



# Guía de buenas prácticas

CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE INSTALACIONES  
SOLARES TÉRMICAS

# Guía de buenas prácticas

CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE INSTALACIONES  
SOLARES TÉRMICAS

# Guía de buenas prácticas

## CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

### Edición:

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn • Alemania

### Signatura del proyecto a cargo:

Fomento de la Energía Solar en Chile  
(Enfoque en Tecnologías de Concentración Solar)

Marchant Pereira 150  
7500654 Providencia  
Santiago • Chile  
T +56 22 30 68 600  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

### Responsable:

Rodrigo Vásquez  
E [rodrigo.vasquez@giz.de](mailto:rodrigo.vasquez@giz.de)

### En coordinación:

Ministerio de Energía de Chile  
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Centro II  
Santiago de Chile  
T +56 22 367 3000  
I [www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)

### ISBN:

D.R© Ministerio de Energía (MINENERGIA)

### Título:

Guía de buenas prácticas con base en la experiencia de instalaciones solares térmicas

### Autores:

Andrés Véliz, Ministerio de Energía.  
Ignacio Jofré, GIZ.

### Comité de validación técnica y redacción:

Yanara Tranamil, Ministerio de Energía.  
María José Fuenzalida, Superintendencia de Electricidad y Combustible.

### Diagramación:

Paola Femenías

### Aclaración:

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto "Descarbonización del Sector Energía en Chile" implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa internacional sobre el clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor de Alemania - BMUV. Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

# **Guía de buenas prácticas**

**CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE INSTALACIONES  
SOLARES TÉRMICAS**

# Índice

---

<b>Prólogo Guía Buenas Prácticas</b> .....	<b>9</b>
<b>Disposiciones generales</b> .....	<b>10</b>
1. Objetivos y Alcances.....	10
2. Consideraciones generales.....	10
2.1. Ejes estratégicos de apoyo técnico.....	11
2.2. Iconografía.....	11
3. Definiciones.....	11
4. Nomenclatura.....	15
<b>Sistema de generación solar</b> .....	<b>16</b>
1. Definición de un Sistema Solar Térmico (SST).....	16
1.1. Tipología.....	16
1.2. Nivel Térmico.....	17
1.3. Tamaño.....	17
1.4. Componentes.....	18
1.4.1. Colector solar.....	18
1.4.2. Depósito Acumulador.....	18
1.4.3. Intercambiador de calor.....	19
1.4.4. Fluido Caloportador.....	19
1.4.5. Cañerías o Tuberías.....	19
1.4.6. Válvulas y Elementos de Seguridad.....	19
1.4.7. Bombas hidráulicas.....	20
1.4.8. Vasos de expansión.....	20
1.4.9. Sistema de Control y Elementos de Regulación.....	20
1.4.10. Aislamiento Térmico.....	20
1.4.11. Estructuras.....	20

<b>Diseño y lineamientos de SST</b> .....	<b>21</b>
<b>1. Condiciones de contorno y emplazamiento</b> .....	<b>21</b>
1.1. Relaciones con otras instalaciones.....	21
1.2. Seguridad y Protección del usuario.....	22
1.3. Necesidades para operación y mantenimiento.....	23
1.4. Calidad soluciones estructurales.....	23
<b>2. Lineamientos de Componentes</b> .....	<b>24</b>
2.1. SST Prefabricados y Colectores Solares Térmicos.....	24
2.2. Depósito Acumulador.....	25
2.3. Intercambiador de Calor.....	25
2.4. Fluido Caloportador.....	25
2.5. Cañerías o Tuberías.....	26
2.6. Válvulas y Elementos de Seguridad.....	26
2.7. Bombas Hidráulicas.....	27
2.8. Vasos de Expansión.....	28
2.9. Sistema de Control y Elementos de Regulación.....	28
2.10. Aislamiento Térmico.....	29
2.11. Estructuras.....	29
<b>3. Lineamientos de subsistemas de SST</b> .....	<b>30</b>
3.1. Sistema de Captación.....	30
3.2. Sistema de Acumulación.....	31
3.3. Sistema de Intercambio Térmico.....	31
3.4. Circuitos Hidráulicos.....	32
3.5. Sistema de Impulsión.....	34
3.6. Sistema de Control.....	35
3.6.1. Consideraciones Generales.....	35
3.6.2. Recomendaciones de Lugar de Instalación.....	35
3.6.3. Funciones.....	35
3.6.4. Protección y seguridad.....	37

