



**“Creación de un manual para la mantención optima de los paneles solares para agua caliente sanitaria en Chile”**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Pedro Eguiguren Milnes

Profesor guía:

José Ignacio Torres Barón

Fecha:

Enero 2021

Santiago, Chile

## RESUMEN

El presente documento logra reunir tanto información comercial como técnica acerca de los Sistemas Solares Térmicos en Chile. Esta información permite entender cómo funcionan los sistemas, determinar las fallas que estos pudieran tener y los distintos mecanismos de obtención de manera privada y pública.

Se definieron distintos objetivos con el fin de entregar un instructivo de fácil comprensión para el usuario final de estos sistemas, entregando información sobre la ejecución de una correcta mantención, sus costos asociados y como esta mantención alarga la vida útil de los paneles, logrando un incremento en el aporte medio ambiental que estos sistemas buscan entregar.

Palabras Claves:

Panel Termo Solar

Energía solar

Mantención

Control Preventivo

## SUMMARY

This document manages to gather both commercial and technical information about Solar Thermal Systems in Chile. This information allows us to understand how the systems works, determine the faults that they may have and the different mechanisms for obtaining them privately and publicly.

We define different goals, aiming to provide an easy-to-understand end user manual, explaining how proper maintenance should be carried out, how much it costs and how it can extend the useful life of the panels, increasing the environmental contribution that these systems delivers.

### Keywords:

Solar Thermal Panel

Solar energy

Maintenance

Preventive control

## Índice

<b>1. Introducción</b> .....	6
<b>1.1 Antecedentes</b> .....	6
<b>1.2 Descripción del problema y alcances</b> .....	7
<b>1.3 Objetivos</b> .....	9
<b>1.4 Metodología de trabajo</b> .....	9
<b>2. Desarrollo</b> .....	10
<b>2.1 Antecedentes Legales y Políticos</b> .....	10
<b>2.2 Procedimientos y normas vigentes</b> .....	11
<b>2.3 Proveedores y servicios que entregan</b> .....	16
<b>2.4 Descripción de usuarios</b> .....	20
<b>2.5 Partes y componentes de los SST</b> .....	24
<b>2.6 Mantenciones preventivas y correctivas</b> .....	32
<b>3. Resultados</b> .....	37
<b>3.1 Características del Instructivo</b> .....	37
<b>3.2 Presentación del Instructivo</b> .....	37
<b>4. Conclusiones</b> .....	39
<b>5. Referencias</b> .....	40
<b>6. Anexos</b> .....	41

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen N°1:</b> Mapa Conceptual Franquicia Tributaria.....	13
<b>Imagen N°2:</b> Zonas climáticas según radiación Solar .....	15
<b>Imagen N°3:</b> Buscador SEC de STS autorizados .....	17
<b>Imagen N°4:</b> Proyección de instalaciones SST.....	23
<b>Imagen N°5:</b> Esquema de funcionamiento de SST.....	24
<b>Imagen N°6:</b> Deposito Acumulador SST Heat-Pipe 150 lts .....	26
<b>Imagen N°7:</b> Estructura Galvanizada SST 150 lts.....	27
<b>Imagen N°8:</b> Estanque de Expansión.....	28
<b>Imagen N°9:</b> Funcionamiento Válvula Antirretorno.....	29
<b>Imagen N°10:</b> Válvula termostática.....	29
<b>Imagen N°11:</b> Válvula Manual de 3 vías .....	30
<b>Imagen N°12:</b> Válvula de Seguridad .....	30
<b>Imagen N°13:</b> Válvula reductora de Presión .....	31
<b>Imagen N°14:</b> Esquema completo red de agua con SST .....	31
<b>Imagen N°15:</b> Eficiencia Colector Plano v/s Tubos al vacío.....	32
<b>Imagen N°16:</b> Recomendaciones de mantención Acesol.....	33
<b>Imagen N°17:</b> Reemplazo de equipo de 4 años de vida, sin mantención .....	36
<b>Imagen N°18:</b> Ánodo de sacrificio y Resistencia eléctrica contaminada .....	36
<b>Imagen N°19:</b> Portada y Reverso de Instructivo.....	38
<b>Imagen N°20:</b> Interior Instructivo.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1:</b> Normativa Vigente .....	12
<b>Tabla N°2:</b> Proveedores Autorizados SEC .....	19
<b>Tabla N°3:</b> Subsidios Totales 2011-2020 .....	21
<b>Tabla N°4:</b> Subsidios de Reconstrucción.....	22
<b>Tabla N°5:</b> Descripción de elementos básicos para una correcta mantención.....	34

## 1. Introducción.

En la actualidad, los paneles solares son considerados una instalación indispensable en un universo de viviendas, especialmente en viviendas sociales y obras de edificaciones públicas. Estos generan un gran aporte al ahorro energético, ya que captando radiación solar logran elevar la temperatura del agua, evitando o reduciendo en gran cantidad el uso de caldera o calefón.

Este ahorro es muy atractivo a la hora de querer instalarlos porque con una pequeña inversión inicial se estará ahorrando de manera continua en nuestro consumo de energía eléctrica o gas. Además, se utilizará una fuente de energía renovable que es amigable con el medio ambiente.

Pero el problema recae aquí, una vez instalados los Sistemas Solares Térmicos (SST) solo se observa el ahorro de energía, sin considerar cómo extender al máximo la vida útil de este artefacto.

Los paneles consisten básicamente en un serpentín formado por un ducto de agua de material polimérico que, luego de que el agua se caliente, llega a un termo que la contiene. Este recorrido utiliza válvulas que controlan el paso del agua. Aquí se encuentra un eslabón muy importante a revisar, ya que es la primera pieza susceptible a falla ante una simple acumulación de sarro o distintos materiales que puedan modificar la dureza del agua.

### 1.1 Antecedentes.

La inquietud por esta problemática surge al evaluar la razón por la cual los paneles solares han ganado territorio. Todo recae sobre la premisa de buscar energías alternativas y renovables, teniendo como respaldo que estas pueden ser más económicas para el usuario, pero principalmente avaladas por la necesidad de reducir el consumo de hidrocarburos y otros elementos contaminantes. Es justamente, en este último término, donde el fin y los medios podrían presentar conflicto, ya que los paneles solares son fabricados

principalmente a base de materiales de difícil descomposición y complejos de reutilizar. Por lo tanto, si no satisface su vida útil deja de cumplir el propósito de alternativa eficiente y se transforma en desecho.

Sumado a lo anterior, debido al fuerte aumento en el uso de este sistema para el Agua Caliente Sanitaria (ACS), toma gran importancia las consecuencias que estos generan, teniendo así un impacto en un mayor número de usuarios y posteriormente generando mayores efectos sobre el medio ambiente.

Así como se visualiza una problemática al completar su vida útil, se pueden visualizar grandes ventajas durante su marcha, porque se aprovecha de buena manera la energía solar, se reduce el consumo de combustibles y se genera un ahorro económico a largo plazo. Es por esto, la importancia de potenciar la capacidad y eficiencia del sistema térmico de agua caliente sanitaria, extendiendo lo máximo posible sus años de funcionamiento. Además, esto permite dar seguridad a los consumidores debido que uno de los requisitos de los fabricantes de paneles, para poder hacer uso de la garantía, es la exigencia de mantenimientos de forma regular (cada 1 a 3 años dependiendo las condiciones de calidad del agua, ambientales y antigüedad del sistema).

Si bien la energía solar es un área que se ha investigado desde antes de 1900, es aún considerada una fuente de energía nueva, en la que su información es reciente y propensa a muchos cambios. A pesar de que el principio fundamental del sistema de termo paneles no ha sufrido grandes variaciones durante los últimos años, si han ido mejorando la calidad y prestaciones que estos ofrecen.

En Chile existen distintas marcas que producen y comercializan estos artefactos, desde una etapa de ingeniería, instalación y finalmente la mantención y post venta.

Uno de los principales clientes para este mercado es el Ministerio Público, por medio de programas de subsidios para viviendas sociales.

## 1.2 Descripción del problema y alcances.

Para el estudio de este caso se deberán considerar distintos factores como los artefactos instalados, quiénes son los usuarios y los distintos métodos mediante los cuales se han

obtenido los paneles solares, ya que pueden ser instalados por medio de una compra directa o por medio de programas de subvención. Una vez reconocidos los distintos participantes en esta problemática se debe evaluar el por qué no se realizan las distintas mantenciones, las que según fabricantes, se debieran hacer con una periodicidad de entre uno a tres años dependiendo de la calidad de agua.

Además, se analizarán los distintos costos involucrados en la mantención y la evaluación de los diversos motivos de por qué no se realizan estas, buscando llegar al problema real y proponiendo una solución efectiva y viable a lo largo del tiempo, para conseguir que los paneles solares representen fielmente una solución económica y amigable con el medio ambiente, reduciendo al máximo su emisión de residuos debido al desuso y fallas por falta de mantención.

Como información previa y existente se ha podido recopilar distintas sugerencias hechas tanto por fabricantes como por la entidad reguladora y de inspección chilena. Datos que, si bien guardan cierta relación entre distintos emisores, estos no entregan verdades únicas respecto a la periodicidad de las mantenciones. Además, en algunos casos se exhibe un extenso listado de revisión que incluye inspecciones desde cada 6 meses en adelante, lo que es una alta frecuencia que en ningún caso lo exigen sus fabricantes.

El problema consiste en cómo la falta de mantención en los sistemas termo solares van produciendo un desgaste inevitable en los equipos y alteran las condiciones internas, generando desperfectos, fallas y hasta amenaza de enfermedades propagadas por medio del vapor de agua. Según las condiciones del agua que ingresa al equipo va a variar los efectos que esta genere, pero en el escenario más favorable disminuye la vida útil de este a la mitad de los años.

Para conseguir lo anterior, se debe realizar búsquedas efectivas en internet, documentos de investigación, información técnica de proveedores y comunicación directa con algunas empresas del rubro, ya sea mediante correo, llamados telefónicos o directamente visitas a las oficinas.



