que las familias de bajos y medianos recursos se provean de agua caliente, sin la necesidad de poseer acceso al gas o a la electricidad. En épocas invernales, el sistema se puede acoplar a un termotanque o calefón formando así un sistema híbrido con el cual se pueden lograr grandes ahorros energéticos. La idea es que el colector solar disminuya la diferencia de temperatura entre el agua que ingresa del tanque de agua de red al termotanque o calefón.

## Costos

Se realizó una búsqueda exhaustiva de materiales de alta disponibilidad en el mercado, se diseñó y se dimensionó el colector solar, tratando que éste pueda ser lo más eficiente posible.

Insumos	Proveedores locales	Cantidad	Requisitos	8.400 ARS
Tubo de polietileno	Politub Paiplas	12m	Diámetro 1,5" Espesor K2	250 ARS
Accesorios "Te"	Politub Paiplas	22u	Diámetro 1,5" Tripe espiga Triple macho Polietileno	300 ARS
Codos	Politub Paiplas	2u	Diámetro 1,5" Polietileno	30 ARS
Adaptadores	Politub Paiplas	2u	Salida a caño roscado de 3/4"	40 ARS
Alambre	Ferretería local	5m	Galvanizado N° 14 o mayor	80 ARS
Madera	Maderera Juan B Justo		Fenólico industrial de eucalipto Espesor 18 mm Se puede optar por madera reciclada. Sumar cortes	2.000 ARS
	Aserradora Tulli Maderera San Francisco			100 ARS
Chapa	La Casa de las Chapas	1u	Galvanizada lisa N° 27 de 1,22 x 2,44	1.200 ARS
Tornillos	Ferretería local	70u	Auto-perforantes	100 ARS
Sellador	Ferretería local	1u	Siliconado	250 ARS
Vidrio	Montero Vidrios Blanco Vidrios Vidriería Calvo	1u	1,95x0,95 m2	1.400 ARS
Esquineros	Ferretería local	4u	Plástico o metal ambos funcionan	100 ARS
Telgopor	Capparelli S.A Aislaciones Mar del Plata; Nueva Era Aislantes	1u	2m x 1m	250 ARS
Pintura	Ámbito Del Centro Índigo	1u	Lata de medio litro Látex exterior negro	300 ARS
Tanque	Mercado libre	1u	Polietileno	1.000 ARS
Aislante	Mercado libre	1u	gomaespuma espuma de polietileno	200 ARS
Grampas para fijar parrilla al cajon	Ferretería local	1u		100 ARS
lona impermeable	Mercado libre	1u		300 ARS
pallets	Mercado libre	2u	200 c/U	400 ARS

Cuadro 8: Costos de cada material para la fabricación de un Colector en Marzo 2019

## **Funcionamiento**

Luego de ver cómo trabaja cada sistema independientemente, se puede proceder a explicar el funcionamiento del conjunto.

El sistema se basa en calentar agua a partir de la radiación del sol. Por lo cual, se crea un ambiente en donde gobierna el efecto invernadero, permitiendo al agua que circula en él, altas temperaturas. A partir de esto, el agua a medida que aumenta grados va perdiendo densidad, lo que genera que suba al tanque acumulador y el agua fría baje. A este fenómeno se lo denomina termosifón. Con esto, al encontrarse el colector a gran radiación, el agua comenzara a circular hasta lograr la que la temperatura del tanque sea igual a la del colector.

A la transparencia a la radiación se le llama transmitancia, a la capacidad de reflexión se le llama reflectancia y a la capacidad de absorción de la radiación se le llama absorbancia. La capacidad de emisión es la emitancia. Además, el colector deberá tener las siguientes cualidades:

- Su placa absorbente presente alta absorbancia a la componente visible, y
- poca emitancia infrarroja (es lo que se llama tratamiento selectivo).
- Estén bien aislados.
- Tengan una carcasa exterior resistente a los agentes atmosféricos.

Los colectores para aplicaciones de muy baja temperatura, como es la calefacción del vaso de las piscinas, pueden prescindir de la cubierta transparente, del aislamiento y de la carcasa, contando sólo con la placa absorbente. El rendimiento de un colector solar térmico viene dado por una expresión que tiene la forma matemática de una recta, y depende de la temperatura de trabajo, de la temperatura ambiente, de la intensidad de radiación incidente y de las características físicas y constructivas de los elementos que lo componen. Más adelante se verá el cálculo de la misma

### **Autoconstrucción asistida en el binomio productor-consumidor:**

Se trata de una metodología de trabajo donde el productor-consumidor es asesorado y acompañado durante todo el proceso por los restantes actores del Proyecto de Extensión. Se trata de un conjunto de actividades operativas y organizativas, social y equitativamente integradas, las cuales tienen como objetivo brindarles a las familias las herramientas, habilidades y conocimientos necesarios para que puedan construir su propio calentador y en un futuro próximo puedan ser capaces de transferir los conocimientos adquiridos. Para que esto pueda ser llevado a cabo se deben implementar una serie de proposiciones:

- Las familias no deben ser las únicas protagonistas de las decisiones, sino que todos los actores involucrados deben ser parte de ellas, promoviendo una distribución de poder equitativa y favorable.
- La gestión de la autoconstrucción debe dar solución a un conjunto de necesidades, pero a la vez insistir en la necesidad de modificar la situación conflictiva.
- Las necesidades y el diagnóstico de la solución deben partir desde las personas afectadas.

### **Experiencias en barrios:**

El primer taller barrial fue llevado a cabo en el Barrio Monte Terrabusi el 7 de julio del 2018, específicamente en el punto de encuentro social de la ONG “Asociación Civil Construyendo Bloques para la vivienda, la educación y alimentos de mi ciudad”. Dicha ONG fue fundada por Oscar Aguirre y su pilar es la promoción de ayuda y cooperación entre los vecinos del barrio. El taller barrial fue organizado por Oscar Aguirre, “Energías una Alternativa Social” y el Programa “Hábitat y Ciudadanía” de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño. El objetivo del taller se centraba en brindarles, a las familias del barrio y a los restantes partícipes, las habilidades y conocimientos necesarios para que en un futuro próximo puedan construir su propio calentador y sean capaces de transferir los conocimientos adquiridos a otras familias. La idea se centró en construir un

calentador de agua entre todos los partícipes del taller barrial, para luego ser instalado en el punto de encuentro social. Los materiales necesarios para la construcción fueron financiados por la compañía EDEA. Las herramientas fueron proporcionadas por la Facultad de Ingeniería de la UNMDP.

Se diseñaron folletos para realizar la difusión. Dichos folletos fueron publicados en las redes sociales y dispersado por las diferentes universidades de la ciudad. La convocatoria fue realmente exitosa asistieron alrededor de 50 personas, esto se debe a que por un lado Oscar Aguirre es visto como un fuerte referente y emprendedor barrial y por otro lado el Programa “Hábitat y Ciudadanía” posee una gran cantidad de seguidores debido a la vasta experiencia en el proceso de cogestión de viviendas a través de autoconstrucción asistida y la promoción de emprendimientos y herrería.

Previo al primer encuentro barrial, resultó necesario evaluar las condiciones estructurales y ambientales del lugar donde se realizaría la instalación del calentador. En el lugar no hay arboleda que provoque sombra sobre el calentador y el techo de la sede es amplio y resistente para sostener la estructura. El problema principal consistía en que el tanque de agua de red no contaba con una bajada de agua caliente. Para solucionar el inconveniente se contactó con el Programa “Hábitat y Ciudadanía”, quienes se comprometieron y efectivamente revirtieron la situación realizando las conexiones necesarias.

En el primer encuentro, se les explicó a los partícipes el objetivo del taller tal y como se detalló con anterioridad, haciendo hincapié en el potencial de este tipo de tecnología social. En el segundo encuentro, llevado a cabo el 14 de julio, los partícipes construyeron la parrilla y el contenedor resistente. Se explicó con detalle las medidas de prevención y protección para evitar posibles accidentes al manipular las herramientas. Por otro lado, se realizó a modo de actividad socio-integradora, una parrillada con el objetivo de fomentar el trabajo en equipo, la cooperación y el sentimiento de pertenencia. En el tercer encuentro, 21 de julio, se realizaron las terminaciones del colector es decir se colocó la placa aisladora, la chapa metálica y se unió la parrilla a través de grampas. En el último encuentro, se analizó en conjunto las condiciones infraestructurales de la vivienda y se razonó como debía ser conectado el sistema, respetando las alturas y conexiones para

su buen funcionamiento. Si bien se construyó satisfactoriamente el tanque acumulador, no se realizaron las conexiones entre los diferentes componentes del sistema hasta el mes de enero, ya que en aquel entonces era época invernal.

El taller barrial se llevó a cabo exitosamente, de los cuatro encuentros el 85% de los convocados presenciaron la totalidad del curso. Hoy en día Oscar Aguirre y varias familias del Barrio Monte Terrabusi cuentan con los conocimientos, experiencia y capacidades necesarias para conformar una Organización vecinal capaz de construir e instalar calentadores de agua ecológicos de placa plana.

Luego de la experiencia que se llevó a cabo en el barrio Monte Terrabusi, se dispuso a repetir la práctica en el barrio Nuevo Golf. En este caso, se decidió trabajar con el referente barrial Indalecio Pascua, dueño del Comedor "Ilusión de los Niños". El objetivo del taller seguía siendo el mismo: que las familias del barrio incorporen los conocimientos, saberes y habilidades necesarias para construir e instalar sus propios calentadores. Sin embargo, esta vez la organización y gestión del encuentro fue llevado a cabo sin la intervención del Programa "Hábitat y Ciudadanía. Se visitaron aproximadamente 35 hogares, se invitó a las familias a ser partícipes del taller y se les explicó el objetivo de los encuentros. Además, se repartieron folletos en los distintos espacios públicos del barrio para promover la presencia de las familias y asegurar una exitosa difusión.

La metodología del taller sería la misma que la llevada a cabo en el Barrio Monte Terrabusi, con la única diferencia de que luego de la construcción del calentador que se instalaría en el Comedor Ilusión de los Niños, se les ofrecerían a las familias realizar otros 4 encuentros adicionales (los mismos corresponderían al modelo de intervención propuesto) para poder acompañarlos en la construcción e instalación de su propio calentador. Para lograr este objetivo, era primordial la colaboración económica de EDEA, ya que, si bien el equipo incentivó a las familias en la búsqueda de materiales reciclables, ciertos componentes del colector como lo es el policarbonato deben ser adquiridos en excelentes condiciones.

Debido a las malas condiciones climáticas que acompañaron al primer encuentro, tuvo que ser suspendido ya que las calles del barrio se encontraban intransitables y resultaba

difícil llegar hasta el comedor. En estas condiciones el primer encuentro se pospuso una semana. Finalmente, llegado el día 6 de octubre, solo asistió una familia.

Luego de haber analizado todas las causas y posibles fallos, el equipo comprendió que el error principal radicaba en la selección del referente barrial. Para que el proyecto funcione y las familias asistan a los talleres, es necesario la correcta selección de los agentes involucrados. Es por ello, que se contactaron otras organizaciones públicas dentro del barrio como lo son comedores, merenderos, iglesias y escuelas. La mayoría de los dirigentes de dichos espacios públicos coincidían en que, si bien Pascua es una figura reconocida dentro del barrio, no posee la trayectoria suficiente en proyectos de esta índole a diferencia de Mario Peralta. Mario Peralta ha trabajado con muchísimas familias del barrio para promover la seguridad y la calidad de vida que merecen los vecinos. Mario Peralta como referente barrial, dirige y coordina la Sociedad de Fomento del barrio y “La Trinchera”, esta última organización es un punto de encuentro un poco más político en comparación de la primera la cual se caracteriza por ser un encuentro vecinal que promueve soluciones ante inconvenientes cotidianos que atraviesan los integrantes del barrio.

Otro punto para destacar: el 45% de las personas que asistieron a los encuentros del barrio Monte Terrabusi eran de clase media que no necesariamente pertenecían al barrio en que se realizó el taller, sino que fueron desde vecindarios lejanos motivados por la temática de energías limpias, y dispuestos a aprender a fabricar e instalar su propio calentador. Dichas personas eran seguidoras de las diferentes actividades llevadas a cabo por el Programa “Hábitat y Ciudadanía”.

A pesar de las dificultades, transcurridos unos días, la ONG SuperTenedores se comunicó con el autor. Uno de los dirigentes ofreció financiar la construcción de 20 calentadores que luego debían ser instalados en los distintos barrios en los que la ONG colabora. El equipo propuso realizar los talleres planificados basados en la autoconstrucción asistida, siendo SuperTenedores el proveedor de los materiales y herramientas necesarias para la construcción e instalación de los calentadores. La idea fue aceptada con muy buena predisposición.

SuperTenedores conoce toda la trayectoria del Sr. Mario Peralta en el Barrio Nuevo Golf ya que han trabajado en conjunto más de una vez. El proyecto propuesto consta de las siguientes características: por empezar el taller será llevado a cabo en el comedor "Dulces Sonrisas". El Programa "Hábitat y Ciudadanía" firmó un convenio con el Ministerio de Desarrollo Social de la Provincia de Buenos Aires para que "Dulces Sonrisas", además de un comedor, sea una "Casa de encuentro comunitario". Con la ampliación física del comedor se busca crear un espacio en cual se puedan trabajar cuestiones sociales del barrio. Este proyecto busca incorporar psicopedagogos, psicólogos, y otros profesionales capaces de colaborar con la causa. La idea, acordada entre los actores involucrados, consta en construir junto con las familias un solo calentador, a lo largo de 4 encuentros, que luego será instalado en conjunto con los vecinos en otro espacio social como lo es La Trinchera u otro merendero o comedor ya que "Dulce Sonrisas" contará con calentadores eléctricos. En dichos encuentros se pretende que todos los asistentes incorporen los conocimientos necesarios para que el día de mañana sean capaces de construir e instalar su propio calentador. Si bien los encuentros serán dirigidos por los partícipes del Grupo de Extensión "Energías una Alternativa Social", se buscará capacitar con exhaustividad a líderes barriales, como lo es Mario Peralta, para que él mismo pueda ser quien dirija posibles y futuros talleres barriales.

La solución fundamental para la problemática del agua caliente debería incluir al Estado. Según el Ministerio de Salud de la Nación (2016) el derecho a la salud como obligación estatal surge de los artículos 33, 41, 42, 43 y 75 incisos 22 y 23 de la Constitución Nacional (CN). El primero reconoce los derechos implícitos, entre los cuales está el derecho a la salud. El segundo establece el derecho de "Todos los habitantes [...] a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras", prohíbe "...el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de [...] radiactivos", e impone a las autoridades la obligación de proteger este derecho. El tercero pone en cabeza de las autoridades la protección de la salud de los consumidores y usuarios de bienes y servicios. El cuarto



reconoce el amparo como carril procedimental para hacer valer –entre otros– el derCAsecho a la salud ante su vulneración.