3.7. Sistema de Monitorización.....	39
3.8. Sistemas de Medición.....	40
3.8.1. Para medida de temperatura.....	40
3.8.2. Para medida de presión.....	42
3.8.3. Para medida de presión diferencial.....	42
3.8.4. Como contador de agua.....	42
3.9. Sistema de Soporte y Sujeción.....	42
<b>Montaje, instalación, operación y mantención.....</b>	<b>44</b>
1. Trámite de Autorización de Productos.....	44
2. Montaje.....	45
2.1. Sistema de Captación.....	46
2.2. Sistema de Acumulación.....	46
2.3. Red hidráulica.....	46
3. Instalación.....	46
3.1. Sistema de Captación.....	48
3.2. Sistema de Acumulación.....	49
3.3. Componentes de la red hidráulica.....	50
3.3.1. Cañerías o Tuberías.....	50
3.3.2. Intercambiador de calor.....	51
3.3.3. Sistema de Impulsión.....	52
3.3.4. Vaso de expansión.....	53
3.3.5. Válvulas y Elementos de Seguridad.....	55
3.3.6. Sistema de Purga.....	56
3.3.7. Sistema de Control.....	57
3.3.8. Sistema de Medición.....	59

<b>4. Operación</b> .....	<b>60</b>
4.1. Condiciones de trabajo.....	60
4.1.1. Temperaturas.....	60
4.1.2. Presión.....	62
4.1.3. Acción combinada de temperatura y presión.....	64
4.2. Características de funcionamiento.....	64
4.2.1. Pruebas de circuitos.....	64
<b>5. Mantenición</b> .....	<b>73</b>
5.1. Mantenimiento de sistemas compuestos.....	73
5.1.1. Programa de mantenimiento preventivo.....	73
5.1.2. Programa de mantenimiento correctivo.....	79
5.2. Mantenimiento de sistemas prefabricados de circulación natural.....	79
5.2.1. Programa de mantenimiento preventivo.....	80
5.2.2. Programa de mantenimiento correctivo.....	81
<b>Documentación técnica</b> .....	<b>82</b>
<b>1. Memoria Técnica</b> .....	<b>82</b>
<b>2. Acreditación de Cumplimiento</b> .....	<b>82</b>
2.1. Documentación.....	83
2.2. Pruebas a realizar al SST.....	83



# Prólogo Guía Buenas Prácticas

Frenar el cambio climático es un desafío urgente. Por ello, desde el Ministerio de Energía impulsamos el compromiso de ser un país carbono neutral al 2050. El desafío es grande. El sector energía es responsable del 77% de las emisiones a nivel nacional. Por esto actuamos rápido, con una serie de estrategias e iniciativas que permiten alcanzar la indicada meta.

De manera complementaria, Chile debe implementar las acciones necesarias para cumplir con los compromisos adquiridos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) para así transitar hacia un desarrollo inclusivo y sostenible. Las indicadas contribuciones representan a los principales instrumentos que guían la acción climática en la búsqueda por detener el aumento de la temperatura promedio global, de aumentar la resiliencia del planeta, y de movilizar inversiones públicas y privadas en la senda de un desarrollo sostenible, que considere las variables ambientales, sociales y económicas de manera equilibrada.