### 1.3 Objetivos.

Por medio del presente trabajo, se busca conseguir el siguiente objetivo general:

Crear un instructivo claro para realizar una mantención preventiva y económica de todos los equipos presentes en la instalación de Paneles Solares para agua caliente sanitaria en Chile, con los pasos a seguir y la periodicidad que sea necesaria. Dicha mantención busca realizar un proceso preventivo y a la vez evitar un excesivo gasto en mantención, para alargar a la mayor cantidad de años posible la vida útil del sistema termo solar. Con el uso del instructivo, se logrará realizar un real aporte al medio ambiente, disminuir la huella de carbono relacionada a estos y un ahorro económico para el usuario.

En conjunto a lo anterior se busca entregar información clara al cliente al momento de hacer la compra.

Los objetivos específicos son:

- 1.- Conocer las características de los Paneles Solares para agua caliente sanitaria que se instalan en Chile.
- 2.- Conocer las leyes y normativas que rigen la instalación y mantención de los equipos que componen los paneles solares para agua caliente sanitaria en Chile.
- 3.- Conocer las características de la oferta y demanda de los paneles solares para agua caliente sanitaria que se instalan en Chile.
- 4.- Evaluar cual debiera ser la mantención preventiva de los paneles solares para agua caliente sanitaria que se instalan en Chile para evitar un excesivo gasto en la mantención y alargar a la mayor cantidad de años posible la vida útil del sistema termo solar.
- 5.- Crear un manual que entregue información clara al cliente al momento que el tenga solicitar el servicio de mantención preventiva de los paneles solares para agua caliente sanitaria en Chile."

### 1.4 Metodología de trabajo.

Por medio de la recopilación de información técnica entregada directamente por los proveedores de SST, se irá realizando el paso a paso de manera genérica de cómo debe llevarse a cabo la mantención de los SST, generando un punto intermedio de lo

recomendado por distintos fabricantes. La información técnica se reflejará por medio de instrucciones simples para conocimiento de cualquier usuario, buscando entregarle una guía didáctica donde pueda reconocer las distintas piezas y factores claves a la hora de realizar el servicio de mantenimiento preventiva.

Sumado a la recopilación de datos directa de proveedores, se toma en cuenta recomendaciones e información entregada por la Acesol (Asociación Chilena de Energía Solar), Documentos de investigación científica, videos de proveedores autorizados y Trabajos de Título, incluyendo un Trabajo de Título de la Universidad Federico Santa María, donde un estudiante ya hizo una aproximación al funcionamiento de estos, entregando un análisis de las instalaciones de SST en Chile.

## 2. Desarrollo.

### 2.1 Antecedentes Legales y Políticos.

En cuanto a la legislación vigente, se han considerado los SST para aplicación de franquicias tributarias, estas se han ido modificando con el paso del tiempo, en favor de los Sistemas Solares Térmicos.

Es así como en mayo de 2018 la Ley 20.897 modifica la Ley 20.365, la que regía desde 2016, que en su artículo 1° solo consideraba la instalación de Sistemas Termo Solares, la que a partir de esta nueva publicación pasa a incluir “su instalación y mantenciones obligatorias mínimas”.

Se considera en esta ley un aporte fiscal para la instalación de equipos nuevos en viviendas hasta 3.000 UF, siendo un aporte enfocado a las empresas constructoras, las que, al instalar nuevos equipos en viviendas destinadas a habitación, podrá deducir de su pago de impuestos a la renta el valor de compra, instalación y mantenciones obligatorias mínimas del SST. En el caso de viviendas entre 2.000 y 3.000 UF, aplicando la siguiente operación aritmética  $(3.000 - Vv) / 10$ , donde Vv corresponde al “valor de la vivienda”. El presente aporte no rige para viviendas que superen los 3.000 UF.

También se puede aspirar al beneficio en caso de que el equipo termo solar sea compartido entre varias viviendas, viéndose afectado el monto máximo del reembolso.

Condiciones:

- 1- Vivienda nueva
- 2- SST Nuevo.
- 3- Aporte de al menos 30% del promedio anual de ACS que necesita la vivienda.
- 4- La mantención del equipo debe estar garantizada.

Actualmente las distintas empresas proveedoras de equipos y servicios Termo Solares se encuentran dentro de un marco regulatorio de dos regulaciones. En primer lugar, la Resolución 14.175, la que modifica el punto 5.1 de la Resolución exenta 1.150, la que detalla los requisitos de autorización de organismos de Certificación. En segundo lugar, se encuentra la resolución 1.185, que establece un procedimiento electrónico para el registro de colectores térmicos, colectores solares térmicos integrados y depósitos acumuladores.

## 2.2 Procedimientos y normas vigentes.

Para evaluar los procedimientos a seguir se ha recopilado información de distintos proveedores nacionales y ACESOL (Asociación Gremial que reúne a promotores del desarrollo de energía solar en Chile). Es esta última quien entrega la mayor cantidad de directrices para respaldar un claro manual de mantención, debiendo ordenar la información y manejarla para hacerla llegar de manera simple y práctica a los usuarios.

Como ya se mencionó en el punto anterior, hay múltiples leyes, normas y reglamentos que rigen, dando lineamientos para beneficios tributarios y de distintas condiciones que estos equipos deben cumplir. Estas se muestran a continuación en tabla elaborada de manera organizada según su alcance.

**Tabla N°1:** Normativa vigente.

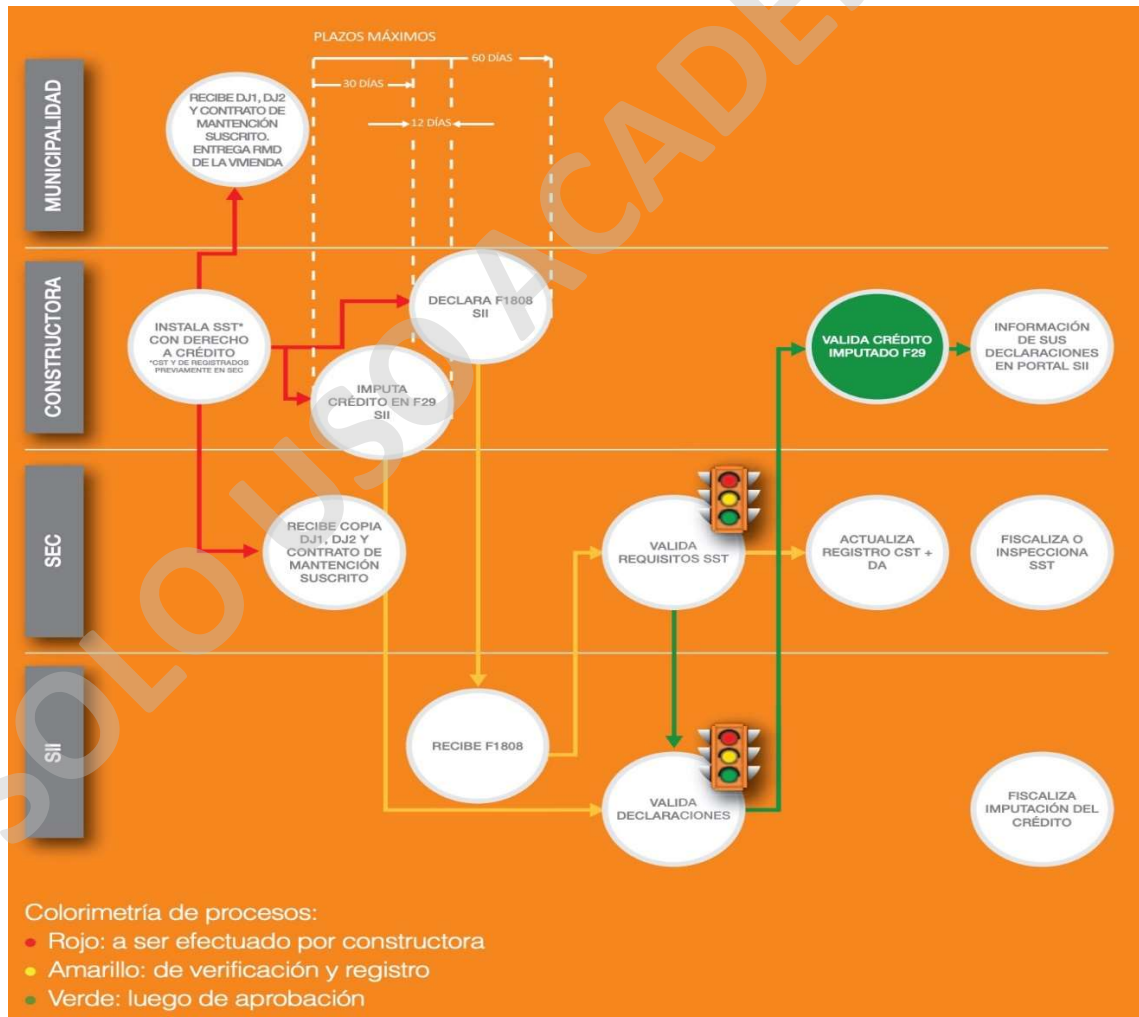
ITEM	CONTENIDO	ALCANCE
Documentación	Ley 20.365 Ley 20.897 Tabla Comparativa de Normas Reglamento	Franquicias Tributarias Modifica Ley 20.365
Marco Regulatorio	Resolución 14.175 Resolución 1.185	Modifica Resolución 1.150 Registro Electrónico.
Inspección	Resolución 2.490 Resolución 2.526 Oficio Circular 6.556 Anexo Memoria de Cálculo OC 6.556 Resolución 1.480 Planilla de Solicitud RE 1.480 Resolución 2.810 Informe de Inspección Planillas Detalle CST, CSTI, DA	Modifica Resolución 3.681 Modifica Resolución N°2 Envío de antecedentes  Envío de solicitudes  Envío de Informes.
Protocolos	Resolución 1.186 Resolución 3.165 Resolución 1.392 PDA PSCT	Ensayos para certificación Ensayos para DA Ensayos para PCST y PDA
Organismos de Certificación	Resolución 9.582 Resolución 16.414 Resolución 2.829	Empresa SICAL ICOMCER CESMEC
Laboratorios de Ensayo	Resolución 0977	SILAB
Organismo de Inspección	Resolución 1.069 Resolución 839 Resolución 2.300	SILAB ECOGAS CAUR
Productos Autorizados	Publicados en buscador web	

**Fuente:** Elaboración Propia.

En cuanto a los entes administrativos involucrados se encuentran las empresas constructoras, Servicio de Impuestos Internos (SII), Super Intendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), Organismo de Certificación y finalmente los municipios. Las que se encuentran detalladas a continuación del siguiente mapa conceptual, descrita directamente por el Ministerio de Energía por medio de su página web (Ministerio de Energía, 2020)

Los que interactúan tal como se muestra a continuación en el mapa conceptual entregado en folleto informativo correspondiente a proceso 2015-2020 de postulación a franquicias tributarias.