### Ensayos:

Luego de la construcción de los dos prototipos de colectores solares se comenzaron a realizar pruebas sobre los mismos. Las mismas buscan ver que orientación al sol es la adecuada, la resistencia de los materiales a las condiciones climáticas, los meses de uso y obviamente las temperaturas que logra alcanzar este sistema en la ciudad de Mar del Plata para determinados meses.

Para analizar el Angulo de mayor eficiencia, se tomaron en cuenta dos variables:

- Incidencia de la luz solar
- Fenómeno de Termosifón

Por un lado, cuanto mas perpendicular se encuentre el colector del sol, mayor eficiencia va a tener la captación de calor, ya que, al poseer cada vez un ángulo más desviado al perpendicular al sol, el rayo rebota menos en el colector, dejando menor energía, como se ve en la imagen 5, que se aprecia la situación para un colector solar típico, donde inicialmente se transmite una cantidad de energía solar, se absorbe parte y se refleja de nuevo hacia la cubierta.

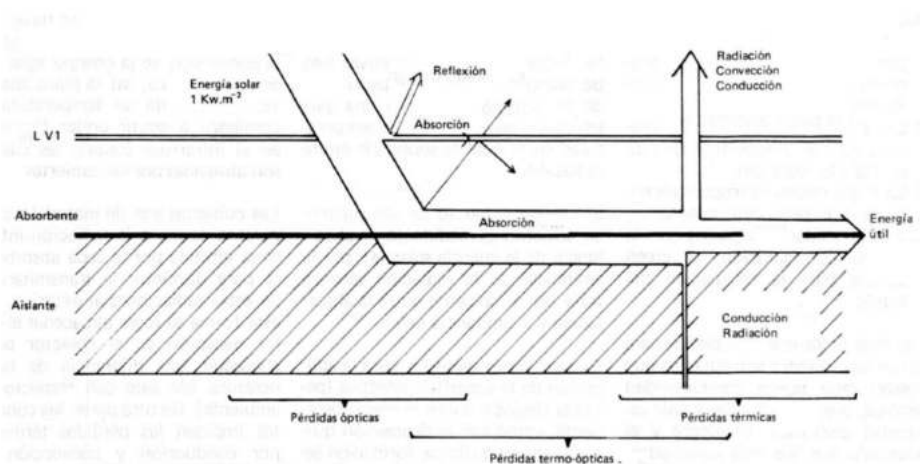


Figura 20. Pérdidas de un sistema de captación solar

Fuente: Grupo de Ingeniería Solar de la Universidad Nacional de Bogotá

El ángulo recomendado que debería utilizarse en la ciudad de Mar del Plata de acuerdo a su latitud ( $\phi = 38$  grados) es:

$$\text{Ángulo óptimo} = \phi = 38^\circ C$$

En cuenta al fenómeno de Termosifón, cuanto más vertical se encuentre el dispositivo, mayor facilidad tendrá este fenómeno en desarrollarse. Por lo cual, hay que encontrar un equilibrio entre ambos.

Del artículo “Colector solar de placa plana” desarrollado por Fernando Mesa Claros, se pudo extraer curvas de rendimientos de un colector de acuerdo a su orientación.

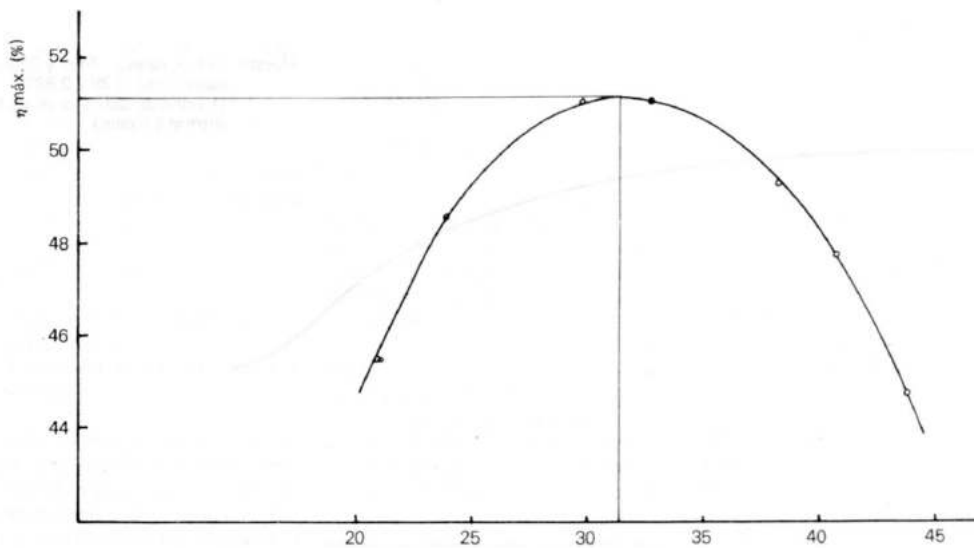


Figura 21. Obtención del ángulo óptimo.

Fuente: “Colector Solar de Placa Plana” Fernando Mesa Claros.

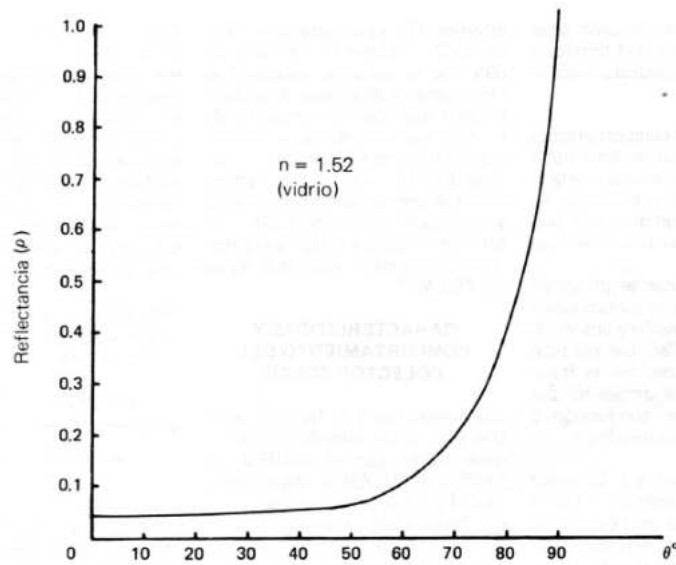


Figura 22. Angulo de incidencia.

Fuente: "Colector Solar de Placa Plana" Fernando Mesa Claros.

En las mismas se puede ver como el rendimiento aumenta a medida que nos acercamos a los 32 grados centígrados aproximadamente. Y en cuanto a la reflectancia, se puede ver que a partir de los 40 grados ya el valor aumenta de manera notoria.

En la siguiente figura (23) se puede apreciar el rendimiento de acuerdo con el tipo de colector que estemos analizando, ya sea por el material o por la distribución de los mismos.

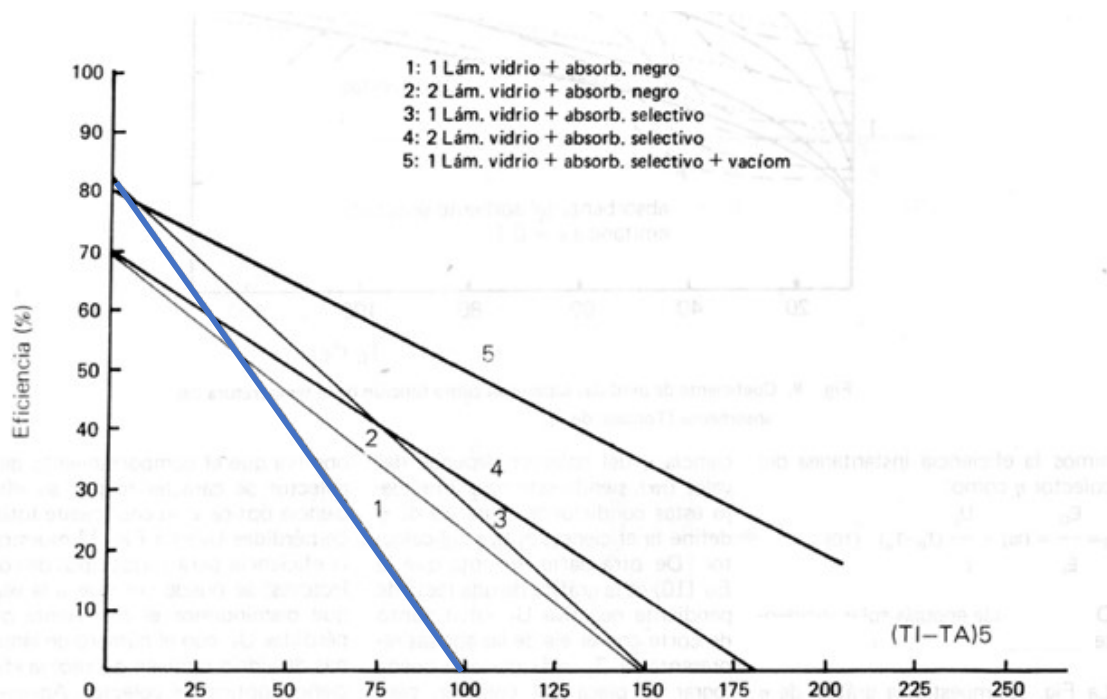


Figura 23. Eficiencia de diferentes tipos de colectores

Fuente: Grupo de Ingeniería Solar de la Universidad Nacional de Bogotá

Por lo tanto, para aprovechar el máximo de cada fenómeno, el ángulo de inclinación que se tomó en este proyecto es de 45°. Donde buscamos más eficiencia en la radiación que alcanza el colector que la del fenómeno de termosifón.

Un modelo adecuado de análisis térmico de un colector de placa plana puede considerar las siguientes hipótesis simplificadoras:

- El colector está térmicamente aislado en estado estacionario
- La caída de temperatura entre la parte superior e inferior de la placa es despreciable
- El flujo térmico se puede considerar monodimensional, tanto a través de las cubiertas, como de los aislamientos laterales
- Los cabezales que conectan los tubos cubren solamente una pequeña superficie de la placa colectora y proporcionan un flujo térmico uniforme a los tubos

- El cielo se puede considerar como si fuese una fuente térmica equivalente a un cuerpo negro, en lo que respecta a la radiación infrarroja, a una temperatura del cielo equivalente

- Se supondrá que la radiación sobre la placa plana absorbente del colector es uniforme

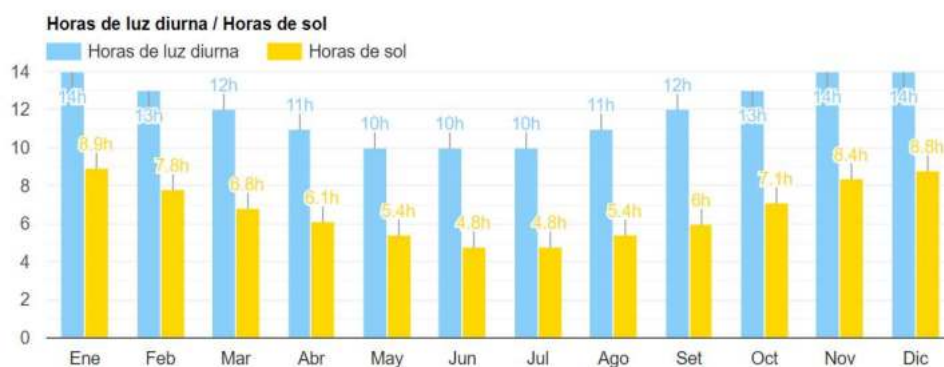
Si la superficie inferior del colector está bien aislada, la mayor parte de las pérdidas al exterior se producen a través de su superficie superior, es decir, a través de la cubierta que constituye la ventana del colector; el calor se transfiere entre la cubierta y la placa de vidrio por convección y radiación.

### Meses de Uso:

La velocidad de calentamiento del agua de un Colector solar es proporcional a la radiación solar disponible. Es decir, cuanto más radiación exista, a mayor velocidad se va a calentar el agua. Por esto, los días que estén nublados, por más de que el sol no se proyecte directamente en el colector, el sistema funcionara igual (a menor velocidad).

El índice Ultravioleta es una medida que sirve para predecir la intensidad con la que la radiación UV solar alcanza la tierra.

Luz diurna media / Promedio de insolación Buenos Aires, Argentina

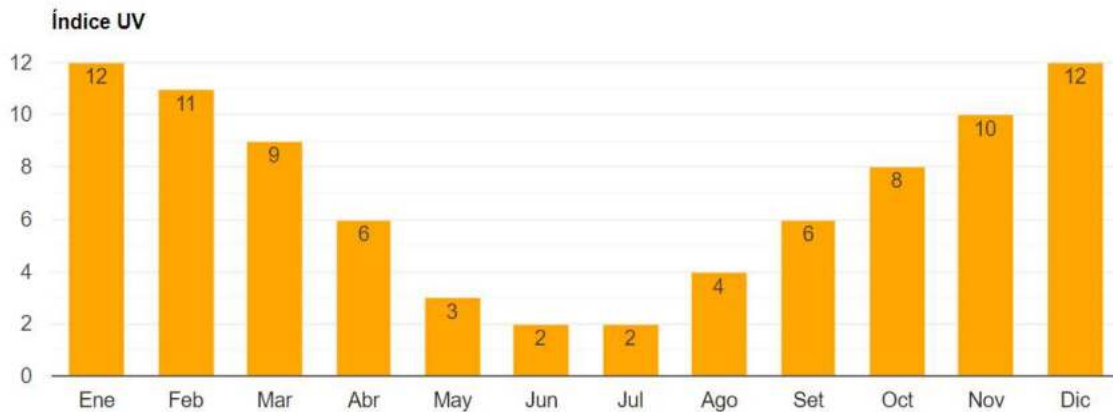


Luz diurna media en enero: **14h**  
Luz diurna media en febrero: **13h**  
Luz diurna media en marzo: **12h**  
Luz diurna media en abril: **11h**  
Luz diurna media en mayo: **10h**  
Luz diurna media en junio: **10h**

Luz diurna media en julio: **10h**  
Luz diurna media en agosto: **11h**  
Luz diurna media en septiembre: **12h**  
Luz diurna media en octubre: **13h**  
Luz diurna media en noviembre: **14h**  
Luz diurna media en diciembre: **14h**

Figura 24: Luz diurna media en Buenos Aires

Fuente: Weather Atlas <https://www.weather-arg.com/es>



Promedio del índice UV en enero: **12**  
Promedio del índice UV en febrero: **11**  
Promedio del índice UV en marzo: **9**  
Promedio del índice UV en abril: **6**  
Promedio del índice UV en mayo: **3**  
Promedio del índice UV en junio: **2**

Promedio del índice UV en julio: **2**  
Promedio del índice UV en agosto: **4**  
Promedio del índice UV en septiembre: **6**  
Promedio del índice UV en octubre: **8**  
Promedio del índice UV en noviembre: **10**  
Promedio del índice UV en diciembre: **12**

Los meses con el índice UV más alto son **Enero** y **Diciembre** (Índice UV 12). Los meses con el índice UV más bajo son **Junio** y **Julio** (Índice UV 2).