En esta senda, desde el Ministerio de Energía estamos comprometidos en lograr los cambios necesarios con miras a contar con un sector energético más sustentable y con especial atención al bienestar de las personas. Es así como la política energética se basa en tres grandes propósitos e inspiran las acciones y lineamientos hacia la transición energética de Chile. Estas son lograr ser protagonistas de la acción/ambición climática, el rol de la energía para una mejor calidad de vida de los ciudadanos, y crear una nueva identidad productiva para el país, integrando energías limpias en cada proceso y actividad de nuestra economía.

La implementación de Sistemas Solares Térmicos en edificaciones, entrega oportunidades y beneficios para todas las personas, situación que se traduce en múltiples beneficios en salud y mejor calidad de vida, logrando producir y usar energías limpias localmente, sin emisiones, contribuyendo, de esta manera, a la mitigación del cambio climático.

En trabajo conjunto con el Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ) y la colaboración de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) hemos desarrollado una **Guía de buenas prácticas con base en la experiencia de instalaciones solares térmicas** que tiene por objetivo entregar recomendaciones, orientaciones y lineamientos de buenas prácticas a empresas implementadoras, operadores y usuarios de Sistemas Solares Térmicos para la generación de Agua Caliente Sanitaria, enfocándose en los procesos de selección de componentes y materiales, montaje e instalación, realización de pruebas de puesta en marcha y de entrada en operación, y en la ejecución de programas de mantención, basándose en la motivación de contribuir a su correcto funcionamiento, a su integridad material, a una producción térmica efectiva y de brindar seguridad a las personas y su entorno.

# Disposiciones generales

## 1. OBJETIVOS Y ALCANCES

La presente guía tiene por objetivo entregar recomendaciones y lineamientos de buenas prácticas a implementadores, operadores y usuarios de Proyectos de Sistemas Solares Térmicos (SST) de generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), enfocándose en los procesos de selección de componentes y materiales, montaje e instalación, realización de pruebas de puesta en marcha y entradas en operación, y en la ejecución programas de mantención diferenciados entre preventivos y correctivos, basándose en la motivación de contribuir al correcto funcionamiento de Proyectos SST, a su integridad material, a una producción térmica efectiva y de brindar seguridad a las personas y su entorno.

## 2. CONSIDERACIONES GENERALES

La presente guía propone procedimientos y especificaciones técnicas a todo proceso involucrado en el aporte energético que genera un Proyecto SST en su etapa de operación o funcionamiento, desde la etapa de diseño hasta su mantenimiento.

## 2.1. Ejes estratégicos de apoyo técnico

- Apoyar la implementación de la Estrategia de Carbono Neutralidad mediante la generación de Agua Caliente Sanitaria en el sector público y residencial utilizando energías térmicas renovables, disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Entregar seguridad a personas, animales y resguardo del medioambiente.
- Resguardar la inversión pública que se realiza en SST para la generación de ACS.
- Extender la vida útil de los SST según indicaciones de fabricantes de equipos y componentes.

## 2.2. Iconografía

Para clasificar las prácticas mostradas en las imágenes se utilizará la siguiente iconografía:



## 3. DEFINICIONES

Para efectos de la presente guía, los siguientes términos tendrán el significado y alcance que se indica:

- Sistema Solar Térmico:**  
Sistema conformado por uno o más Colectores Solares Térmicos, uno o más Depósitos Acumuladores 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 un sistema de acumulación, para ser utilizada en cubrir una demanda térmica de energía en los puntos de consumo.
- Subsistema de un SST:**  
Bloque de un SST que se asocia directamente a un proceso.
- Subsistema de generación solar:**  
Bloque del SST conformado por el campo de colectores (y elementos secundarios) en cuyo interior circula un fluido caloportador o de trabajo que absorbe la radiación solar. En este bloque se produce energía térmica en base a este proceso de absorción de radiación.