**Imagen N°1:** Mapa Conceptual Franquicia Tributaria



**Fuente:** Informativo Franquicia Tributaria 2015-2020, Ministerio de Energía.

- **Empresa Constructora (EC):** Según el artículo 1º, de la citada Ley, las empresas constructoras tienen derecho a deducir del monto de sus impuestos, un crédito equivalente a un porcentaje del valor de los SST, de su instalación y mantenimiento, según el valor de la vivienda de que se trate.
- **Servicio de Impuestos Internos (SII):** Recibe la imputación del crédito tributario a través de la declaración mensual en el Formulario 29, recibe declaración jurada con las características del proyecto de SST a través del formulario N° 1.808. Fiscaliza la correcta imputación del beneficio tributario establecido en la Ley 20.365.
- **Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC):** Le corresponde establecer y administrar un registro de colectores solares térmicos (CST) y depósitos acumulación (DA). Verifica el aporte solar del proyecto y recepción una copia autorizada del contrato de mantenimiento del SST instalado que debe tener una vigencia de al menos 5 años y fiscaliza el cumplimiento de la Ley y su reglamento.
- **Organismo de Certificación:** Entidad privada independiente, encargada de autorizar u homologar la certificación de colectores solares y depósitos acumuladores, de acuerdo con los procedimientos establecidos por la SEC.
- **Municipalidad:** Otorga la recepción municipal definitiva (RMD) de la vivienda. Recepción y revisa la documentación del proyecto de construcción de la vivienda individual o colectiva y en particular la exigida para acceder al beneficio tributario también debe decepcionar una copia autorizada del contrato de mantenimiento del SST instalado. La Ley también resguarda la calidad y vida útil de los SST, ya que establece la obligación de suscribir un contrato de mantenimiento por un período de 5 años contados desde la recepción municipal definitiva del inmueble que permitan mantener la validez de la garantía de funcionamiento de los SST bajo los términos señalados en el inciso primero del artículo 8º de la Ley N° 20.365.

Luego, como parte del marco regulatorio se entregan Requerimientos de contribución solar mínima según cada una de las 6 zonas climáticas a lo largo del país, al que hace mención el Reglamento Decreto Supremo N°331.

**Imagen N°2:** Zonas Climáticas según radiación Solar.



ZONA CLIMÁTICA	RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MEDIA ANUAL (H) [KWh/m² año]	CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA [%]
A	$1948 \leq H$	64
B	$1701 \leq H < 1948$	56
C	$1454 \leq H < 1701$	48
D	$1208 \leq H < 1454$	41
E	$961 \leq H < 1208$	33
F	$961 < H$	26

**Fuente:** Informativo Franquicia Tributaria 2015-2020, Ministerio de Energía.

### 2.3 Proveedores y servicios que entregan.

Chile cuenta con un amplio universo de proveedores autorizados, son cerca de 150 empresas las que cuentan con certificación de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) para la comercialización de productos Termo Solares.

Para conseguir esta certificación SEC, cada empresa debe ingresar formularios de inscripción y luego cumplir con los protocolos y reglamentos (Anexo al final del documento), además, de la posterior inspección correspondiente. El ingreso de formularios se debe hacer de forma digital por medio de la página [www.sec.cl](http://www.sec.cl), la que cuenta con un sistema de registro web, donde el usuario SEC puede ingresar y *“registrar resoluciones que autoricen los productos Colector Solar Térmico, Depósito Acumulador y Colector Solar Integrado para acceder al beneficio tributario que otorga el Estado, según lo establecido en la Ley 20.365. Además, entrega reportes de apoyo al negocio y permite cargar en la base de datos de la SEC la información de las instalaciones de SST a los cuales se les entregó el beneficio tributario, a partir de las Declaraciones Juradas del SII”<sup>1</sup>*.

Este registro trabaja en conjunto con el buscador web asociado, en el que cualquier persona puede buscar los productos autorizados de cada marca registrada, permitiendo verificar si un SST cumple con los requisitos para acogerse a los beneficios tributarios asociados.

A continuación, en la Imagen N°3 se puede ver como al ingresar al portal SEC, primero se selecciona marca, luego tipo de sistema y se puede pinchar en buscar, donde mostrara como resultado los productos autorizados y sus características (Tipo de producto, Marca, Modelo, Empresa Solicitante y Resolución). El ítem de Resolución cuenta con hiper vinculo a la resolución de autorización del equipo, archivo que puede ser descargado libremente por cualquier usuario.

---

<sup>1</sup> Ver punto 5.-Referencias Bibliográficas 10 (pág. 40)



### Imagen N°3: Buscador SEC de STS autorizados

#### Productos Autorizados

Ingrese los datos del producto y presione el botón Buscar

Aplicar filtro:

Tipo de Equipo: COLECTOR CON DEPOSITO INTEGRADO ▼

Marca: CALDER ▼

Buscar Limpiar

#### Resoluciones de Autorización de Productos

2 registros encontrados. Mostrando 2

Tipo Producto	Marca	Modelo	Empresa Solicitante	Resolución
COLECTOR CON DEPOSITO INTEGRADO	CALDER	ECOPANEL CALDER T21	CALDER SOLAR S.A.	<a href="#">15335-2016</a>
COLECTOR CON DEPOSITO INTEGRADO	CALDER	ECOPANEL CALDER T27	CALDER SOLAR S.A.	<a href="#">15337-2016</a>

V. 2018/01/12a

**Fuente:** Superintendencia de Electricidad y Combustibles, (2018). Ministerio de Energía, Rescatado de <http://wlhttp.sec.cl/BuscadorSST/buscador.do>

El informe entregado por Termic, quien da las referencias de post venta para dos equipos de venta masiva, con tecnología similar a la competencia, pero sin entregar lineamientos en cuanto a la periodicidad de los cuidados que se debieran tener, entrega antecedentes técnicos para la realización de una correcta mantención de estos paneles, la que será analizada en términos de costos y trascendencia en la expectativa de vida del equipo.

Estos equipos se comercializan con tres formatos de funcionamiento: Colector Solar Plano, Colector Solar de tubos al vacío y Colector Solar Integrado (CSI).

Tal como ya fue explicado en el punto 1, estas partes van generando un ciclo de circulación del agua, lo que será explicado en detalles más adelante, donde se podrá ver el esquema de circulación de un Colector Solar Plano.

Por su parte, se evidencia que de igual manera la compañía Calder Solar, una de las empresas líderes en el mercado termo solar, entrega un producto de similares características que va entregando antecedentes ante la formulación de un procedimiento universal, permitiendo comparar de manera pareja a los distintos proveedores y, por medio de este estudio, un resultado global que sea aplicable a un gran universo de SST.

A continuación, se muestra en la Tabla 2 el listado de proveedores autorizados por la SEC, entidad que regula las certificaciones de los equipos.

SOLO USO ACADÉMICO

**Tabla N°2: Proveedores Autorizados SEC.**

<b>LISTADO PROVEEDORES SEC</b>	
<b>COLECTOR CON DEPÓSITO INTEGRADO</b>	<p>Aeonmate, Andater, Andesco, Aquaheiss, Astersa, Atesur, Audsun, Babysun Solar, Bemak, Bhercon, Bki, Bravo-Group-Chile, Britec, Bst, Calder, Calpack Mark4, Chaffoteaux, Chromagen, Cieloclaro, Cosmosolar, Cys Energy, Del Paso Solar, Delpaso Solar, Dimas, Domum, Eagle Solar, Ecefen, Eco Flare, Eco Friends, Ecoenergetico, Ecolife, Ecopanel, Ecopanel Internacional, Ecosol, Ecosolis, Enalsa, Energen, Enersolar, Epresol, Ernc-Chile, Eurostar, Fivestar, Genersys Eco, Gesta Energia, Gexa, Greenenergy, Greenone Tec, Greenonetec, Haining Onosi, Hefal, Helioakmi, Huayang, Hucusol, Iconergy, Icosen Comercializadora, Ieris, Instalit, Instalit S.A., Jiajiare, Jinyi, Junkers, Kaitec, Khone, Kioto Clear Energy Ag, Koning/Iberia, Koning Sonne, Kuhn, Kvg, Kvisol, Lucky Solar, Maestranza Termica, Maitenes Solar, Md System, Md System Limitada, Megasun, Metawe, Modulo Solar, Nativo, Ngp, Norsol, Novasolar, Nuevosol, Onosi, Orbis, Pampa Austral, Paralelo 35, Prisma Term, Prisma Therm, Prismasolar, Promasol, Redsolar, Reisol, Riello, Riovalle, Riovalle Mr, Sai Kang Sewh, Shentai, Siasol, Solar 33, Solar Heating, Solarpanel, Solartime, Sole, Solepanel, Solimpeks, Solius, Sonne Aktion, Sonnenkraft, Splendid, Starke, Starkee, Sun Energy, Sunchile, Sunenergy, Sunlight Energy, Sunpower, Sx Solar, Tecnoverde, Termic, Thermoplus, Thermosun, Thersol, Uniclimal, Ursus Trotter, Vitasol/Ksol, Vitasol Ksol, Vittaly, Wefkosol, Winter, Wufco Natu, Zimex Smart Energy.</p>