Figura 25: Promedio de índice UV en Buenos Aires

Fuente: Weather Atlas <https://www.weather-arg.com/es>

### Medición de temperaturas:

Se tomaron las temperaturas de siete puntos diferentes para analizar el comportamiento del colector, además de la temperatura ambiente. Para ello se utilizó un termómetro con sonda para temperaturas de líquidos y el infrarrojo para temperaturas de superficies.

Temperaturas del Tanque:

Con la sonda se midieron tres temperaturas: en la base del tanque a la que llamaremos "Inferior", a la mitad de este, "Medio" y en la parte mas cercana a la superficie, "Superior".

Temperaturas del Colector:

Dentro del captador: se tomaron temperaturas a la salida y a la entrada del fluido.

Por otro lado, se mide la misma dentro del captador del aire y de la superficie del captador por fuera:

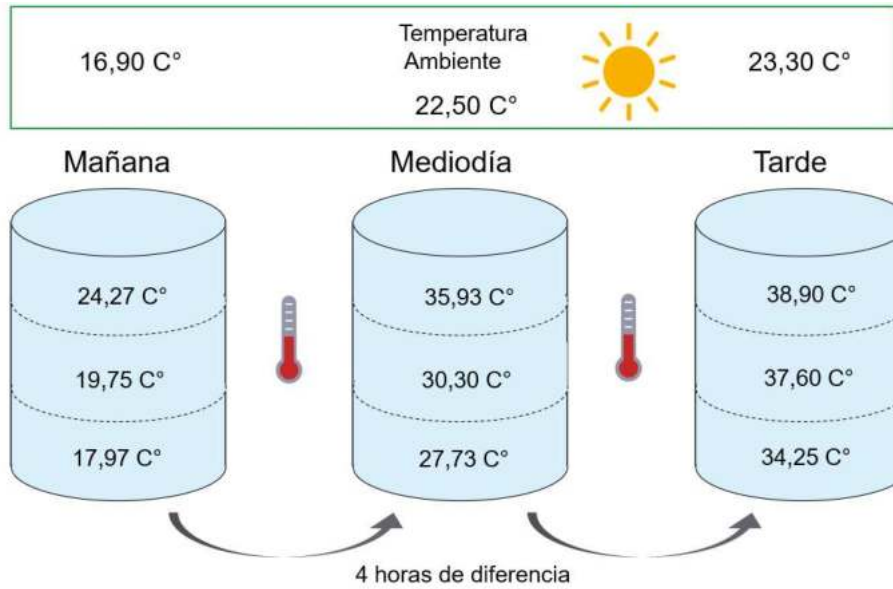


Figura 26: Termómetro con Arduino

Temperaturas promedio medidas en diciembre 2018:

	Témporatura (°C)							
	Tanque (sonda)			Colector (infra)		Panel	Exterior	
	Inferior	Medio	Superior	Entrada	Salida	Dentro	Superficie	Ambiente
Mañana	17,97	19,75	24,27	21,30	24,23	30,75	21,85	16,90
Mediodia	27,73	30,30	35,93	28,03	40,07	38,57	26,60	22,50
Tarde	34,25	37,60	38,90	25,60	30,85	30,10	20,50	23,30

A partir de esto podemos ver que la temperatura mayor se logra luego del mediodía, cuando el colector estuvo expuesto al sol más horas. Por lo tanto, se sugiere el uso del agua a la tarde. Las temperaturas están sujetas a variables externas al colector, ya sea por la temperatura ambiente, por la humedad, las nubes existentes y el viento entre otras.



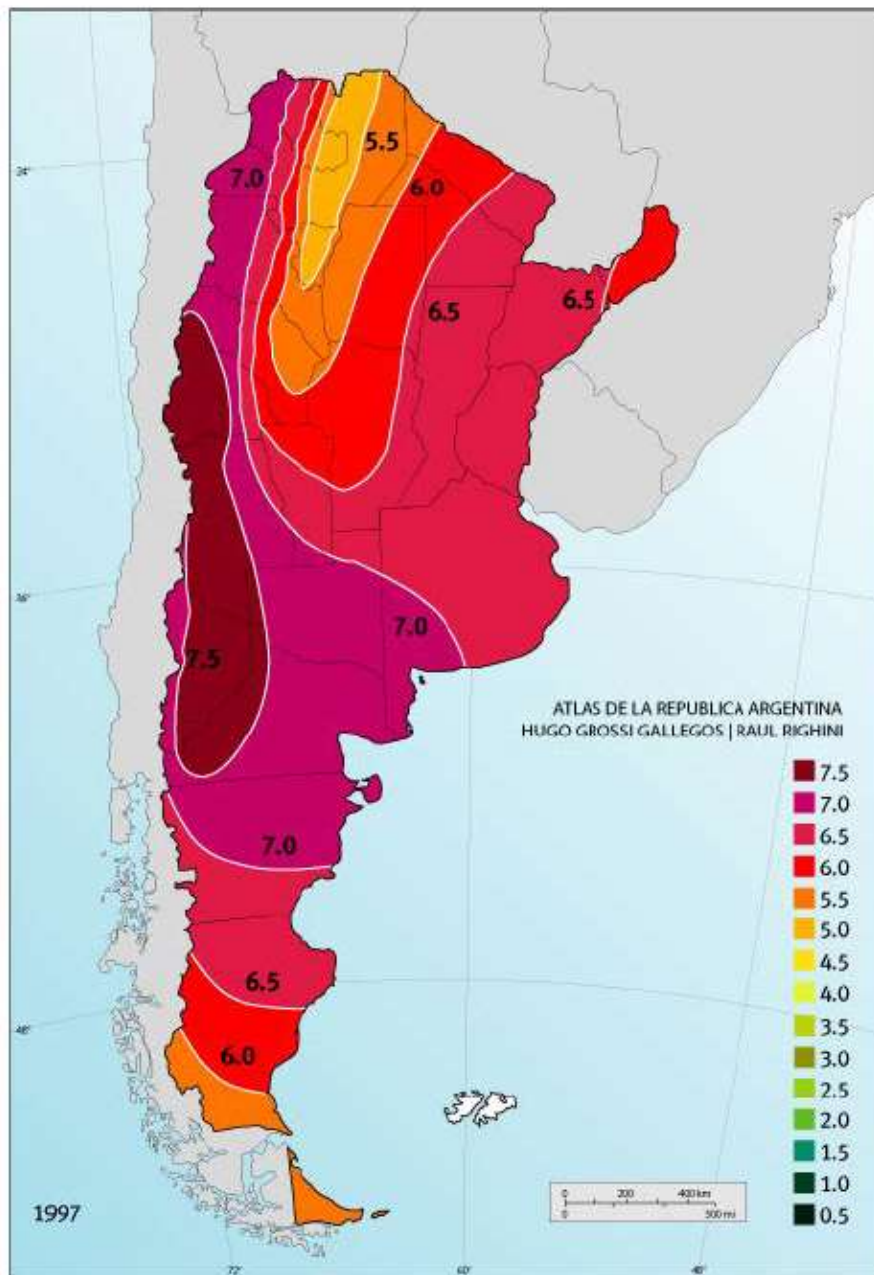
Recordando que la temperatura superior es la que desemboca en la ducha, la tomamos como referencia y vemos los cambios de temperatura de esa sección.

Retomando el calculo de eficiencia ahora que sabemos las temperaturas de entrada, salida y la del ambiente.

Para ver la irradiación en el período de extracción de las muestras acudimos a los datos de la subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética.



## DICIEMBRE



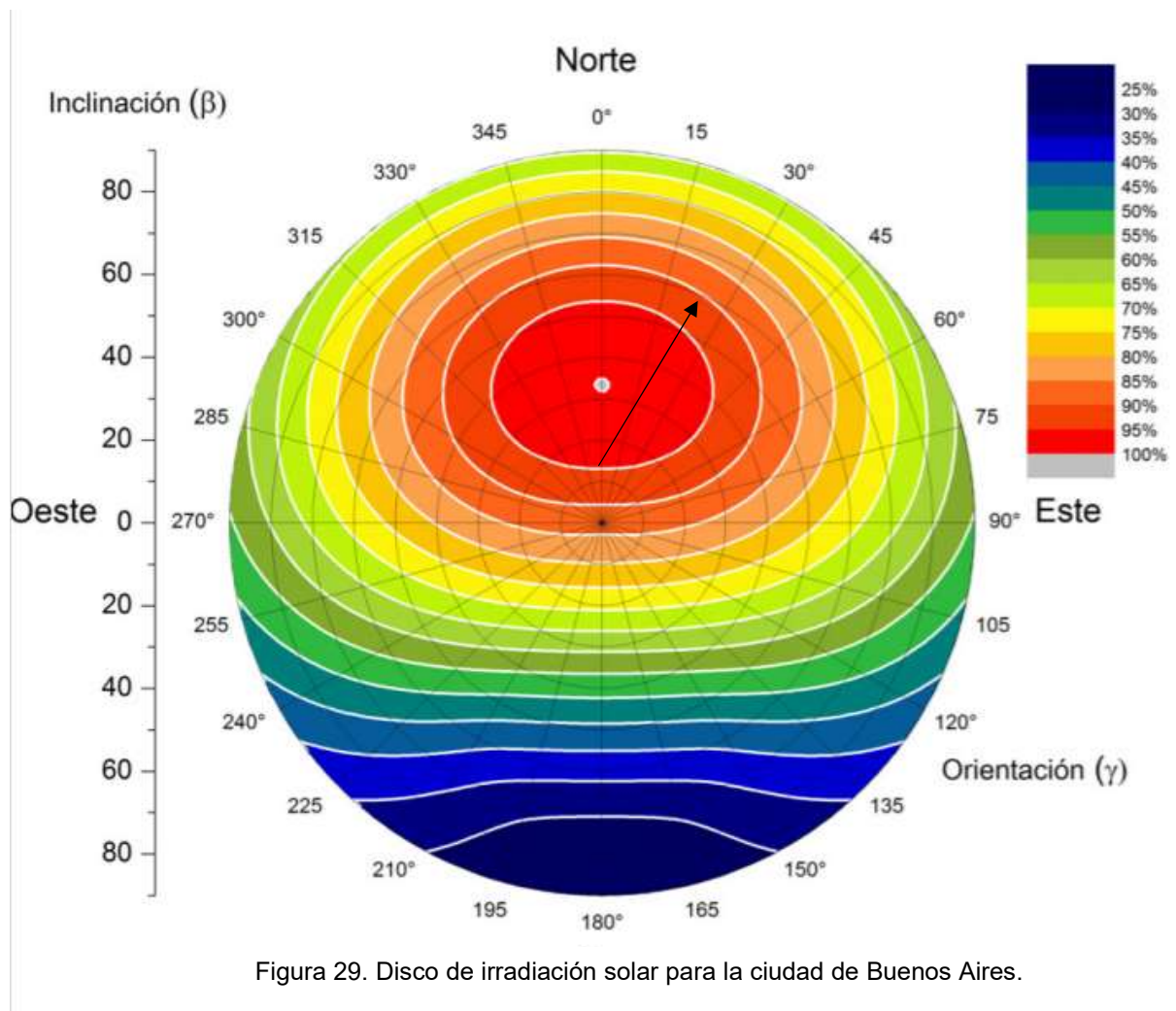
Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética

Figura 28. Mapa de irradiación Global sobre el plano horizontal

Fuente: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Dando en la ciudad de Mar del Plata, una irradiación aproximada de 6,5 kWh/m<sup>2</sup>.

Para un plano inclinado debemos utilizar las tablas de transposición para diferentes orientaciones e inclinaciones. Para el uso de estas se requiere el ángulo de inclinación (45°) y el de orientación que es aproximadamente 30°.



Fuente: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

TABLA 3 - R = H<sub>h</sub>/H Latitud = 34°55'  
Acimut = +30°

Provincia : Buenos Aires

$\beta^\circ$	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
0	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99
5	1,00	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,07	1,05	1,02	1,01	1,00	1,00	1,03
10	0,99	1,01	1,04	1,08	1,13	1,16	1,14	1,10	1,05	1,02	1,00	0,99	1,06
15	0,99	1,01	1,05	1,11	1,19	1,24	1,21	1,14	1,07	1,02	0,99	0,98	1,08
20	0,97	1,01	1,06	1,14	1,24	1,30	1,27	1,18	1,09	1,02	0,98	0,96	1,10
25	0,96	1,00	1,06	1,17	1,29	1,36	1,32	1,21	1,10	1,01	0,97	0,95	1,12
30	0,93	0,98	1,06	1,18	1,33	1,41	1,36	1,23	1,10	1,00	0,95	0,92	1,12
35	0,91	0,97	1,05	1,19	1,36	1,46	1,40	1,25	1,10	0,99	0,92	0,90	1,12
40	0,88	0,94	1,04	1,19	1,38	1,49	1,42	1,26	1,09	0,97	0,90	0,86	1,12
45	0,85	0,92	1,02	1,19	1,40	1,51	1,44	1,26	1,08	0,94	0,86	0,83	1,11
50	0,81	0,88	1,00	1,18	1,40	1,53	1,45	1,26	1,06	0,92	0,83	0,79	1,09
55	0,77	0,85	0,97	1,16	1,40	1,54	1,45	1,24	1,03	0,88	0,79	0,75	1,07
60	0,73	0,81	0,94	1,14	1,39	1,53	1,45	1,23	1,00	0,85	0,75	0,71	1,04
65	0,69	0,77	0,90	1,11	1,37	1,52	1,43	1,20	0,97	0,81	0,71	0,67	1,01
70	0,64	0,73	0,86	1,08	1,34	1,50	1,41	1,17	0,93	0,77	0,66	0,62	0,98
75	0,60	0,68	0,82	1,03	1,31	1,47	1,37	1,13	0,89	0,72	0,62	0,58	0,93
80	0,55	0,63	0,77	0,99	1,26	1,43	1,33	1,08	0,84	0,67	0,57	0,53	0,89
85	0,51	0,59	0,72	0,94	1,21	1,38	1,28	1,03	0,79	0,62	0,53	0,49	0,84
90	0,46	0,54	0,67	0,88	1,16	1,32	1,22	0,98	0,74	0,58	0,48	0,44	0,79

Figura 30. tablas de transposición para diferentes orientaciones e inclinaciones de Buenos Aires.

Fuente: Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Se seleccionó la tabla de la figura 30 ya que corresponde a la orientación de 30°, luego se cruzó los 45° de inclinación con el mes de Diciembre, dando así un factor de corrección del 0,83.