<b>COLECTOR SOLAR</b>	Acv, Andater, Anwo, Apricus, Astersa, Baoguang, Baxi, Bki, Boetec, Bosch, Britec, Buderus, Chaffoteaux, Chromagen, Dimas, Ecer, Eco Life, Ecoenergetico, Ecopanel, Eneko, Energen, Energie, Energie Solaire Sa, Eq4, Esse, Farenhouse, Flux Solar, Genersys, Greenergy Suntask Shentai, Greenone Tec, Guangdone Fivestar, Hitek, Hucusol, Insisolar, Instalit, Intisol, Isofoton, Jinyi, Jsq Suntask Shentai, Junker, Kaltemp, Kbb, Khone, Kuhn, Leblond, Mangan Eco-Energy, Md System, Megasun, Nesol, Nimrod, Novasol, Novasolar, Primasolar, Psw Sonnen Warme Ag, Rand, Redsolar, Riello, Riovalle, Riovalle Mr, San Vicente Konning Sonne, Schuco Internacional Kg, See-Solar Energy Equipment, Solepanel, Solimpecks, Sonnenkraft, Splendid, Ssolar, Stelinox, Stibel-Eltron, Sun Energy, Sunbelt, Sunpower, Sunrain, Sunset, Termic, Termicol, Uniclima, Unisolar, Viessmann, Wasco, Wefkosol, Wolf.
<b>DEPÓSITO ACUMULADOR</b>	Assa Ingenieria, Assler Maestranza, Astersa, Britec, Chromagen, Cordivari, Eco Life, Ecopanel, Elbi, Eneko, Energen, Enersolar, Greentek, Instalit, Isener, Kuhn, Lapesa, Maestranza Termica, Mecalia, Psw Sonnen Warmeag, Sammler, Sicc, Sicc Spa, Solepanel, Splendid, Sunset, Termic, Tml, Winter, Zani.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.4 Descripción de usuarios.

Se debe distinguir entre dos principales tipos de usuarios, público y privado:

**Público:** En cuanto al ámbito público, el estado es un gran cliente de manera indirecta. Por medio de distintos mecanismos de beneficios fiscales, el estado de Chile entrega facilidades para la instalación, uso y mantención de sistema termo solares (parte de distintos beneficios para promover el uso de energías renovables no convencionales).

El principal mecanismo de compra estatal es por medio de la subvención mediante empresas constructoras, las que, al instalar estos equipos en las viviendas sociales, *“podrán descontar el costo del SST, el costo de instalación y el costo de mantención del*

*SST por 5 años, del monto de sus pagos provisionales obligatorios de la Ley sobre Impuesto a la Renta o contra cualquier otro impuesto o retención.”<sup>2</sup>*

Si bien no se logró recabar información directa de manera fidedigna respecto al número de SST instalados por medio del subsidio, si se logró hacer una aproximación por medio del monto total del aporte fiscal para este ítem, monto directo de subsidio, y valor promedio de SST. El valor del total del subsidio para el periodo 2015-2020 corresponde a 25.000.000.000 equivalentes al año 2015, lo que llevado a valor presente 2020 equivale a 28.955.307.355.

**Tabla N°3:** Subsidios Totales 2011-2020

Número de Subsidios para instalar SST en el PPPF	2011-2015	2016-2020	Participación Regional
15 Arica y Parinacota	11	17	0,10%
1 Tarapacá	80	83	0,50%
2 Antofagasta	1.800	1.997	12,00%
3 Atacama	100	116	0,70%
4 Coquimbo	1.063	1.182	7,10%
5 Valparaíso	1.454	1.614	9,70%
6 L.G.B. O'Higgins	727	815	4,90%
7 Maule	1.931	2.147	12,90%
8 Bio Bio	1.709	1.897	11,40%
9 Araucanía	1.076	1.198	7,20%
14 Los Ríos	643	716	4,30%
10 Los Lagos	522	582	3,50%
11 Aysén	-	-	0,00%
12 Magallanes	-	-	0,00%
13 Metropolitana	3.872	4.293	25,80%
<b>TOTAL</b>	<b>14.988</b>	<b>16.641</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>2</sup> Ver punto 5.- Referencias Bibliográficas 11 (pag.40)

**Tabla N°4:** Subsidios de Reconstrucción.

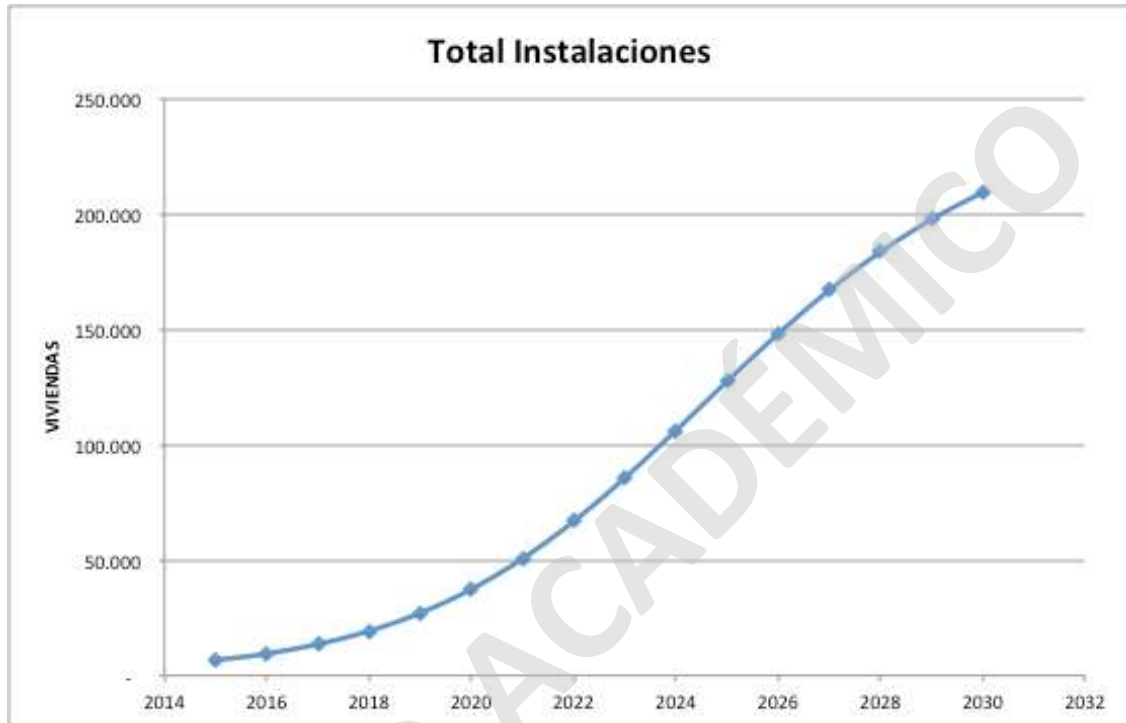
Región	Total Subsidios SST asignados	Subsidios SST en proceso de resolución	TOTAL
Arica-Parinacota	5	473	478
Tarapacá	612	450	1.062
Atacama	260	929	1.189
Valparaíso	89	140	229
<b>TOTAL</b>	<b>966</b>	<b>1.063</b>	<b>2.958</b>

**Fuente:** División Técnica de Fomento, (2015). Ministerio de Energía, Recuperado de [energia.gob.cl](http://energia.gob.cl)

**Privado:** En el ámbito privado se hace aún más difícil la recopilación de datos para la entrega de un catastro de SST instalados en el país. La información presentada a continuación es parte de un estudio de título entregado el año 2016, quien por medio de una proyección matemática logra hacer un acercamiento a la inversión privada, llevando este cálculo incluso hasta el año 2030.

Para el año 2020 se registra un total de 40.000 Instalaciones Termo Solares domiciliarias instaladas de manera privada, incorporando un crecimiento exponencial hasta llegar sobre las 200.000 para el año 2030.

**Imagen N°4:** Proyección de instalaciones SST hasta año 2030.

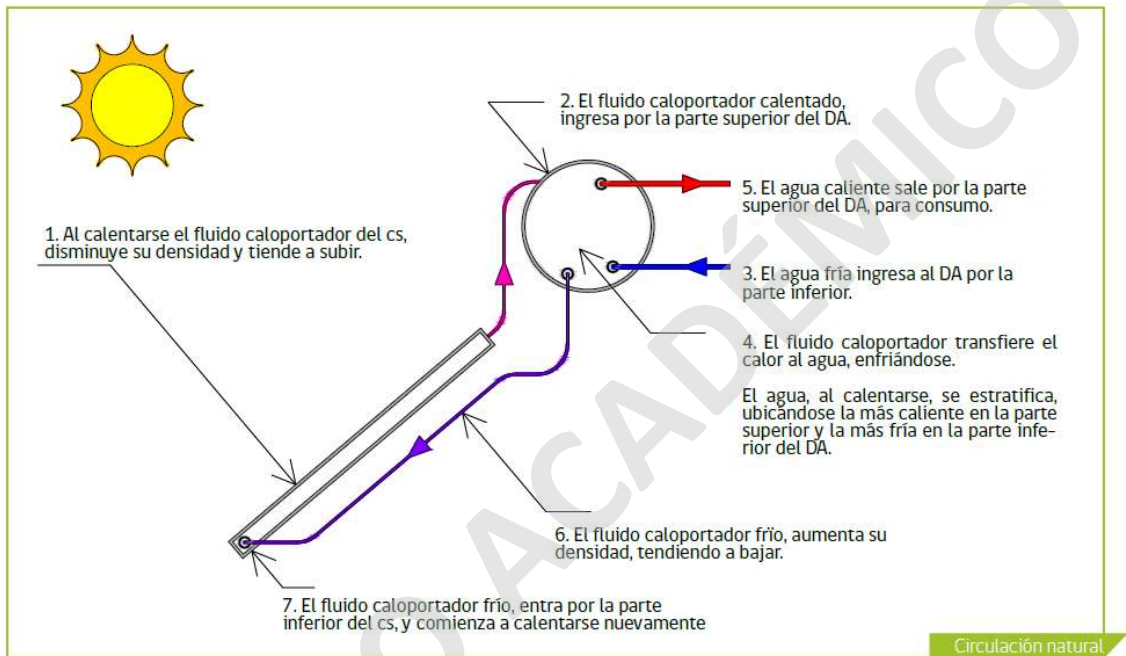


**Fuente:** Lavín Bello, C. (2016). Análisis del mercado de energía solar en el sector residencial (Memoria, Universidad de Chile, Santiago, Chile) <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139154/Analisis-del-mercado-de-energia-solar-en-el-sector-residencial.pdf>

Finalmente, como evaluación global, estamos hablando de un universo de 74.587 SST instalados al año 2020, cifra que debiera ir creciendo de manera exponencial en el ámbito privado y crecer al menos a la misma tasa en el ámbito público, lo que significaría duplicar esta cifra el año 2025.

## 2.5 Partes y componentes de los SST.

**Imagen N°5:** Esquema de funcionamiento de SST.



**Fuente:** Lanata, C. (2014) Manual Sistema Solares Térmicos Minvu.

En cuanto a sus partes, estos cuentan principalmente con los siguientes elementos:

- a. **Colector Solar:** Panel solar diseñado para el aprovechamiento de la energía solar térmica por medio de la captación de radiación solar. Estos van recubiertos generalmente por un vidrio que funciona como protector y método de conservación del calor al producir un efecto invernadero. Estos pueden ser principalmente dos tipos; de placa plana o de tubos al vacío (heat-pipe).



Estos colectores a su vez están conformados por:

- **Cubierta:** Protector de vidrio (en algunos casos podría ser de plástico, pero se omitirá para efectos de estudio). Este cumple con la misión de reducir las pérdidas por convección y radiación, buscando obtener la mayor transmitancia térmica posible.
  - **Canal de Aire:** Es la sección de aire que comprende entre la cubierta y la placa absorbente, espacio que es calculado con el objetivo de equilibrar pérdidas de temperatura y evitar el alza a niveles muy elevados en caso de ser muy reducido.
  - **Placa Absorbente:** La placa absorbente es el elemento que absorbe la energía solar y la transmite al líquido que circula por las tuberías. La principal característica de la placa es que debe tener una gran absorción solar y una emisión térmica reducida. Los materiales comunes al no cumplir con este requisito, utilizan materiales combinados para obtener la mejor relación absorción / emisión.
  - **Tubos o conductos:** Los tubos están en contacto directo a la placa absorbente con el objetivo de lograr el mayor intercambio de energía posible. Por estos circula el líquido que se calentará y luego será depositado en el tanque de acumulación.
- b. Depósito Acumulador:** Depósito donde se retiene el agua caliente acumulada, cuenta con entrada de agua fría en su parte inferior junto al intercambiador de calor, y salida para agua caliente por su parte superior donde sale lista para consumo.

Cuenta con un sistema interno con el fin de evitar la corrosión producida por el agua caliente en su interior y por su parte externa cuenta con una capa aislante para evitar pérdidas de temperatura y finalmente un protector ante posibles golpes o contactos con humedad.

**Imagen N°6:** Depósito acumulador SST Heat-Pipe 150 lts.



**Fuente:** Arias Bravo, M. (2018). Análisis de las instalaciones de sistemas solares térmicos para una vivienda urbana (Tesis, Universidad Federico Santa María, Concepción, Chile). Recuperada de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46791>

- c. Intercambiador de calor (tubular, serpentín o camisa):** Este se sitúa en un extremo del circuito primario. Para aumentar su eficiencia, se busca contar con la mayor superficie de contacto posible, por eso, este tiene forma de serpentín. Si el agua que ingresa se encuentra más fría que el serpentín, este se calentará y luego quedará disponible para consumo.

El intercambiador de calor calienta el agua de consumo a través del calor captada de la radiación solar. Se sitúa en el circuito primario, en su extremo. Tiene forma de serpentín, ya que así, se consigue aumentar la superficie de contacto y, por lo tanto, la eficiencia.

El agua que entra en el acumulador, siempre que esté más fría que el serpentín, se calentará. Esta agua, calentada en horas de sol, nos quedará disponible para el consumo posterior.

**d. Estructura de Soporte:**

La estructura soportante CST debe cumplir con lo siguiente:

- Debe contar con los suficientes puntos de apoyos, respaldado según estudio de cálculo realizado por profesional del área.
- Debe contar con dilatación en caso de variaciones térmicas.
- La estructura debe contar con protección ante corrosión, ya sea por agentes ambientales como propia combinación de agua y aire. Por lo que debe ser galvanizado o con anticorrosivo.

**Imagen N°7:** Estructura Galvanizada SST 150 lts.



**Fuente:** Arias Bravo, M. (2018). Análisis de las instalaciones de sistemas solares térmicos para una vivienda urbana (Tesis, Universidad Federico Santa María, Concepción, Chile). Recuperada de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46791>

**e. Tuberías:** Estas se subdividen en circuito primario y circuito secundario.

- **Circuito primario:** consiste en un circuito cerrado que transporta el calor desde el captador hasta el acumulador con líquido anticongelante para controlar la temperatura. Una vez que este fluido se enfría baja hasta volver a calentarse. Este, dependiendo del tipo de panel puede estar fabricado con cañerías de cobre o en el caso de los sistemas Heat Pipe que son de cristal (vidrio).

- **Circuito Secundario:** Circuito entre el depósito acumulador y el sistema auxiliar (calefón o caldera), este es de menor presión por lo que existe mayor diversidad de materiales, dentro de los más usados está el de Polipropileno (PPR).
- f. **Aislación:** Como método de aislación se ocupan principalmente ductos premoldeados de lana mineral u otros materiales que cubran de forma completa la cara exterior de tuberías por donde circulan los fluidos. Se debe evitar que en las uniones de estas queden espacios sin cubrir.
- g. **Sistema de expansión:** Al ser un sistema presurizado, se debe evitar que este eleve la presión hasta valores muy altos, por lo que la finalidad de este es absorber la dilatación de los fluidos.

**Imagen N°8:** Estanque de Expansión.

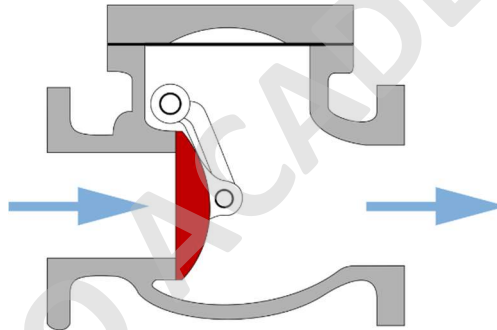


**Fuente:** Arias Bravo, M. (2018). Análisis de las instalaciones de sistemas solares térmicos para una vivienda urbana (Tesis, Universidad Federico Santa María, Concepción, Chile). Recuperada de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46791>

**h. Válvulas:** Los sistemas termo solares cuentan con variados tipos de válvula, ya que tanto por eficiencia de funcionamiento como por aspectos de seguridad se deben regular variables como la temperatura de fluidos, la dirección de fluidos, la presión y el permitir cortar en el circuito para poder realizar inspecciones sin necesidad de vaciar el sistema completo. A continuación, se presentan distas válvulas con su respectiva imagen referencial.

- **Antirretorno:** Válvula que solo permite circulación de fluidos de manera unidireccional, evitando así retorno de agua fría a estanque de acumulación.

**Imagen N°9:** Funcionamiento Válvula Anti-retorno.



- **Termostática:** Válvula que permite regular la temperatura de mezcla que debe entregar el sistema.

**Imagen N°10:** Válvula termostática.



- **Manual de 3 vías:** Válvula que permite disponer del sistema a utilizar, permitiendo el bloqueo de circulación del agua del STS, quedando solo con el sistema auxiliar como método de temperar el agua.

**Imagen N°11:** Válvula Manual de 3 vías.



- **De seguridad (liberación de presión):** Permite liberación de presión para descompresión del estanque acumulador.

**Imagen N°12:** Válvula de Seguridad.



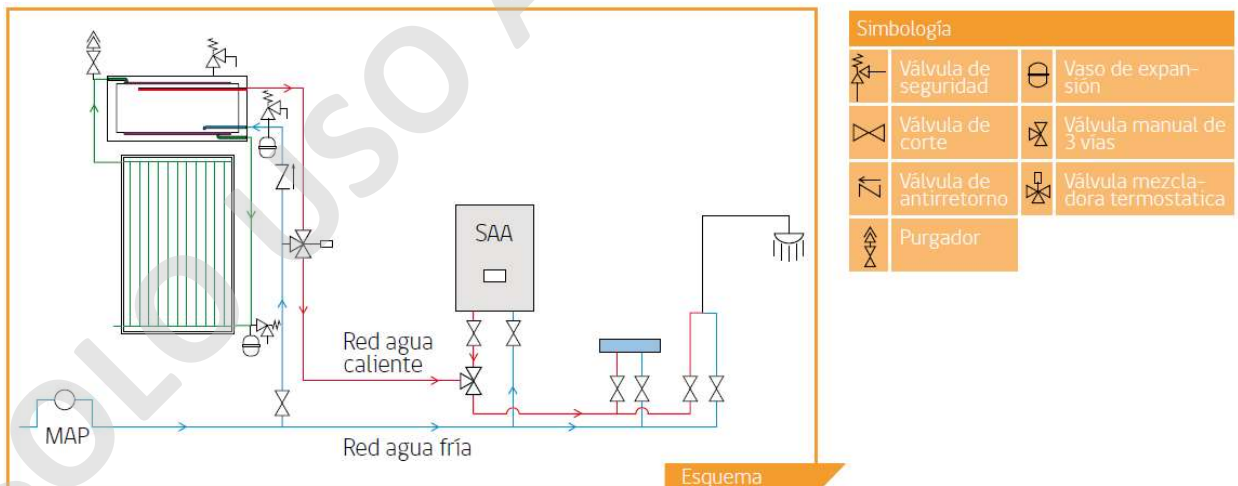
- **Reductora de presión:** Esta permite el control de presión del sistema, cuenta con manómetro para registro de variaciones.