Por lo cual, la Irradiación es de  $6,5 \text{ kWh/m}^2 * 0,83 = 5,4 \text{ kWh/m}^2$

Entonces:

Dato inicial:

Dato Final:

Temp amb: 16,9° C

Temp Amb: 23,30° C

Temp agua superior: 24,27° C

Temp agua superior: 38,9° C

$$\frac{T_m - T_a}{I} = \frac{(T_2 - T_1) - T_a}{I} = \frac{(T_2 - T_1)/2 - T_a}{I} = \frac{(38,9^\circ\text{C} + 24,27^\circ\text{C}/2) - (23,3^\circ\text{C} + 16,9^\circ\text{C})/2}{5,4 \text{ kWh/m}^2}$$

$$= \frac{31,58^\circ\text{C} - 20,1^\circ\text{C}}{5400 \text{ Wh/m}^2} = 0,0021$$

Recordamos la pendiente de pérdidas:

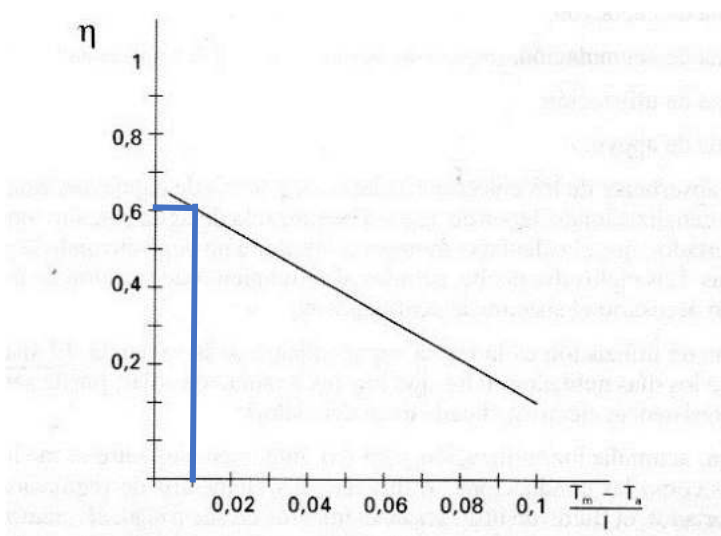


Figura 27. Curva de rendimiento de un colector solar térmico

Fuente: "Colectores solares" Instalaciones termodinámicas Facultad de Ingeniería

Entrando al gráfico con 0,0021 del cálculo anterior, no da una eficiencia del 61%. Teniendo en cuenta que los Colectores solares tienen una eficiencia aproximada del 70%. Considerando los ahorros que conlleva la construcción de un equipo como este de manera artesanal y con materiales reutilizados, la eficiencia lograda es un excelente resultado.

## **CONCLUSIÓN**

El objetivo del trabajo es abordar el problema social de la pobreza crónica o estructural desarrollando un sistema capaz de fabricar e instalar calentadores de agua ecológicos de forma sencilla y de bajo costo. Además, se busca concientizar a la gente acerca del consumo innecesario de energía y los gastos que conlleva.

Se aprovecharon todos los recursos disponibles online como libros, pdf, videos y proyectos acerca de energías alternativas para realizar este estudio en gran profundidad de los colectores de placa plana.

Se logró una buena investigación acerca de este tipo de dispositivos como son los colectores solares, que como se ha dicho, esta tecnología de energías renovables o limpias es poco aprovechada en Argentina, la cual, con un estudio en profundidad, las personas podrían aprovecharla de la mejor manera posible.

En la actualidad, existe la visión de que el ingeniero sea socialmente responsable; lo que significa que sea más humanístico y que mayormente sus actividades están orientadas precisamente hacia al servicio del hombre. El ingeniero con su capacidad de decisión en temas territoriales, de transportes y equipamientos, termina siendo un actor y facilitador social que trabaja bajo una conciencia comunitaria e incide de una forma directa en la vida social y económica. Por ello, a pesar de que al principio mi conocimiento del tema era limitado, estaba convencido de que desde la formación que habíamos adquirido necesitábamos involucrarnos y tener una participación activa en eso que considerábamos una problemática.

La selección y adaptación del método constructivo del calentador requirió de un análisis profundo para contemplar los recursos, las personas y sus necesidades. La evaluación y selección de los prototipos de calentadores fue llevada a cabo a través del Proyecto de Extensión “Energías, una alternativa social” en la Facultad de Ingeniería. Los procesos constructivos, procedimientos finales y las técnicas e instrumentos para la administración del trabajo en comunidades surgieron como resultado de la puesta en común de conocimientos interdisciplinarios con profesores, estudiantes de otras ramas ingenieriles, empresas, micro emprendedores barriales y vecinos.

Los materiales analizados fueron seleccionados en función al siguiente lema: asegurar la eficacia del sistema a través de la utilización de materiales económicos. Así como se podrían haber elegido materiales de un costo mucho más elevado que permitieran llegar a mayores temperaturas, se eligió trabajar con materiales económicamente accesibles y/o reciclados disminuyendo considerablemente la eficiencia del colector. Buscando un diseño que cualquier persona puede construir sin ningún problema.

Como principal objetivo de este proyecto, se pudo demostrar que el colector puede ser construido con poco presupuesto y más si se utilizan materiales reciclados. El costo total fue de \$8.400 pesos argentinos. Mientras que en el mercado rondan en un precio de \$20.000 pesos argentinos.

Se analizaron dos alternativas posibles a implementar para la solución de la problemática planteada. Luego de un análisis cuantitativo y cualitativo llevado a cabo en el Proyecto de Extensión "Energías, una alternativa social" en la Facultad de Ingeniería, se llegó a concluir que el método constructivo que más se ajusta a la problemática sobrellevada por las comunidades en estado de vulnerabilidad es el calentador de placa plana.

Hay que recalcar que el uso de los colectores solares de placa plana está limitado por la temperatura que pueda alcanzar la placa absorbente, bajo unas condiciones dadas para una necesidad específica pues, como se sabe, a medida que la diferencia de temperaturas entre la placa y el ambiente disminuye, crece la eficiencia del colector.


También puede concluirse que se necesita más investigación en el ramo de las superficies selectivas para mejorar la absorción de la placa absorbente aumentando así la eficiencia. Basta decir que los colectores son de tipo modular; o sea que permiten hacer combinaciones en serie o en paralelo de varios módulos para un sistema determinado.

## BIBLIOGRAFIA

- Coeficientes de Aislación térmica  
<http://www.arquimaster.com.ar/articulos/articulo410.htm>
- DONNA C.S.SUMMERS. Estudio de los procesos, Capitulo 9 (Administración De La Calidad).
- GAZADA, M. (2007) La economía solidaria como forma de organización económica alternativa al sistema capitalista global. Universidad de Barcelona, Master de Globalización, Desarrollo y Cooperación. Extraído el 2 de Septiembre de 2018  
[http://base.socioeco.org/docs/eco\\_solidaria\\_cas.pdf](http://base.socioeco.org/docs/eco_solidaria_cas.pdf)
- GOBIERNO DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES. (2017) Indicadores de condiciones de vida de los hogares en 31 aglomerados urbanos. INDEC. Extraído el 24 de junio de 2018,  
[https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/eph\\_indicadores\\_hogares\\_01\\_18.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/eph_indicadores_hogares_01_18.pdf)
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. (2013) Termotanque solar de agua: construcción de tecnologías apropiadas.
- ISPIZUA, J. y MELIAN, I. (2016) Diseño de un sistema para la fabricación comunitaria de bloques constructivos. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería. Extraído el 4 de Marzo de 2018,  
[http://www.dii.fi.mdp.edu.ar/campus/pluginfile.php/14133/mod\\_resource/content/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20comunitaria%20de%20bloques%20constructivos.pdf](http://www.dii.fi.mdp.edu.ar/campus/pluginfile.php/14133/mod_resource/content/1/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20comunitaria%20de%20bloques%20constructivos.pdf)
- JULIÁN SALAS, GUADALUPE SALAZAR, MAGDA PEÑA. (1968) Una propuesta esquemática para el análisis de la autoconstrucción en Latinoamérica como fenómeno masivo y plural.
- MADARIAGA, H. y LONGHI, F. 2007. Vinculación entre las diferenciaciones socioeconómicas y estructuras de acceso de la población a bienes y servicios. Norte Grande y Argentina, 2001. Primer Congreso de Universidades Nacionales, Río Cuarto, 5 al 7 de Junio de 2007.
- M. IBAÑEZ PLANA, J.R. ROSELL POLO, J.I. ROSELL URRUTIA. (2005)

- PERELLÓ, D. y FASULO, A. (2001) Comparación de las transmitancias de policarbonatos y vidrio. Laboratorio de Energía Solar, Universidad Nacional de San Luis. Extraído el 26 de agosto de 2018, <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2001/2001-t008-a026.pdf> RODRIGUEZ PEREZ, José: "Empresas de Trabajadores o convidados de Piedra?", Ediciones Norland, Bs As., 1994.
- SENGE, Peter M. (1992). La quinta disciplina. Buenos Aires. Ediciones Juan Granica S. A.
- SUSMEL, NURIA. (2012). Pobreza, desigualdad de oportunidades y políticas públicas. Capítulo Argentina. (páginas 8-19). América Latina – Río de Janeiro. Fundación Konrad Adenauer Stiftung.
- THOMAS, HERNÁN. (2009). De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. Conceptos / estrategias / diseños / acciones. Ponencia presentada en la 1ra Jornada sobre Tecnologías Sociales, Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS)-MINCYT, Buenos Aires.
- Instalaciones Termomecánicas, Facultad de Ingeniería.  
<https://sites.google.com/site/instalacionestermomecanicasmdp/>
- Guía del recurso Solar – Subsecretaria de Energías Renovables y Eficiencia Energética – Secretaria de Energía – Ministerio de Hacienda Presidencia de la Nación. ISBN 978-987-47110-1-4
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COLECTOR SOLAR CON BOTELLAS RECICLABLES PET Y ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTROS COLECTORES. Auber Alonso Camargo Macías



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

## 1. OBJETIVO

El presente instructivo determina los pasos a seguir para la construcción del sistema de captación, componente principal del colector de agua ecológico de placa plana.

## 2. ALCANCE

Se aplica para el proceso de fabricación de colectores de placa plana destinado al aumento de temperatura del agua sanitaria. El tamaño del colector es de 2m x 1m, con capacidad de 15 litros en su cuerpo.


## 3. RESPONSABLES

En la Cooperativa de Trabajo se deberá propiciar la rotación de puestos y tareas en pos de ideales cooperativos, que se caracterizan por la preeminencia de relaciones sociales de tipo horizontal. Es por ello que todos los integrantes de la Cooperativa deberán capacitarse para realizar cualquier tipo de tareas implicadas en la construcción del calentador.

## 4. DESARROLLO

### 4.1. Fabricación de la parrilla:

- Cortar los tubos de polietileno de diámetro 1,5" de espesor K2 con una sierra o serrucho: se debe cortar 12 piezas de 75 cm de largo y 22 piezas de 9,5 cm de largo. Utilizar una cinta métrica para proveer medidas exactas. Lijar bordes para facilitar el montaje.
- Unir a presión manual los tubos cortados: En primer lugar calentar los tubos con agua hirviendo o con una pistola de calor. Es necesario ablandar el polietileno para poder manipularlo con facilidad. Se deben colocar a presión, en serie 11 tubos de 9,5 cm de largo unidos por 10 T machos y dos codos, uno en cada extremo de forma alternada. Luego unir las T con los tubos de 75 cm de largo. En las figuras 1 y 2 se puede observar un esquema del montaje explicado la secuencia correcta de tubos, T y codos.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

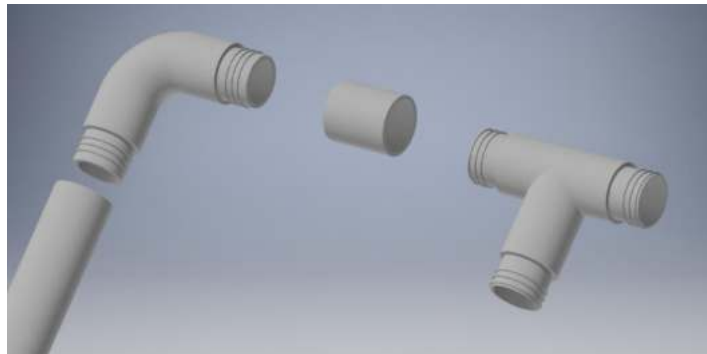


Figura 1. Unión de codos y T con los tubos de polietileno  
Fuente: elaboración propia

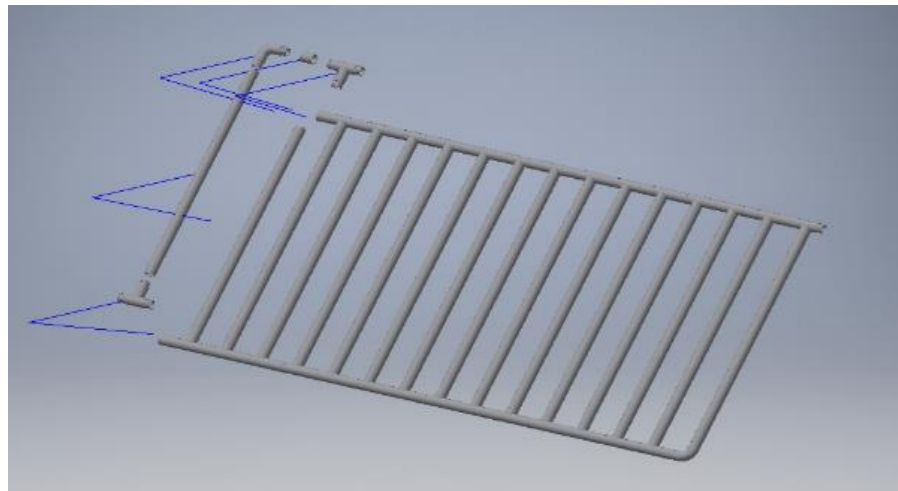


Figura 2. Montaje de la parrilla  
Fuente: elaboración propia

- Asegurar las uniones: utilizar alambre galvanizado número 14 (también puede ser más grueso) cortando tramos de aproximadamente 35 cm. Recorrer con el alambre el perímetro exterior del tubo cercana a la T para evitar pérdidas de caudal utilizando pinza o tenaza. Es viable la utilización de abrazaderas, que se muestran en la figura 3, aunque su costo es mayor.