**Imagen N°13:** Válvula reductora de Presión.



- i. Sistema energía auxiliar:** Como los SST no buscan ser un sistema único, ya que lograr todo el aporte energético de manera independiente lo transformaría en un sistema ineficiente, estos cuentan con un sistema de apoyo, generalmente un calefón o caldera, el que logra elevar un delta de temperatura y suplir en casos de periodos de baja radiación.

**Imagen N°14:** Esquema completa red de agua con SST.

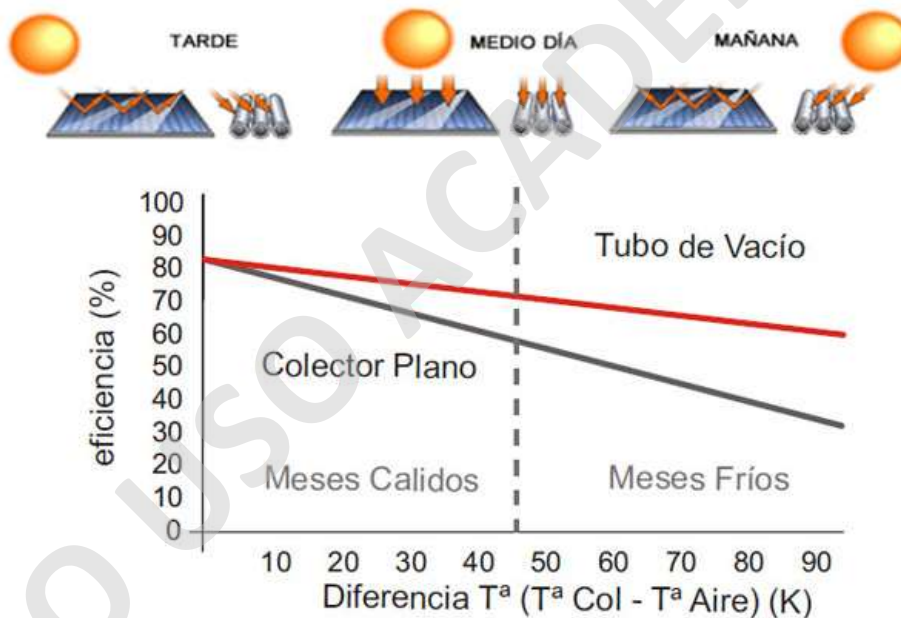


**Fuente:** Minvu. (2014) Manual Sistema Solares Térmico, Chile.

## 2.6 Mantenciones preventivas y correctivas.

Para el análisis y confección del plan de mantenimiento se enfocará en los Sistemas Solares Térmicos Termosifón de Tubos al vacío (Heat Pipe), ya que estos son reconocidos por ser los de mejor rendimiento entre los sistemas de Termosifón, tal como lo muestra el siguiente gráfico entregado por Solepanel (Proveedor autorizado SEC).

**Imagen N°15:** Eficiencia Colector Plano v/s Tubos al vacío.



**Fuente:** Solepanel (2011). Recuperado de [http://www.solepanel.cl/sistemassolares\\_sst.html](http://www.solepanel.cl/sistemassolares_sst.html)

Tal como indica Acesol, se debe distinguir entre dos tipos de mantenciones, una de manera visual que puede ser realizada por el mismo usuario, y una de inspección técnica que debe ser realizada por un técnico capacitado. A continuación, se adjunta las recomendaciones entregadas por Acesol.



### Imagen N°16: Recomendaciones de mantención Acesol.

QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS Y EL CUMPLIMIENTO  
de presiones y temperaturas: si  
SUS COSTOS, CONDICIONES Y GARANTÍA.



#### ¿Qué mantención requiere un SST?

Existen dos tipos de mantención:

Mantención ordinaria: que tiene y puede hacer el usuario

Mantención técnica: a cargo de un especialista. El límite entre las dos no está definido por ningún reglamento o normativa. En esta sección se han agrupado ambos tipos de mantención.

Monitoreo visual del estado de los colectores.

Monitoreo de las temperaturas del sistema de captación solar y sistema de acumulación.

Monitoreo de las presiones de trabajo del circuito primario y secundario (en caso de ser un sistema con circuito solar cerrado).

Verificación del líquido caloportador (en caso de ser un sistema con circuito solar cerrado).

Verificación de las presiones de funcionamiento de la bomba.

Verificación de las presiones de trabajo del o los vasos de expansión.

Verificación de las presiones y temperaturas de los acumuladores.

Verificación del correcto funcionamiento de los componentes de seguridad: vaso de expansión, purgadores de aire y válvulas de seguridad.

Verificación de correcto funcionamiento de las válvulas de pasada.

Verificación del correcto funcionamiento de los displays indicativos.

**Fuente:** Acesol. (2019) Información Técnica, Recuperado de <https://acesol.cl/informacion-tecnica/gu%C3%ADa-de-usuarios-de-sistemas-solares-t%C3%A9rmicos.html>

Este estudio está basado en la realización de mantenciones preventivas, ya que al hacer estas de manera correctiva ya se ha generado algún daño colateral en el equipo, sobre todo si esta falla involucra al ánodo de sacrificio o el nivel de anticongelante, los cuales son los elementos más propensos a fallar con el paso del tiempo.

Al tratarse de mantenciones preventivas, se ha determinado en el presente estudio que estas deben realizarse con una periodicidad de 1 año, con un margen máximo de 1,5 años en lugares donde las condiciones del agua sean altamente favorables (bajo contenido mineral en el agua). Esta cifra está determinada por la media entregada por proveedores en sus sitios web, manuales y videos publicados por técnicos especialistas de marcas autorizadas.

A continuación, se presentan los principales elementos a evaluar en una mantención preventiva y su correspondiente descripción. Estos deben ser revisados y según la condición en que se encuentre deberá ser reemplazado, o reparado.

**Tabla N°5:** Descripción de Elementos básicos para una correcta mantención.

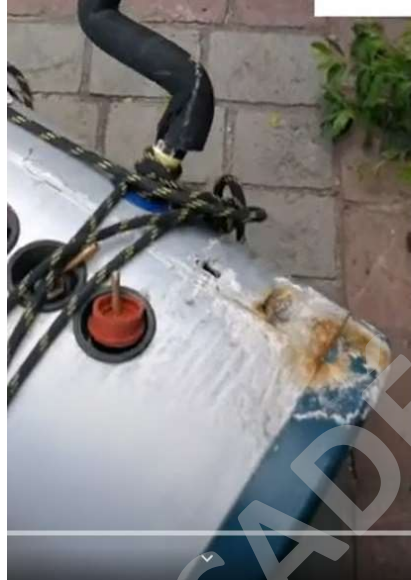
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
VÁLVULA MEZCLADORA	Esta válvula se ubica a la salida del depósito acumulador, mezcla agua fría con agua caliente para entregar agua a una temperatura de consumo que sea segura. Esta válvula se mueve cada vez que varía la temperatura de entrada a esta, y por lo mismo, para funcionar bien, necesita tener este movimiento. Como la válvula mezcladora es la que recibe toda el agua caliente del estanque, puede tender a calcificarse, o llenarse de calcio, igual como pasa en los hervidores de agua, y esto hace que le cueste tener el movimiento que le permita funcionar bien, y por ende regular la temperatura de salida de la válvula. Si usted nota que el agua de su sistema solar ya no baja tan caliente como antes, lo más probable es que la válvula mezcladora esté calcificada.
TAPA DE REGISTRO A LA VISTA	En esta tapa se encuentra el acceso al interior del estanque, donde se encuentra el ánodo de sacrificio de magnesio.
TAPA DE REGISTRO INTERIOR	Es necesario abrir esta tapa para hacer la mantención.
ÁNODO DE SACRIFICIO	Es una barra de magnesio, o ánodo de magnesio, o ánodo de sacrificio, usado para eliminar que las corrientes galvánicas oxiden el estanque. Este ánodo es la pieza clave para que el estanque dure 25 años, al igual que las barras de magnesio debajo de un barco, el ánodo se “oxida” antes que el estanque, atrae la corrosión, y por lo mismo, disminuye su tamaño con el pasar de los meses. Si la barra se llega a agotar, el estanque queda sin protección contra las corrientes galvánicas, y empieza a corroer el estanque, quitando vida útil. El ánodo de

	sacrificio es muy económico, en Termic SE puede encontrar este repuesto.
REFRACTÓMETRO ÓPTICO	Se requiere verificar la proporción de Propilen Glicol del sistema, con un refractómetro óptico podemos ver cuál es esta protección y ajustar los niveles del circuito cerrado. El refractómetro se puede comprar en <a href="http://www.veto.cl">www.veto.cl</a> y tiene un costo aproximado de \$30.000
POLVO ANTICALCAREO	Es usado para eliminar el calcio de las piezas del sistema solar. Se puede comprar en <a href="http://www.anwo.cl">www.anwo.cl</a> y tiene un costo aproximado de \$8.000 por cada kilo que sirve para aproximadamente 5 servicios.
<i>ANTICONGELANTE (PROPILEN GLICOL)</i>	Este líquido se pone en el circuito cerrado, en el panel y en la camisa (tank-in-tank) del estanque acumulador para proteger el sistema solar de congelamientos. Es importante que sea Propilen y no Etilen Glicol ya que el Propilen es de grado alimenticio, y el Etilen es tóxico en caso de que llegase a ingerirse. El Etilen Glicol se usa como anticongelante de auto, y el Propilen Glicol se usa para fabricación de remedios, son dos alcoholes que le bajan el punto de congelamiento al agua, pero para nuestro uso (sistemas solares térmicos) se exige que sea Propilen Glicol.

**Fuente:** Termic. (s.f.). Como hacer mantención a un panel solar con deposito acumulador/termosifón. Recuperado de <https://www.termic.cl/post/2016/06/23/como-hacer-mantenci%C3%B3n-a-un-panel-solar-con-deposito-acumulador-termosif%C3%B3n>

Finalmente, se revisó la experiencia documentada por medio de videos, en los que técnicos muestran instalaciones, reemplazos de equipos y mantenciones. A continuación, se muestran dos ejemplos. Primero el caso del reemplazo de un equipo marca Primasolar, el que luego de cumplir 4 años de vida, sin recibir mantención, debió ser desechado debido al colapso del estanque producto de la oxidación de este.