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		



Figura 3. Abrazadera para facilitar la colocación (alambre con tornillo)  
Fuente: elaboración propia

#### 4.2. Fabricación de contenedor

- Cortar la placa de madera: comercialmente la madera se puede conseguir en planchas de 2,44m x 1,22m y espesor 0,18 cm. Se recomienda utilizar madera de tipo fenólico por su resistencia al agua. Se requiere dos laterales de 2x0,09 m, dos laterales de 0,950x0,09 m y una base de 2m x 1m, como se observa en la figura. Cortar madera con una caladora, utilizando guantes y anteojos de protección.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

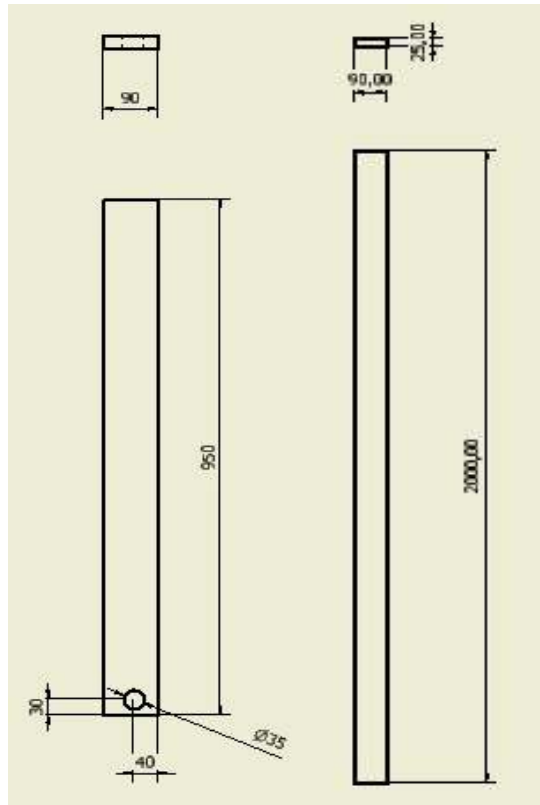



Figura 4. Maderas laterales de contenedor  
Fuente: elaboración propia

- Cortar madera para soporte de vidrio: cortar 20 maderitas de 8 cm de alto y espesor a elección utilizando la madera restante del paso anterior, que serán distribuidas en el contorno interior del cajón para luego sostener al vidrio. Existen diferentes opciones para esta etapa, pero la idea es reciclar la madera restante de los cortes.
- Agujerear la madera para uniones: los laterales deben agujerarse en 4 de sus caras como indica la figura 5. Por un lado, las áreas laterales más chicas deben tener un agujero a 6 cm de altura en el medio, lo que permitirá la unión entre laterales. Luego, la base inferior de la madera lateral debe tener agujeros cada 24 cm aproximadamente en el medio para su unión con la

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
<p>Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico</p>		

base. El área más grande, debe ser agujereada cada 25 cm a una altura de 4.5 cm en donde se colocarán los soportes del vidrio. Los contornos de la base deben ser agujereados cada 24 cm a 0.9 cm del límite permitiendo la inserción de tornillos. Para la agujereadora utilizar mecha número 3 y tornillo acorde de longitud 5 cm, por lo cual, cada agujero debe lograr los 5 cm de profundidad.

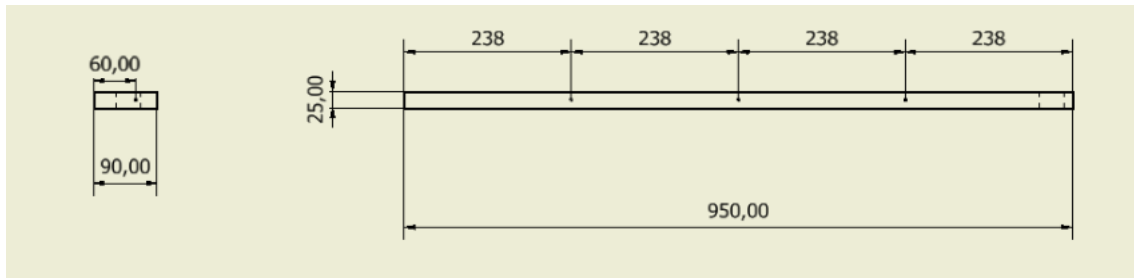


Figura 5. Disposición de los agujeros necesarios  
Fuente: elaboración propia

- Agujerear la madera para salida de tubo: los laterales más cortos deben poseer un agujero de 35 cm de diámetro, como indica la figura 6. Para ello, se debe utilizar un agujereadora de mecha 3, guiándola sobre el contorno del círculo marcado en la madera. El mismo debe ubicarse a 40,05 cm de extremo a la mitad de altura.

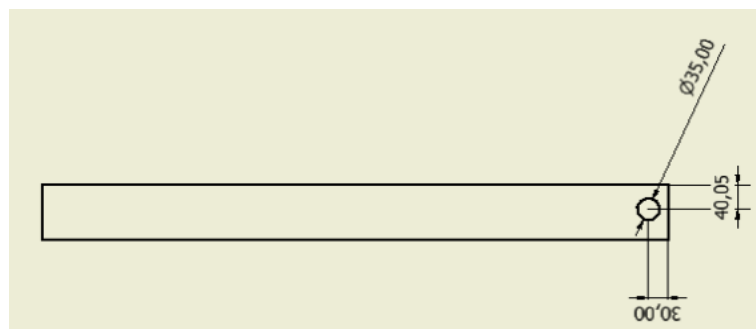



Figura 6. Agujero para la salida del tubo  
Fuente: elaboración propia

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

- Atornillar: utilizar destornillador para unir los laterales a la base de la manera que se observa en la figura 7. Para hacerlo se requieren 26 tornillos. Recordar que los agujeros de salida de tubo deben estar opuestos alternos. Usar un tornillo por esquina para la unión de laterales. Los soportes de vidrio serán atornillados luego de la colocación de la chapa.
- Pintar el contenedor con Látex para exterior para protegerla de la exposición al medio ambiente. Diluir con aguarrás para disminuir la densidad de la pintura y aprovecharla más. Se pueden utilizar rodillos o pinceles.

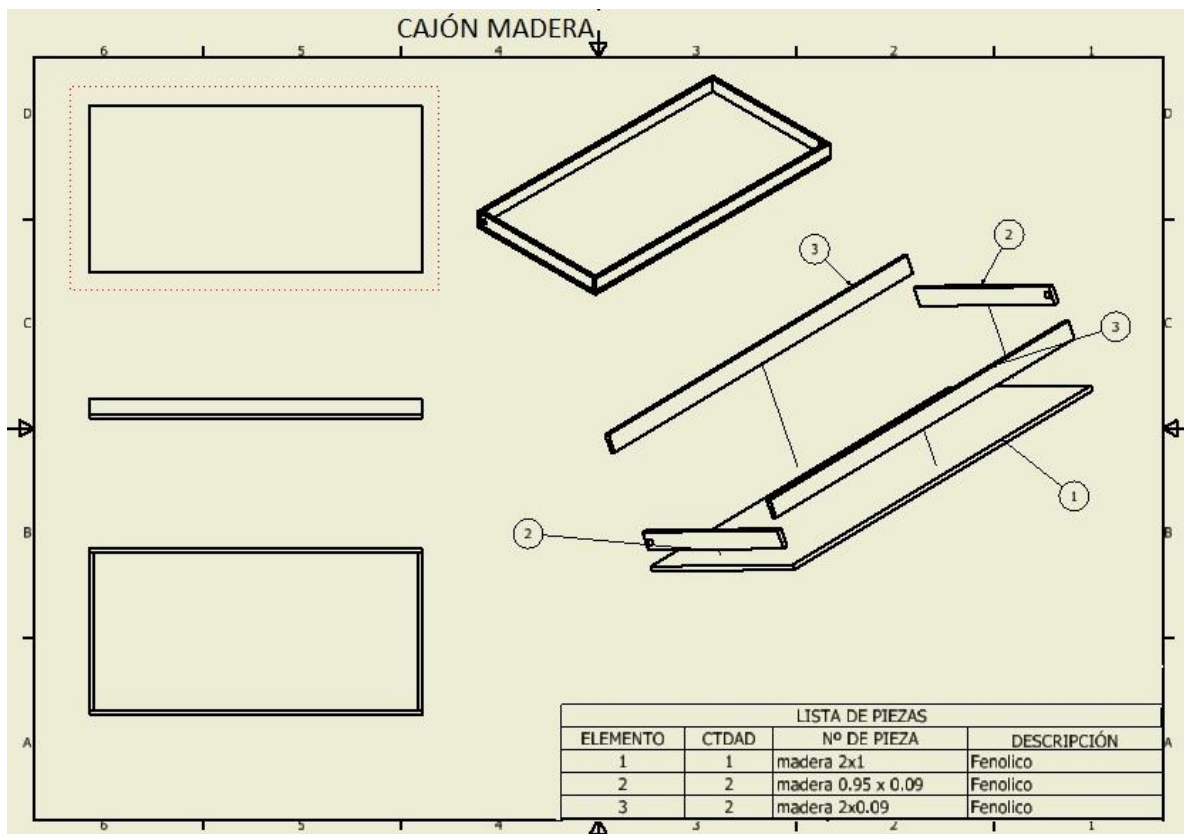




Figura 7. Montaje del contenedor de madera.  
Fuente: elaboración propia

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
<p>Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico</p>		

4.3. Terminación del contenedor: en la figura 9 se puede observar el montaje final de todos los elementos del colector.

- Colocar el aislante: Sera necesario cubrir la base de área 2m x 1m con Telgopor. Se puede adquirir una plancha cortada a la medida o armarlo con trozos de material reciclado. El Telgopor puede ser cortado con cúter.
- Preparar plancha de chapa: la chapa se puede obtener en una plancha de 1,22m x 2,44m. Cortar utilizando una tijera especial para cortar chapa dejando un área de 2,08m x1,08m. Es importante utilizar guantes en este proceso para evitar cortaduras. Doblar bordes con una plegadora o de forma manual dejando aproximadamente 4 cm de cada lado y cortar los opuestos alternos para permitir el paso de la salida de tubo. Para doblar la chapa se deben cortar las puntas en diagonal para no estropear el material.
- Colocar chapa dentro del contendor y atornillar a la parrilla.
- Atornillar madera soporte de vidrio: utilizar tornillos de 1 cm de largo, estos a la vez fijarán la chapa utilizando una atornilladora.
- Extender las salidas de la parrilla con manguera extra: Calentar la manguera utilizando una pistola de calor o agua hirviendo. Unir el trozo de manguera extra a la T de un extremo y colocar un adaptador para la cañería del hogar. Repetir el proceso con el otro extremo.
- Colocar y fijar la parrilla con grampas omegas de 1,5”.

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

4.4. Colocación de vidrio: Se requiere obtener un vidrio de 1,95m x 0,95m. Colocarlo sobre el colector y sellar con silicona de alta temperatura. Finalmente se deben colocar esquineros para fijar el vidrio correctamente

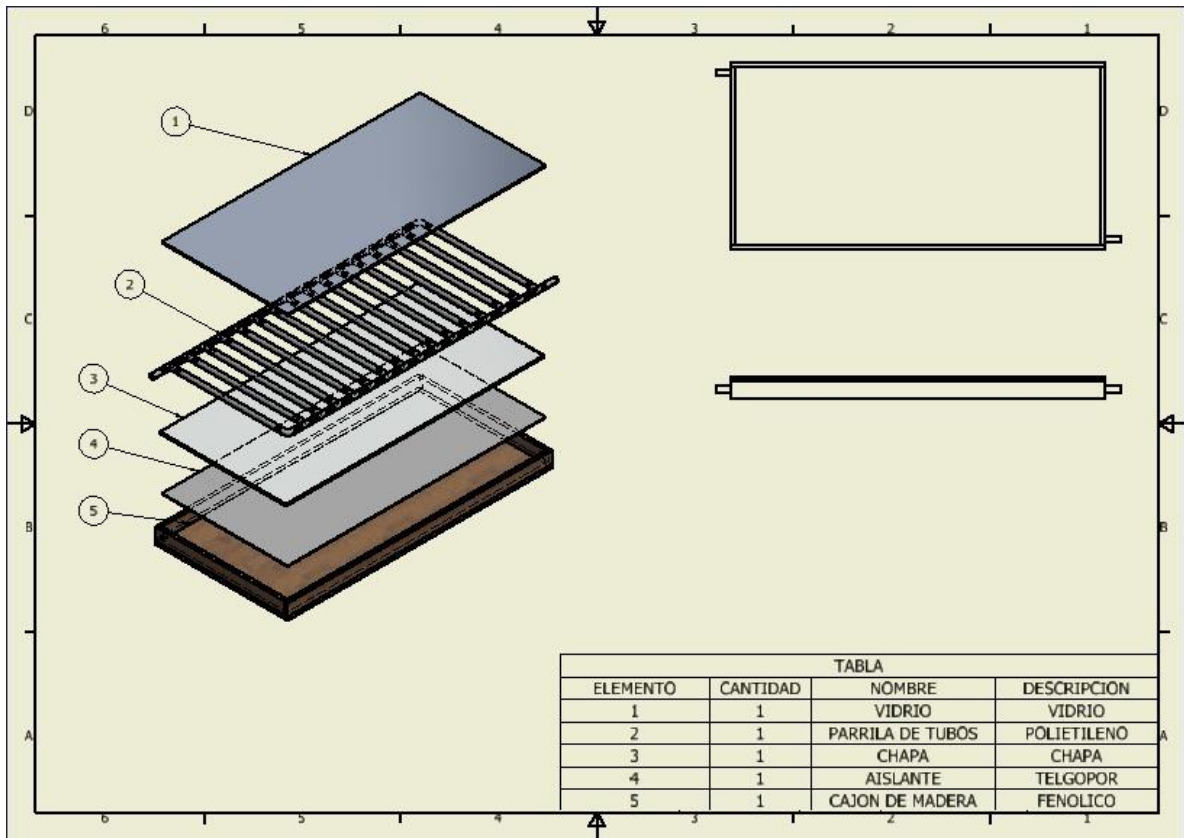



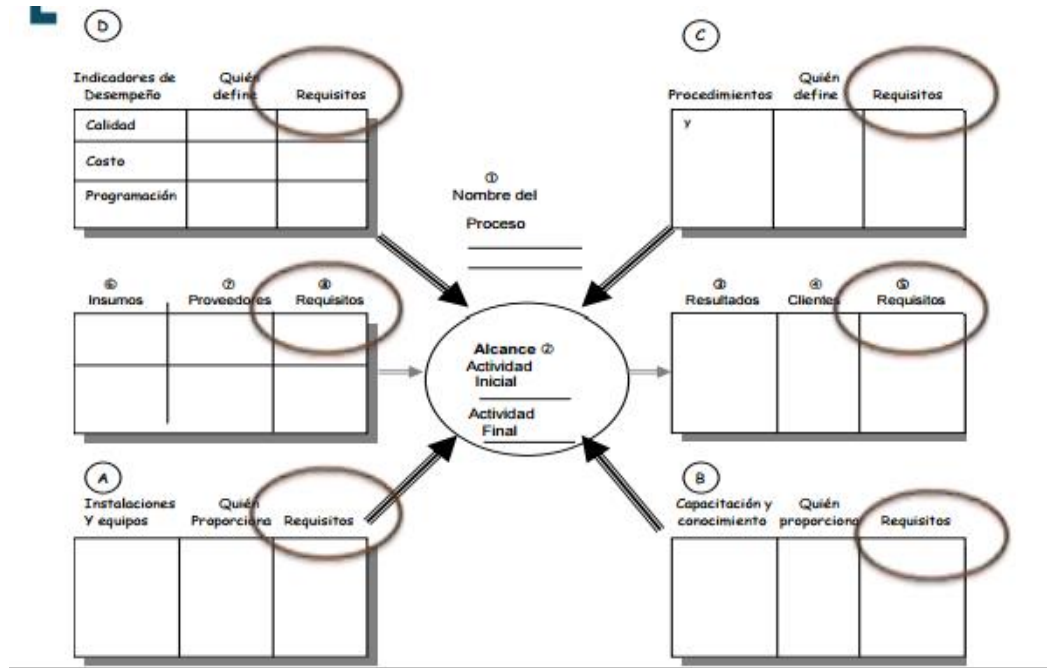
Figura 9. Montaje del captador.  
Fuente: elaboración propia




	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

## 5. ANEXO

### 5.1. Mapeo de procesos



	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		


**Nombre del proceso:** Fabricación del captador ecológico de placa plana de 2m x 1m con capacidad 15 litros en su cuerpo.

**Actividad inicial:** Construcción de la parrilla

**Actividad final:** Colocación del vidrio


Resultados	Cientes	Requisitos
Captador listo para su instalación	Cientes de la Cooperativa de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura en épocas cálidas de 20 grados</li> <li>- Resistente a cambios climáticos</li> <li>- Sin pérdida de agua</li> </ul>

Insumos	Proveedores locales	Cantidad	Requisitos
Tubo de polietileno	Politub Paiplas	12m	Diámetro 1,5" Espesor K2
Accesorios "Te"	Politub Paiplas	22u	Diámetro 1,5" Tripe espiga Triple macho Polietileno
Codos	Politub Paiplas	2u	Diámetro 1,5" Polietileno
Adaptadores	Politub Paiplas	2u	Salida a caño roscado de 3/4"
Alambre	Ferretería local	5m	Galvanizado N° 14 o mayor
Madera	Maderera Juan B Justo Aserradora Tulli		Fenólico industrial de eucalipto Espesor 18 mm

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		


	Maderera San Francisco		Se puede optar por madera reciclada
Chapa	La Casa de las Chapas	1u	Galvanizada lisa N° 27 de 1,22 x 2,44
Tornillos	Ferretería local	70u	Auto-perforantes
Sellador	Ferretería local	1u	Siliconado
Vidrio	Montero Vidrios Blanco Vidrios Vidriería Calvo	1u	1,95x0,95 m2
Esquineros	Ferretería local	4u	Plástico o metal ambos funcionan
Telgopor	Capparelli S.A Aislaciones Mar del Plata; Nueva Era Aislantes	1u	2m x 1m
Pintura	Ámbito Del Centro Índigo	1u	Lata de medio litro Látex exterior negro

Procedimientos	Quién define	Requisitos
Fabricación de parrilla	Cooperativa de Trabajo	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Fabricación de contenedor	Cooperativa de Trabajo	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

Terminación del contenedor	Cooperativa de Trabajo	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Colocación de vidrio	Cooperativa de Trabajo	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario


<b>Instalaciones y equipos</b>	<b>Quién proporciona</b>	<b>Descripción</b>
Sierra caladora pendular	Cooperativa de Trabajo	Marca: Stanley Potencia: 600 w Longitud de carrera: 25/32 " (20mm)
Taladro y mechas adecuadas	Cooperativa de Trabajo	Marca: Stanley Potencia: 600 w Mandril de 13 mm Velocidad de rotación 2900 rpm Mechas: n°3 y de copa de 1,5"
Sierra o serrucho	Cooperativa de Trabajo	Marca: Bremen 10 dientes por pulgada Largo 400 mm
Pinza universal	Cooperativa de Trabajo	Marca: Stanley Longitud: 8" Cabeza de acero
Destornillador cruz	Cooperativa de Trabajo	Marca: Stanley
Cinta métrica	Cooperativa de Trabajo	Mínimo: 3 metros Marca: Stanley Botón de tranca

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

Pistola de calor	Cooperativa de Trabajo	Marca: Stanley Potencia: 1800 w Temperatura de 50 a 450 °C
Cúter	Cooperativa de Trabajo	Capaz de cortar telgopor

<b>Capacitación y Conocimiento</b>	<b>Quién proporciona</b>	<b>Requisitos</b>
Manipulación de madera	Cooperativa de Trabajo	Operador cuente con conocimiento del uso de caladora y agujeradora. Conciencia sobre la utilización de EPP.
Manipulación de herramientas que funcionan a elevadas temperaturas	Cooperativo de Trabajo	Operador cuente con conocimiento del uso de la pistola de calor. Conciencia sobre la utilización de EPP.
Manipulación de sierra y serrucho	Cooperativo de Trabajo	Operador cuente con conocimiento del uso de sierra y serrucho. Conciencia sobre la utilización de EPP.

<b>Indicadores de desempeño</b>	<b>Quién define</b>	<b>Requisitos</b>
Prueba hidráulica	Cooperativa de Trabajo	Demuestra la eficiencia de la construcción del captador. No debe perder agua.
Temperatura del agua	Cooperativa de Trabajo	En épocas cálidas el agua deberá aumentar unos 20°C apróx como mínimo.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-CC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

Los materiales utilizados fueron seleccionados en función a dos factores principales: la búsqueda de materiales económicos que puedan surgir del reciclado y la eficiencia máxima que se pueda obtener con los mismos. El proyecto busca satisfacer una necesidad en un contexto donde la búsqueda del menor costo posible se vuelve más importante que la búsqueda de la mejor eficiencia. Así como se podrían haber elegido materiales de un costo mucho más elevado que permitieran llegar a mayores temperaturas, también se podría trabajar con todos los materiales completamente reciclados disminuyendo considerablemente la eficiencia del colector. Por lo tanto, en este proyecto se trabaja con ciertos materiales que deberán ser adquiridos y otros que pueden ser obtenidos del reciclaje o de materiales que se tengan disponibles para utilizar. A continuación se listan materiales sustitutos que se pueden utilizar:

- Alambre: abrazaderas
- Madera: De acuerdo a la disponibilidad de madera, se puede partir de una placa o de piezas recicladas que busquen cumplir las medidas. En el caso de que se parta de madera reciclada se debe unir la misma hasta obtener las medidas nombradas con anterioridad. Se recomienda acoplar la madera a través de bloques transversales atornillados que fijen la unión.
- Chapa: la idea es encontrar un material capaz de reflejar la radiación solar, por lo cual, el papel metalizado de varios elementos sirve: sachet de lácteos, CDs, espejos.
- Pintura: Con la pintura se busca dos funciones: por un lado, proteger la madera del ambiente exterior y por otro darle un color oscuro para retener más el calor. Por lo tanto, cualquier tipo de pintura que cumpla alguna de estas servirá.
- Material aislante: cartón, lana de vidrio, trozos de Telgopor, periódicos.
- El tanque de agua acumulador puede ser cualquier tanque que podamos manipular para la entrada y salida de agua, y podamos aislar (si es que ya no está aislado). Se han utilizado termotanques vaciando su sistema de funcionamiento interno.



## INSTRUCTIVO DE TRABAJO

Código: IT-CC

Versión 01

Fecha: 11/11/2019

Hoja: 1 / 14

### Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

- Tubos de polietileno: cañerías de permiten la trasmisión de calor hacia el líquido, de acuerdo al material y el grosor varía el coeficiente de conductividad.
- Pallets de madera: la idea es armar una estructura que nos permite la orientación de colector solar al sol. Por lo cual, no se especifica un material en particular. Para este proyecto se donaron Pallets por parte de Havanna S.A.
- Lona impermeable: se puede conseguir lonas de carpas de playa o de avisos publicitarios.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

## 1. OBJETIVO

El presente instructivo determina los pasos a seguir para asegurar una correcta instalación del colector de agua.

## 2. ALCANCE

Se aplica para el proceso de instalación de colectores de placa plana destinado al aumento de temperatura del agua sanitaria.

## 3. RESPONSABLES

En la Organización vecinal con proyección a una Cooperativa de Trabajo se deberá propiciar la rotación de puestos y tareas en pos de ideales cooperativos, que se caracterizan por la preeminencia de relaciones sociales de tipo horizontal. Es por ello que todos los integrantes de la Cooperativa deberán capacitarse para realizar cualquier tipo de tareas implicadas en la instalación del calentador.

## 4. DESARROLLO

### 4.1. Consideraciones previas

Para comenzar la instalación primero se debe verificar ciertos aspectos que hagan viable el proyecto; uno de ellos es que la vivienda tenga instaladas las bajadas de agua caliente. Es fundamental que la vivienda cuente con la instalación de agua tanto fría como caliente, de otra manera no se podrá conectar el calentador a las tuberías de agua caliente. En caso contrario, se podría utilizar un sistema aislado, en el cual, se deberá llenar el tanque de almacenamiento de forma manual y llegar con una tubería hacia su consumo. Para esto se coloca una llave de paso en el extremo de este último tubo para cerrar y abrir al utilizarla.

Selección del Espacio para la Instalación:

- Verifique el lugar donde se va a colocar el equipo de calentamiento solar de agua.

El espacio debe tener las siguientes características:

»» Con exposición solar cuando menos 6 horas al día durante todo el año.

»» Con resistencia estructural para resistir un peso mayor de 100 kg por metro cuadrado.



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

»» Con la posibilidad de instalación de tubería de este lugar al tinaco y al calentador de gas.

»» De preferencia que tenga una superficie horizontal o en su defecto que se pueda colocar el equipo nivelado.

»» Lo más cercano posible al calentador de gas o al servicio de agua caliente.

»» De preferencia el equipo debe estar alejado de obstáculos, de las orillas de la azotea o de instalaciones y cables eléctricos.

Orientación del Colector:

- Idealmente, el colector solar del sistema debe estar de cara al sur geográfico, pero podemos utilizar el sur magnético para la orientación del sistema.

- Existe una diferencia entre la dirección del norte magnético determinado por la brújula y el norte geográfico. A esta diferencia se llama declinación magnética.

La declinación magnética en México es de:

»» 1° en el extremo este.

»» 12° en el extremo noroeste.

»» 6° en el centro del país.

»» Se permite tener un error de  $\pm 30^\circ$  (de este al oeste) en la orientación de nuestro equipo. (En el programa Hipoteca

Guía de Instalación de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua para Vivienda Unifamiliar 53

Verde sólo se permiten 10°).

Por lo tanto se puede utilizar la dirección que marca la brújula para la orientación del sistema.

3. Inclinación del CSA:

- La inclinación que debe mantener la estructura del CSA es la que corresponda a la latitud del lugar  $\pm 10^\circ$ . La República Mexicana está situada entre los paralelos  $14^\circ 28'$  y  $32^\circ 43' 35''$  de latitud norte.

»» Para techos inclinados al sur, con el objeto de mantener la inclinación correcta de la estructura se debe aumentar la

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

altura de la base del colector solar, lo necesario para que el CSA quede nivelado, manteniendo la horizontal original de la estructura.

»» Para techos inclinados al norte con el objeto de mantener la inclinación correcta de la estructura se debe elevar la base del termotanque, lo necesario para que el CSA quede nivelado, manteniendo la horizontal original de la estructura.

El calentador se suele ubicar en el techo de la casa. La ubicación ideal del captador es aquella en que los rayos solares le inciden en la forma más plena posible y durante el período más largo. Para ello debe buscarse la mayor exposición a los rayos solares, debe evitarse la interferencia de árboles o ramas, construcciones cercanas, etc. La mejor incidencia de la radiación se da cuando el panel está orientado hacia el Norte.

En caso de ser imposible la instalación en el techo, se puede ubicar en el piso o algún nivel intermedio, aunque sabiendo que cuan más abajo se encuentre es más fácil que se encuentren interferencias entre el colector y los rayos del sol. Además, se requerirán mayor longitud de tuberías, aumentando el costo y las pérdidas de calor.

Una vez elegido el lugar de emplazamiento, debe tomarse en cuenta la resistencia mecánica de la superficie donde se apoyará. El peso del equipo cargado con agua es aproximadamente de 300 kilos. En una azotea plana no hay mayores preocupaciones, pero en techos con inclinación (de tejas u otro tipo) debe contemplarse que el soporte debe apoyarse sobre un elemento estructural de la cubierta y que el tanque debe, preferentemente, ubicarse sobre la cumbrera del techo. Además, debe tenerse en cuenta que toda esta estructura debe soportar la carga que recibirá con el agregado del peso de dos personas durante operaciones de montaje o mantenimiento del equipo. Se recomienda minimizar la distancia entre el tanque aislador y la salida de agua caliente para evitar pérdidas de calor.

#### 4.2. Construcción del tanque acumulador de 200 litros:

- Se debe agujerear el tanque acumulador para el ingreso y egreso de agua. El agua fría ingresará directamente al colector, como se puede visualizar en la figura 1. Es decir una vez que se abre la llave de paso que permite la bajada de agua fría al sistema, comenzará la circulación del fluido desde el tanque

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

de red de la vivienda hacia el colector y el tanque acumulador. Al ser un sistema cerrado y presurizado, el agua recirculará constantemente y comenzará a aumentar su temperatura hasta lograr que la temperatura del tanque sea igual a la del colector. Una vez que el tanque de aislación se llene por completo, al ser un sistema presurizado, desde el tanque de agua de red se dejará de suministrar fluido hasta que los usuarios abran las correspondientes canillas y se prevean de agua caliente. Solo en ese entonces comenzará de nuevo el ciclo de suministro de agua fría desde el tanque de red hacia el resto del sistema. Para ello se debe realizar 3 orificios: uno de ½" para la salida de agua caliente a la vivienda y dos orificios de ¾" para la salida de agua fría y entrada de agua caliente al colector en la parte inferior del tanque, dejando una conexión de tubos en T a la salida del captador como se observa en la figura 2.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