**Imagen N°17:** Reemplazo de equipo de 4 años de vida, sin mantención.



**Fuente:**

[https://www.youtube.com/watch?v=BdHmH2Cewkc&ab\\_channel=www.Solartek.cl](https://www.youtube.com/watch?v=BdHmH2Cewkc&ab_channel=www.Solartek.cl)

Luego, en el caso la siguiente imagen, correspondiente al video de una mantención, se logra ver claramente como sale contaminado el ánodo de sacrificio y la resistencia eléctrica.

**Imagen N°18:** Ánodo de sacrificio y Resistencia eléctrica contaminada.



**Fuente:** [https://www.youtube.com/watch?v=lirZcGRqu-U&ab\\_channel=Emisol](https://www.youtube.com/watch?v=lirZcGRqu-U&ab_channel=Emisol)

### 3. Resultados

#### 3.1 Características del Instructivo.

El instructivo busca ser una ayuda para quienes cuentan con Sistema Termo Solares en su vivienda.

En primer lugar, este debe ser de fácil comprensión y atractivo a la vista, logrando llamar la atención del usuario que no necesariamente va a tener gran interés por el contenido, sino que solo va a buscar en este un respaldo técnico.

En segundo lugar, debe ser preciso en las aclaraciones, con información confiable y sustento técnico, el que en este caso está respaldado por proveedores de equipos certificados.

Por último, este buscará generar conciencia de la importancia de realizar estas mantenciones a tiempo, con la finalidad de generar mayor eficiencia en el equipo, alargar su vida útil y maximizar el aporte medioambiental que esta energía renovable no convencional (ERNC) ofrece.

#### 3.2 Presentación del Instructivo.

A continuación, se presentan dos imágenes:

- Foto 1: Página reverso de díptico y portada (de izquierda a derecha). Portada con imagen ilustrativa de zonas climáticas, este busca enseñar el potencial de uso de energía solar en Chile.
- Foto 2: Cuerpo central de díptico con contenido paso a paso de manera resumida y referencial, el objetivo de este es entregar nociones básicas acerca del mantenimiento, no es un manual técnico de cómo realizar estas.

**Imagen N°19: Portada y reverso de Instructivo.**

### ¿POR QUÉ HACER MANTENCIÓN?

+ VIDA ÚTIL

MEJORES RESULTADOS



CUIDAMOS NUESTRO PLANETA

**SE RECOMIENDA REALIZAR ESTAS MANTENCIONES PREVENTIVAS ANUALMENTE.**

#### PRECIOS DE REFERENCIA

DESCRIPCIÓN	PRECIOS
Resistencia eléctrica de apoyo para equipo no presurizado.	\$ 15.000
Válvula de tres vías 3/4"	\$ 20.000
Válvula de tres vías 1/2"	\$ 15.000
Válvula anti retorno 1/2" check.	\$ 4.500
Resistencia eléctrica de magnesio 1500W.	\$ 23.000
Mono mando mezclador.	\$ 8.000
Fujómetro TacoSetter Inline 3/4"x1/2"	\$ 25.000
Refractómetro óptico para revisión.	\$ 30.000
Polvo Anti calcáreo Kalklöser ? (200g).	\$ 1.600
Resistencia eléctrica para equipo presurizado.	\$ 25.000

\* Los valores indicados corresponden al precio de venta y son referenciales según oferta de mercado, estos podrían variar.



**UNIVERSIDAD MAYOR**  
para espíritus emprendedores

### MANTENCIÓN ÓPTIMA DE PANELES SOLARES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA



- Zona Climática A
- Zona Climática B
- Zona Climática C
- Zona Climática D
- Zona Climática E
- Zona Climática F

Santiago de Chile, 2020

**Imagen N°20: Interior instructivo.**

## INSTRUCTIVO

### MANTENCIÓN SISTEMA TERMO SOLAR DE TUBOS AL VACÍO

- #### 1. PREPARACIÓN

Tapar panel, cortar agua y electricidad como medida de seguridad. Abrir tapón superior y sacar tapa de acceso para vaciar estanque.


- #### 2. REVISIÓN ÁNODO DE SACRIFICIO

Revisar y limpiar el ánodo, ya que este acumula todo el calcio del agua. En caso de que tenga diámetro <12mm debe ser reemplazado.


- #### 3. REVISIÓN Y DESCALCIFICACIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

Aplicar Desincrustante si la resistencia se encuentra cubierta por calcio. Sumergir en solución 1/10 entre desincrustante y agua tibia.


- #### 4. REVISIÓN DEL ESTANQUE

Revisar y limpiar interior de restos de tierra o minerales.


- #### 5. REVISIÓN DE ANTICONGELANTE

Revisar y rellenar con líquido Propilen Glicol hasta nivel sugerido. Comprobar que circuito cerrado no contenga vacíos.


- #### 6. VÁLVULA MEZCLADORA

Sacar válvula, revisar movimientos y limpiar interior con Desincrustante.


- #### 7. VIDRIO DEL PANEL

Limpiar con agua una vez que el panel este frío.


- #### 8. VÁLVULAS Y LLAVES

Abrir y cerrar válvulas y llaves de paso, verificando correcto funcionamiento.


- #### 9. REVISIÓN ESTRUCTURA

Debe estar firme y sin óxido. Revisar apriete de pernos.


- #### 10. FIN MANTENCIÓN

Dejar todo en su lugar y realizar prueba de presión, verificando que no existan pérdidas.



## 4. Conclusiones.

A lo largo de este trabajo se pudo concluir como Chile cuenta con un gran potencial de uso de energía solar, proyectándose importantes alzas de uso de este tipo de energía para los siguientes años. Si bien es considerado una ERNC, esta ya ha tomado una gran importancia en los últimos años donde ya se han ido formando antecedentes de usos y cuidados.

Gracias a esto que fue posible recopilar importantes cifras y diversos documentos técnicos acerca de instalación y mantenimiento de Sistemas Termo Solares, sobre los que se pudo crear un instructivo para el usuario, con la intención de que este pueda entender la importancia de realizar estos trabajos de cuidado, y lo minuciosas que deben ser estas, entregando de manera fácil y rápida un listado de los pasos a realizar.

Si bien los trabajos preventivos tienen un fuerte sustento económico, buscando extender la vida útil y así maximizar el ahorro que estos equipos generan, se logró apoyar el mensaje de lo significativo que este es para el cuidado de nuestro planeta, reduciendo los residuos que se generarían en caso de tener que desechar prematuramente estos equipos.

## 5. Referencias.

1. Acesol. (s.f.). Guía de usuarios de Sistemas Solares Térmicos. Recuperado de <https://acesol.cl/info-tecnica/gu%C3%ADa-de-usuarios-de-sistemas-solares-t%C3%A9rmicos.html>
2. Ardenete, F., Beccali, G., Cellura, M., & Brano, V.L. (2005). Life cycle assessment of a solar thermal collector. *Renewable energy*, 30(7), 1031-1054.
3. Arias Bravo, M. (2018). Análisis de las instalaciones de sistemas solares térmicos para una vivienda urbana (Tesis, Universidad Federico Santa María, Concepción, Chile). Recuperada de <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46791>
4. Cataldo Escobar, J. (2018). Diagnóstico del comportamiento de dos sistemas solares térmicos orientados a la generación de agua caliente sanitaria en viviendas sociales mediante el programa de protección al patrimonio familiar: Aplicación en la Región Metropolitana.
5. Lanata, C. (2014). Manual Sistema Solares Térmicos Minvu.
6. Sielfeld, R., & Petersen, H. (2007). Sistemas Solares Térmicos. Manual de diseño para el calentamiento de agua.
7. Lavín Bello, C. (2016). Análisis del mercado de energía solar en el sector residencial (Memoria, Universidad de Chile, Santiago, Chile). Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139154/Analisis-del-mercado-de-energia-solar-en-el-sector-residencial.pdf>
8. Marín, Martínez, L. (2018). Plan de mantenimiento preventivo y mejora del rendimiento de una instalación de energía solar para producción de ACS. (Trabajo Fin de Máster Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla.
9. Termic. (s.f.). Como hacer mantención a un panel solar con deposito acumulador/termosifón. Recuperado de <https://www.termic.cl/post/2016/06/23/como-hacer-mantenci%C3%B3n-a-un-panel-solar-con-deposito-acumulador-termosif%C3%B3n>
10. Superintendencia de Electricidad y Combustibles, (2020). Recuperado de <http://ww5.sec.cl/colectoressolares/login/ingresoUsuarioSEC.do>
11. Ministerio de Energía, (2020). Recuperado de [www.energia.gob.cl/educacion/que-son-los-sistemas-solares-termicos](http://www.energia.gob.cl/educacion/que-son-los-sistemas-solares-termicos)



## 6. Anexos

### Glosario:

- a) **Sistema Solar Térmico para Agua Caliente de Uso Sanitario o Sistema Solar Térmico o SST**: Sistema que integra un Colector Solar Térmico, un Depósito Acumulador y un conjunto de otros componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica, la que se transmite a un fluido de trabajo, y por último, almacenar dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo o en otro, para ser utilizada en los puntos de consumo de Agua Caliente Sanitaria, en adelante e indistintamente ACS. Dicho sistema podrá ser complementado con algún sistema convencional de calentamiento de agua, sin embargo, este no se considerará parte del Sistema Solar Térmico.
- b) **Sistemas Solares Térmicos Prefabricados**: Conjunto integrado de componentes que se comercializan como un solo producto, listo para instalar, con configuraciones fijas.
- c) **Sistema Solar Térmico de Circulación Forzada**: Sistema que utiliza una bomba para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del (de los) colector(es).
- d) **Sistema Solar Térmico de Termosifón**: Sistema que utiliza solo los cambios de densidad del fluido de transferencia de calor para lograr la circulación entre el colector y el acumulador o entre el colector y el intercambiador de calor.
- e) **Sistema Solar Térmico Directo**: Sistema de calentamiento solar en el que el agua calentada para consumo final pasa directamente por el colector.
- f) **Sistema Solar Térmico Indirecto**: Sistema de calentamiento solar en que un fluido de transferencia de calor, diferente del agua para consumo final, pasa a través del colector.
- g) **Sistema auxiliar de calentamiento de agua**: Corresponde al sistema que se utiliza para complementar la contribución solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente.