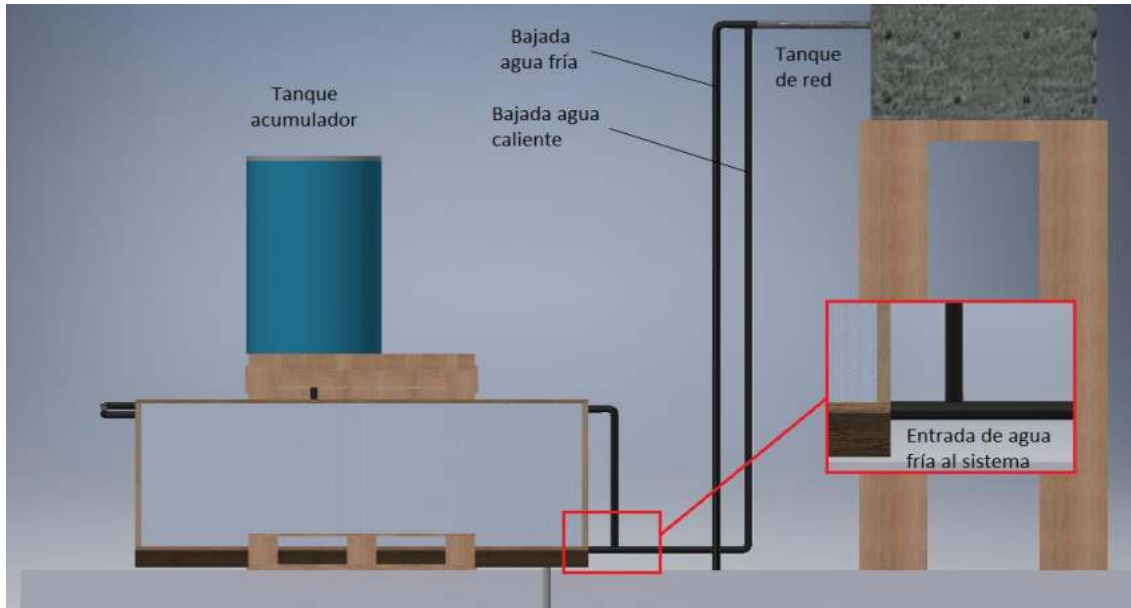


Figura 1. Alternativa de diseño propuesta  
Fuente: elaboración propia

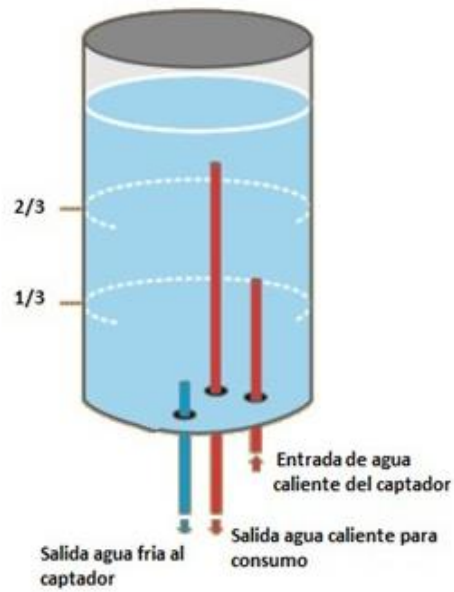


Figura 2. Alternativa de diseño propuesta  
Fuente: elaboración propia

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

- Luego de agujerear el tanque, se deben colocar los adaptadores de polipropileno en los huecos. De esta manera se busca evitar pérdidas por estos orificios. Para su uso, se coloca una parte en el interior del tanque y la otra en el exterior, luego se unen mediante rosca con la mayor presión posible que se le pueda dar. Estos adaptadores cuentan con goma entremedio para que, al presionar, la misma quede tensionada impidiendo pérdidas de agua, tal como se puede visualizar en la figura 3. El tamaño de cada adaptador dependerá del diámetro del agujero.



Figura 3. Adaptadores de polipropileno  
Fuente: imágenes de internet

- Luego de colocar los adaptadores en todos los huecos, se colocan las mangueras. En la figura 2 se puede visualizar las alturas que deben lograr los caños que garantizarán la adecuada. Para ello, poseen diferentes largos:
  - Conducto agua caliente consumo vivienda:  $\frac{2}{3}$  de tanque
  - Conducto agua caliente de ingreso desde el captador:  $\frac{1}{3}$  de tanque
  - Conductos de entrada y salida de agua fría: límite inferior del tanque
Es esencial asegurar una correcta altura de las mangueras para así promover el buen rendimiento del sistema. Como se ve en las imágenes anteriores, el agua caliente, menos densa que la fría, desciende desde la parte superior. Es decir, el agua caliente que viene del colector, va a ser depositada también a cierta altura para no mezclarse con el agua más fría que se va a encontrar depositada al fondo del tanque. Las mangueras de agua fría deben ubicarse a menor altura de manera que el agua fría tienda a descender hacia el colector.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

#### 4.3. Preparación del tanque para su exposición al medio ambiente

- En la base inferior del tanque se recomienda agregar una tapa circular de telgopor de alta densidad (5 centímetros) del mismo diámetro que el tanque, a la que se le debe realizar con anterioridad cuatro o tres agujeros para que pasen los caños. Una vez puesto el telgopor, se debe agregar las tres llaves de paso, tal como se puede visualizar en la figura 4. En cada una, se debe agregar las conexiones para manguera –rosca-enchufe. Esto permite que se pueda extraer alguna parte del conjunto en caso de alguna reparación sin tener pérdidas de agua.



Figura 4. Base inferior del taque acumulador

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

- Para aislar térmicamente el tanque, se recomienda recubrirlo con lana de vidrio de al menos 5 centímetros de espesor, tal como se puede visualizar en la figura 5. Es de suma relevancia que la persona utilice elementos de seguridad como guantes y barbijo a la hora de manipular la lana de vidrio.

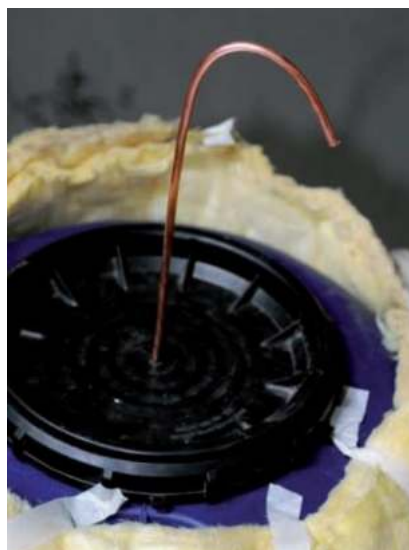
	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		



Figura 5. Base inferior del taque acumulador

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

- Tal como se puede visualizar en la figura 6, se debe realizar un agujero extra en la parte superior del tanque, el cual va a suplir la función de una válvula de alivio. En dicho agujero se va a colocar un conducto de cobre de 1/8" de diámetro, que logre la altura del tanque de red, así de esta manera, en casos de generación de vapor, las burbujas encuentran una salida y no generan presión extra en los conductos y uniones.



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

Figura 6. Base superior del taque acumulador

Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

- Para lograr que el tanque acumulador mantenga caliente el agua que llega de la parrilla es aconsejable cubrirlo con otro tanque de mayor diámetro, que además lo protegerá de las lluvias y otros incidentes, ya que, si se moja la lana de vidrio, pierde gran parte de su función de aisladora. Se recomienda utilizar los tanques de acero contenedores de aceites utilizados en las estaciones de servicios. Previo a una exhaustiva limpieza del tanque mayor, se le debe cortar una de las tapas. En el centro de la tapa que aún conserva, se le debe hacer un pequeño orificio igual al que se le hizo en la tapa del tanque de menor tamaño, pues el respiradero también tendrá que pasar por ahí para salir al exterior.

#### 4.4. Estructura de soporte armada con pallets

Dependiendo de la vivienda, el sistema puede llevar o no una estructura armada de pallets. En los casos donde la vivienda ya tenga cierta pendiente, se aprovecha la misma y solo se fija el colector agregando un poco de inclinación si es necesaria. Es fundamental asegurar que el tanque de aislación se localice siempre por encima del captador.

Tanto el colector como el tanque acumulador deben ser instalados a determinada altura y ángulo, además deben ser posicionados de forma tal que sus pesos puedan distribuirse uniformemente. Para lograrlo se deben fabricar soportes. Para el caso del captador, se debe lograr que tome un ángulo de 45 grados, en cambio el tanque puede ser colocado en posición vertical, como se recomienda generalmente, o en forma horizontal. Para la fabricación de la estructura se requieren tres pallets y aproximadamente 50 clavos.

- Dos de los pallets se deben desarmar y presentar como indica la figura 7. Luego el tercer pallet se coloca parado a 30 cm de distancia, en la posición indicada por la figura 8. Para ello se debe fijar la estructura con las maderas sobrantes de los



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

pallets desarmados, se deben colocar 3 maderas en forma perpendicular al tercer pallet con clavos como se ve en la figura 8 y una en la parte superior que logre el mismo nivel en toda la superficie, donde se ubicará el tanque. Finalmente en la figura 9 se puede visualizar como debe quedar construida la estructura que soportará al colector y al tanque acumulador.

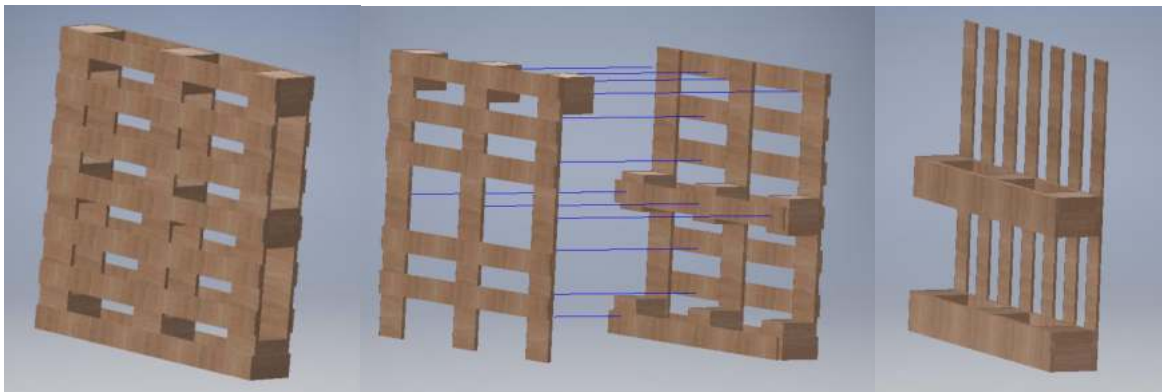


Figura 7. Esquema para fabricación de la estructura. Parte 1  
Fuente: elaboración propia

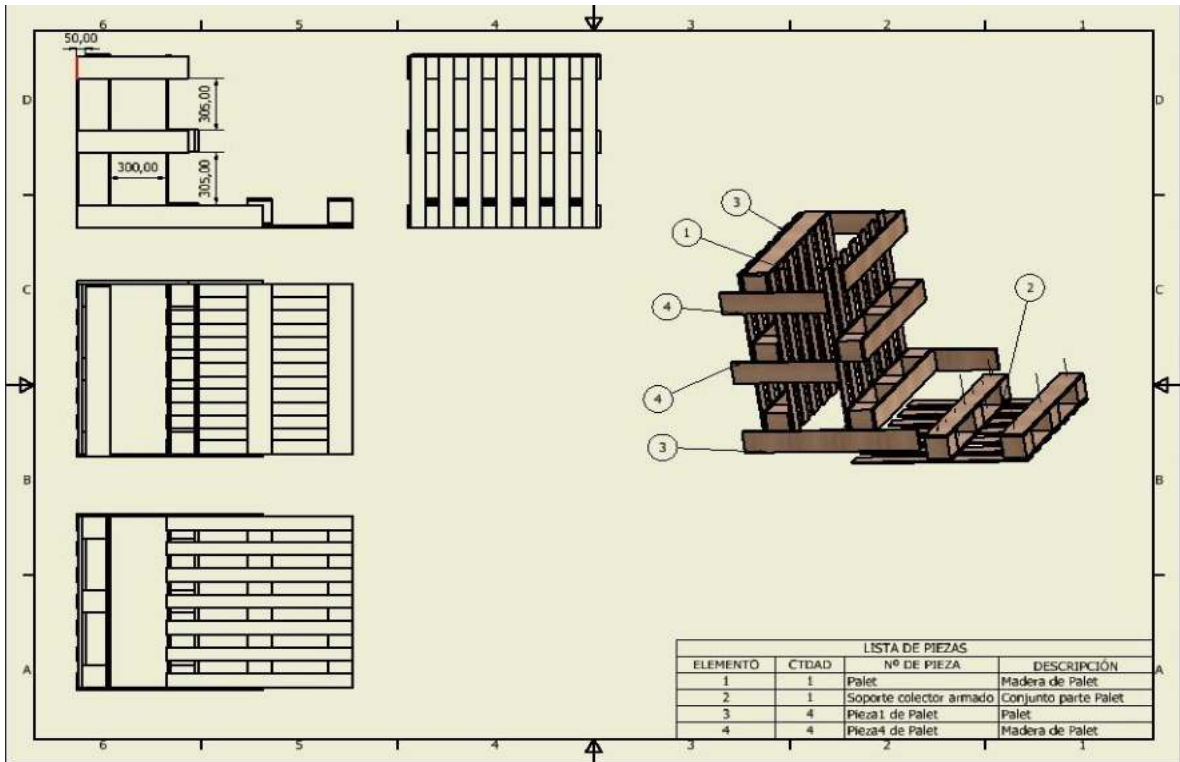


Figura 8. Esquema para fabricación de la estructura. Parte 2  
Fuente: elaboración propia

INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
Código: IT-IC	Versión 01
Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14

Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

Figura 9. Esquema para terminación de la estructura. Medidas



#### 4.5. Acometidas

- Ya con todo el soporte armado, se posiciona el tanque y el captador. Al ubicar el colector en su ángulo correcto, se clavan cubos de maderas obtenidos del pallet en la parte superior del mismo para fijarlo. Para el caso de tanque, se puede utilizar cualquier configuración que retenga al mismo de movimientos, no se requiere tanto análisis ya que el propio peso de 200 litros de agua evita que se mueva.
- Se deben realizar las conexiones del colector al tanque acumulador, las cuales se pueden visualizar en la figura 10. Para ello se requieren conectores, mangueras y codos. Los conectores deben ser encastrados a presión con las llaves de paso tal como se visualiza en la figura 11 y 12. Se recomienda colocar sellador en todas las uniones entre roscas y conectores. Finalmente, la estructura terminada debería quedar como se muestra en la figura 13 y 14, con todos los soportes y conexiones necesarias.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

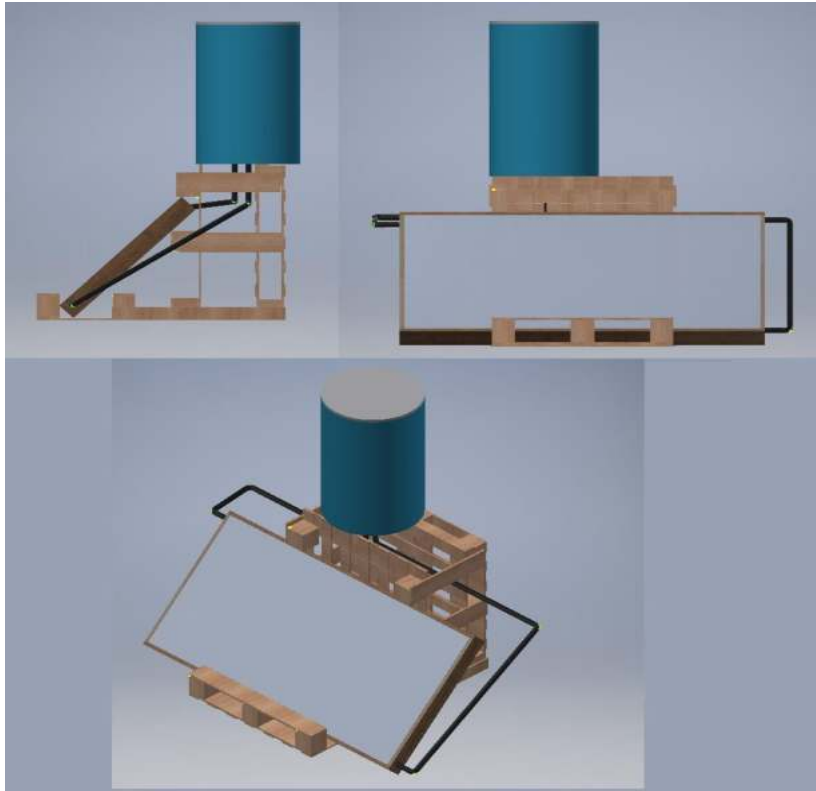


Figura 10. Esquema para la instalación del colector.  
Fuente: elaboración propia



Figura 11 y 12. Llaves de paso, conectores y mangueras.  
Fuente: "Termotanque solar de agua. Construcción de tecnologías apropiadas". INTA Ediciones.

INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
Código: IT-IC	Versión 01
Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico	

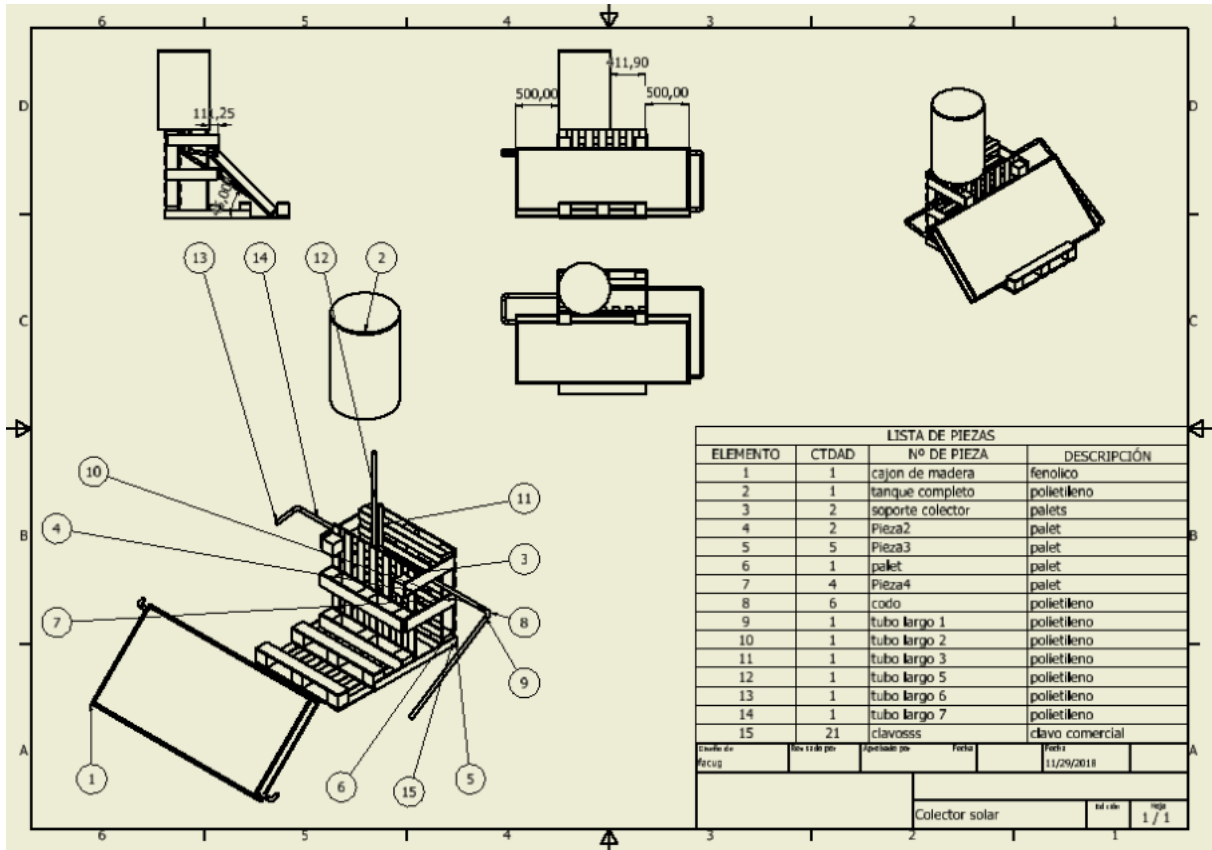


Figura 13. Esquema para la instalación del colector.  
Fuente: elaboración propia

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14

Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	cajon de madera	fenolico
2	1	tanque completo	polietileno
3	2	soporte colector	palets
4	2	Pieza de Pallet 1	palet
5	5	Pieza de Pallet 2	palet
6	1	Pallet	palet
7	4	Pieza de Pallet 3	palet
8	6	codo	polietileno
9	1	tubo 1	polietileno
10	1	tubo 2	polietileno
11	1	tubo 3	polietileno
12	1	tubo 4	polietileno
13	1	tubo 5	polietileno
14	1	tubo 6	polietileno
15	21	clavos	clavo comercial
Diseño de facug	Revisado por	Aprobado por	Fecha 11/29/2018
		Colector solar	
		Edición:	Hoja 1 / 1

Se colocan diferentes longitudes de tubos de acuerdo a la disposición de cada parte del equipo y sus distancias. Por lo cual, no se detallan medidas.

- Por último se debe realizar la conexión del colector al tanque de agua de red, para ello se debe dejar una conexión de tubos en T a la salida del captador como se observa en la figura 14. Dependiendo de las características estructurales de la bajada de agua caliente se requerirán o no adaptadores, conectores, mangueras y codos. Se recomienda colocar sellador en todas las uniones entre roscas y conectores.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

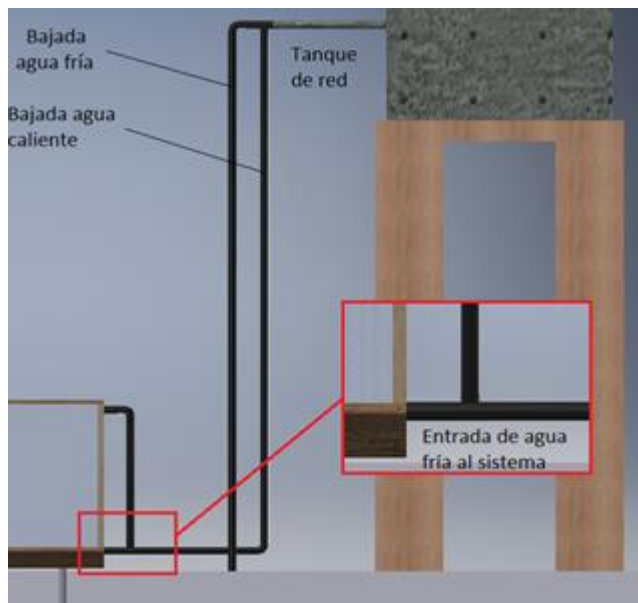


Figura 14. Conexión entre colector y tanque de agua de red  
Fuente: elaboración propia

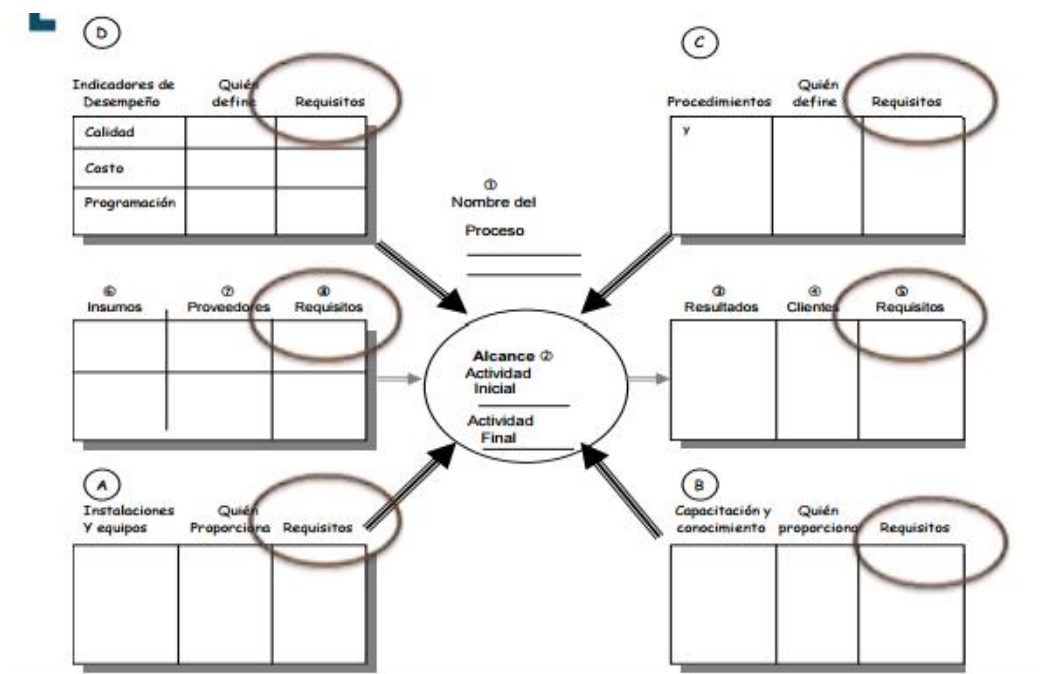
#### 4.5. Mantenimiento del sistema

- Verificar que no haya pérdidas en ninguna de las conexiones. Para que el sistema funcione correctamente no deben existir pérdidas de agua por mínimas que sean.
- Limpiar la placa de vidrio cada cierto periodo de tiempo. Si la zona en la cual se instala el sistema es semi urbana, con calles de tierra y mucha vegetación, es muy probable que en la superficie de vidrio o policarbonato se acumule suciedad (tierra, hojas), impidiendo la exposición a la luz solar directa. En estos casos se deberá limpiar una vez a la semana. Como el colector se localizará en el techo del hogar, es de suma relevancia que la persona encargada del mantenimiento del sistema utilice los elementos de protección necesarios, entre ellos se encuentran el casco y un arnés.
- En caso de que la parrilla quedara vacía, tapar con una manta o elemento de abrigo. Es conveniente que la parrilla siempre tenga agua; pues, de lo contrario los caños se arruinarían por la elevada temperatura alcanzada por la caja.

	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico		

## 5. ANEXO

### 5.1. Mapeo de procesos



**Nombre del proceso:** Instalación del conjunto colector-tanque acumulador-tanque de agua de red

**Actividad inicial:** Construcción del tanque acumulador de 200 litros

**Actividad final:** Conexión de los caños

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14

Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

<b>Resultados</b>	<b>Clientes</b>	<b>Requisitos</b>
Sistema listo para su uso	Organización Vecinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la temperatura en épocas cálidas de 20 grados</li> <li>- Resistente a cambios climáticos</li> <li>-Sin pérdida de agua</li> </ul>

<b>Insumos</b>	<b>Proveedores locales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Requisitos</b>
Tanque acumulador	Delpack	1u	80 litros Polietileno
Tanque externo	Estación de servicio local	1u	200 litros Diámetro 15 cm mayor que el anterior Acero inoxidable
Poliestireno expandido (Telgopor)		1/2 m <sup>2</sup>	Alta densidad (20 kg/ m <sup>3</sup> ) 5 cm de espesor
Lana de vidrio		5 m <sup>2</sup>	5 cm de espesor
Adaptadores	Politub Paiplas	4u	1 de 1/2" 3 de 3/4" Polipropileno
Llaves de paso		4u	1 de 1/2" 3 de 3/4"
Conducto		0,5m	Cobre Diámetro de 1/8"
Tubo de polietileno	Politub Paiplas	6m	5m de Diámetro 3/4" 1m de Diámetro 1/2" Espesor K2



	INSTRUCTIVO DE TRABAJO	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14

Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

Codos	Politub Paiplas	Xu	Diámetro 3/4" Poliétileno
Accesorios "Te"	Politub Paiplas	Xu	Diámetro 3/4" Tripe espiga Triple macho Poliétileno
Alambre	Ferretería local	5m	Galvanizado N° 14 o mayor
Sellador	Ferretería local	1u	Siliconado
Aislante espumado para cañerías	Capparelli S.A Aislaciones Mar del Plata Nueva Era Aislantes	6 m	Goma espuma con foil de aluminio
Pallets		3u	No es necesario que esten estandarizados por norma, pero deben ser de iguales dimensiones.
Clavos		50 aprox (variable)	Dimensiones adecuadas para traspasar la madera de los pallets

Procedimientos	Quién define	Requisitos
Construcción del tanque acumulador	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Preparación del tanque para su exposición al medio ambiente	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14
<b>Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico</b>		

Armado de estructura de soporte con pallets	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Conexión del tanque domiciliario al colector	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Conexión del tanque acumulador al colector	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario
Conexión del tanque acumulador a la instalación de agua caliente	Organización Vecinal	Procedimiento actualizado, disponible, comprensible y al alcance del operario

<b>Instalaciones y equipos</b>	<b>Quién proporciona</b>	<b>Descripción</b>
Sierra caladora pendular	Organización Vecinal	Marca: Stanley Potencia: 600 w Longitud de carrera: 25/32 " (20mm)
Taladro y mechas adecuadas	Organización Vecinal	Marca: Stanley Potencia: 600 w Mandril de 13 mm Velocidad de rotación 2900 rpm Mechas: nº3 y de copa de 1,5"
Sierra o serrucho	Organización Vecinal	Marca: Bremen 10 dientes por pulgada Largo 400 mm
Martillo	Organización Vecinal	Bolita
Destornillador cruz	Organización Vecinal	Marca: Stanley
Cinta métrica	Organización Vecinal	Mínimo: 3 metros

	<b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>	
	Código: IT-IC	Versión 01
	Fecha: 11/11/2019	Hoja: 1 / 14

Instructivo para la construcción de un calentador de agua ecológico

		Marca: Stanley Botón de tranca
Pistola de calor	Organización Vecinal	Marca: Stanley Potencia: 1800 w Temperatura de 50 a 450 °C
Cúter	Organización Vecinal	Capaz de cortar telgopor

<b>Capacitación y Conocimiento</b>	<b>Quién proporciona</b>	<b>Requisitos</b>
Manipulación de madera	Organización Vecinal	Operador cuente con conocimiento del uso de caladora y agujeradora. Conciencia sobre la utilización de EPP.
Manipulación de herramientas que funcionan a elevadas temperaturas	Organización Vecinal	Operador cuente con conocimiento del uso de la pistola de calor. Conciencia sobre la utilización de EPP.
Manipulación de sierra y serrucho	Organización Vecinal	Operador cuente con conocimiento del uso de sierra y serrucho. Conciencia sobre la utilización de EPP.

<b>Indicadores de desempeño</b>	<b>Quién define</b>	<b>Requisitos</b>
Prueba hidráulica	Organización Vecinal	Demuestra la eficiencia de la construcción del captador. No debe perder agua.
Temperatura del agua	Organización Vecinal	En épocas cálidas el agua deberá aumentar unos 20°C apróx como mínimo.