- h) **Sistema Solar Térmico Unifamiliar:** Sistema Solar Térmico (SST) utilizado por una sola vivienda.
- i) **Sistema Solar Térmico Multifamiliar:** Sistema Solar Térmico (SST) utilizado por dos o más viviendas.
- j) **Vivienda:** Los bienes corporales inmuebles destinados a la habitación y las dependencias directas, tales como estacionamientos y bodegas amparadas por un mismo permiso de edificación, o un mismo proyecto de construcción, siempre que el inmueble destinado a la habitación propiamente tal constituya la obra principal.
- k) **Colector Solar Térmico o CST o Colector:** Dispositivo que forma parte de un Sistema Solar Térmico, diseñado para captar la radiación solar incidente, transformarla en energía térmica y transmitir la energía térmica producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.
- l) **Banco de colectores:** Conjunto de colectores solares térmicos instalados sobre una misma estructura y conectados entre sí.
- m) **Absorbedor:** Componente de un conector solar térmico destinado a absorber energía radiante y transferir esta energía a un fluido en forma de calor.
- n) **Área de abertura o área de apertura de un CST:** Corresponde a la proyección en un plano de la superficie transparente del colector expuesta a la radiación solar incidente no concentrada.
- o) **Superficie instalada de colectores solare térmicos:** Corresponde a la suma de las áreas de abertura de cada colector solar térmico instalado, que pertenezca a un mismo Sistema Solar Térmico.
- p) **Depósito Acumulador o Acumulador (DA):** Depósito que forma parte de un Sistema Solar Térmico, donde se acumula la energía térmica producida por los Colectores Solares Térmicos.
- q) **Intercambiador de calor interno:** Elemento que sirve para transferir energía del circuito primario al circuito secundario. Se dividen en internos al acumulador y externos al acumulador.
- r) **Intercambiador de calor interno tipo camisa:** Intercambiador de calor interno donde la transferencia de calor se realiza por el manto del acumulador hacia el agua de consumo.
- s) **Contribución Solar:** Es la fracción entre la energía anual aportada por el SST a la salida del acumulador y la demanda energética anual de agua caliente sanitaria estimada para la respectiva vivienda.

- t) **Circuito primario:** Circuito de transferencia de calor entre los colectores y el intercambiador de calor. En el caso de sistemas directos corresponde al circuito entre los colectores y el acumulador.
- u) **Circuito secundario:** Circuito que se ubica entre el intercambiador de calor y el (los) acumulador (es).
- v) **Circuito de consumo:** Circuito entre el acumulador y los puntos de consumos de ACS.
- w) **Flujo inverso:** Corresponde a la circulación de fluido en sentido contrario a la del diseño en cualquier circuito del SST.
- x) **Integración Arquitectónica del SST:** Tipo de instalación de un SST donde los CST que lo conforman sustituyen elementos constructivos convencionales o bien son elementos constituyentes de la envolvente del edificio y de su composición arquitectónica.

SOLO USO ACADÉMICO



DIARIO OFICIAL

DE LA REPUBLICA DE CHILE

Nim. 39.440.- Año CXXXII - N° 320.108 (A.L.R.)

Santiago, Miércoles 19 de Agosto de 2009 Edición de 184 Páginas

Ejemplar del día \$365 - (IVA incluido) Atrasado \$760 - (IVA incluido)

Table with 4 columns: SUMARIO, Normas Generales, Poder Legislativo, Poder Ejecutivo, and various ministerial sections like Ministerio de Hacienda, Ministerio de Educación, etc.



**UNIVERSIDAD MAYOR**

Proyecto de Título

---



Biblioteca del Congreso  
Nacional de Chile / BCN

## **Historia de la Ley N° 20.897**

Modifica la Ley n° 20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos; la Ley general de servicios eléctricos y la Ley que crea la enap

**PROTOCOLO DE ENSAYOS PARA COLECTORES SOLARES TÉRMICOS**

<b>PCST N° 01</b>	:	01 de Mayo de 2010
<b>PRODUCTO</b>	:	Colectores Solares Térmicos
<b>NORMAS</b>	:	UNE-EN 12.975; Colectores Solares UNE-EN 12.976-2; Sistemas Prefabricados
<b>FUENTE LEGAL</b>	:	Ley N° 20.365 de 2009 que establece franquicia tributaria respecto de los sistemas solares térmicos.
<b>RESOLUCIÓN EXENTA</b>	:	RE N° 1186 de fecha 27 MAY 2010
<b>MODIFICADO CON FECHA</b>	:	20 MAY 2011, de acuerdo a Resolución Exenta N° <u>1392</u>

**I.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El presente protocolo establece el procedimiento para certificar e ingresar los colectores solares térmicos en los registros de SEC, de acuerdo al alcance y campo de aplicación de las normas europeas UNE - EN 12975 y JNE - EN 12976, para que dichos colectores sean productos que puedan optar al beneficio tributario de acuerdo a la Ley N° 20365.

**II.- ANÁLISIS Y/O ENSAYOS**
**TABLA A (Colector Solar Térmico)**

N°	Denominación	Norma
1	Resistencia a la presión interna	UNE - EN 12975
2	Resistencia al sobre calentamiento	UNE - EN 12975
3	De exposición	UNE - EN 12975
4	Choque térmico externo	UNE - EN 12975
5	Choque térmico interno	UNE - EN 12975
6	Penetración de lluvia	JNE - EN 12975
7	Resistencia a heladas	JNE - EN 12975
8	Presión Interna (ensayo)	UNE - EN 12975
9	Carga mecánica	JNE - EN 12975
10	Resistencia al impacto	JNE - EN 12975
11	Rendimiento térmico	JNE - EN 12975
12	Inspección final	UNE - EN 12975

DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

**PROTOCOLO DE ENSAYOS PARA DEPÓSITOS ACUMULADORES DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

<b>PDA N° 01</b>	:	<b>01 de Mayo de 2010</b>
<b>PRODUCTO</b>	:	<b>Depósitos Acumuladores de Agua Caliente Sanitaria</b>
<b>NORMAS</b>	:	<b>UNE-EN 12977-3; Depósitos Acumuladores</b>
<b>FUENTE LEGAL</b>	:	<b>Ley N° 20.365 de 2009 que establece franquicia tributaria respecto de los sistemas solares térmicos.</b>
<b>RESOLUCIÓN EXENTA</b>	:	<b>RE N° 1186 de fecha 27 MAY 2010</b>
<b>MODIFICADO CON FECHA</b>	:	<b>20 MAY 2011 de acuerdo a Resolución Exenta N°</b>

**1392**
**I.- ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El presente protocolo establece el procedimiento para certificar e ingresar los depósitos acumuladores de agua caliente sanitaria en los registros de SEC, de acuerdo al alcance y campo de aplicación de las normas europeas UNE - EN 12977-3, para que dichos depósitos sean productos que puedan optar a bonificación tributaria de acuerdo a la Ley N° 20365.

**II.- ANÁLISIS Y/O ENSAYOS**
**TABLA A**

N°	Denominación	Norma
1	Determinación de la capacidad térmica y el coeficiente global de pérdidas de calor en operación del acumulador entero sin conexiones de tubería.	UNE - EN 12977 - 3
2	Determinación del coeficiente global de pérdidas de calor en reposo del acumulador entero con tuberías.	UNE - EN 12977 - 3
3	Determinación del coeficiente de transferencia de calor de intercambiadores de calor sumergidos.	UNE - EN 12977 - 3
4	Determinación del volumen del acumulador, el coeficiente de transferencia de calor del intercambiador de calor inferior y la estratificación térmica durante la descarga.	UNE - EN 12977 - 3
5	Determinación de la estratificación térmica durante descarga con "alto" caudal.	UNE - EN 12977 - 3
6	Determinación del coeficiente global de pérdidas de calor del acumulador entero en reposo.	UNE - EN 12977 - 3
7	Determinación de la potencia de transferencia de calor de intercambiador(es) de calor auxiliar(es).	UNE - EN 12977 - 3
8	Determinación de la posición y longitud del elemento(s) a ántico(s) de calentamiento.	UNE - EN 12977 - 3
9	Determinación de la degradación de la estratificación térmica en reposo.	UNE - EN 12977 - 3

TRANSCRIPCIONES RECTIFICADAS

CONTRALORIA GENERAL  
OFICINA GENERAL DE PARTES  
05 DIC. 2005

REGISTRADO EN  
CARRERA DE LEGISLACION  
20/01/2006  
01454

REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE ECONOMÍA,  
FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN  
ASESORÍA JURÍDICA  
110828305

*[Handwritten signature]*  


APRUEBA REGLAMENTO PARA LA  
CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS  
ELÉCTRICOS Y COMBUSTIBLES, Y DEROGA  
DECRETO QUE INDICA.

SANTIAGO, 10 NOV. 2005

D.S. N° 298


VISTOS:

- 1° Lo informado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles en Oficio N° 329C, del 2005.
- 2° Lo dispuesto en el Decreto N°77, del 2004 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- 3° Lo dispuesto en la Ley N° 18.410, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- 4° Lo señalado en el artículo 60, de la Ley N°18.651, de 1987, y
- 5° Lo dispuesto en el artículo 32 N°6 de la Constitución Política de la República de Chile.

CONSIDERANDO:

- 1° Que, existe la necesidad de unificar, perfeccionar y actualizar los procedimientos de certificación de productos eléctricos y de combustibles vigentes en el país, teniendo en cuenta la experiencia internacional y la adquirida por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles sobre esta materia
- 2° Que, asimismo es necesario fijar los requisitos y obligaciones a los diferentes actores relacionados con la certificación y comercialización de estos productos.

REVISADO  
SIN OBSERVACIONES  
11 ENE. 2006 60.

11/25/06  
OFICINA DE PARTES  
SUBSECRETARÍA DE ECON.  


SOLO USO ACADÉMICO