- d) **Subsistema de acumulación:**  
Bloque del SST conformado por el DA (y elementos secundarios) que almacena la energía producida en el subsistema de generación solar, con el fin de dar continuidad de operación al SST en instancias donde existe un desfase entre la producción solar y la demanda térmica.
- e) **Subsistema de distribución y suministro:**  
Bloque del SST conformado por una red de cañerías o tuberías (y otros elementos), que distribuye la energía térmica producida hacia el o los puntos de consumo.
- f) **Subsistema de transferencia de calor:**  
Subsistema conformado por intercambiadores de calor (y elementos secundarios), que permite la transferencia de energía térmica desde un fluido de mayor temperatura a otro de menor temperatura.
- g) **Subsistema de seguridad y control:**  
Subsistema conformado por válvulas, vasos de expansión, panel de control, aislamiento, actuadores, sensores, entre otros elementos, que aseguran el correcto funcionamiento del SST, así como su durabilidad.
- h) **Subsistema de circulación hidráulica:**  
Subsistema conformado por circuitos hidráulicos por los cuales circulan fluidos de trabajo o de servicio, y los cuales permiten el transporte de la energía térmica.
- i) **Sistema auxiliar de generación o Sistema de Apoyo Auxiliar:**  
Si bien son equipos que no se consideran parte del Sistema Solar Térmico, el diseño de conexionado y su acoplamiento con el SST impacta en el funcionamiento y operación del sistema de generación térmica. Corresponde al sistema que se utiliza para complementar los aportes del sistema solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la totalidad de la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de energía al sistema en especial en los días de baja radiación solar.
- j) **Instalación de pequeño tamaño:**  
Instalaciones solares con área captadora menor o igual a 10 m<sup>2</sup> o hasta 600 litros de acumulación.
- k) **Instalación de mediano y gran tamaño:**  
Instalaciones solares con área captadora mayor a 10 m<sup>2</sup> o con una acumulación superior a 600 litros.

- l) **Absorbedor:**  
Componente que transforma la radiación solar en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo en forma de calor.
- m) **Área de abertura o área de apertura de un campo de colectores:**  
Se define como el área de la cubierta sin obstáculos o el área total de la cubierta menos el área de los soportes.
- n) **Batería de colectores:**  
Conjunto de colectores solares térmicos, instalados sobre una o más estructuras, conectados entre sí con tal de generar una unidad de control mínima en términos de caudal y temperatura.
- o) **Campo de colectores:**  
Agrupación del total de baterías de colectores solares térmicos.
- p) **Superficie instalada del SST:**  
Corresponde a la suma de las áreas de abertura de cada colector solar térmico instalado, que pertenezca a un mismo SST, es decir el área de apertura del campo de colectores.
- q) **Flujo inverso:**  
Corresponde a la circulación de fluido en sentido contrario a la del diseño en cualquier circuito del SST.
- r) **Sobrecalentamiento:**  
Situación en la cual un circuito hidráulico supera la temperatura máxima de operación.
- s) **Estancamiento:**  
Fenómeno que se produce cuando el caudal al interior del circuito primario se ve interrumpido y la radiación solar continúa siendo absorbida, produciéndose un sobrecalentamiento en el fluido de trabajo hasta el punto en que la energía absorbida por el o los colectores iguala la energía perdida por estos.
- t) **Edificación residencial unifamiliar:**  
Referido a una vivienda.
- u) **Sistema Solar Térmico Unifamiliar:**  
Sistema Solar Térmico utilizado por una sola vivienda.
- v) **Sistema Solar Térmico Multifamiliar:**  
Sistema Solar Térmico utilizado por dos o más viviendas.
- w) **Edificación residencial multifamiliar o multivivienda:**  
Referida a una edificación con más de una vivienda contenida en su infraestructura.

- x) **Edificación no residencial:**  
Referida a edificaciones comerciales, de salud, educación u otras.
- y) **Agua Caliente Sanitaria:**  
Agua caliente para el consumo doméstico.
- z) **Integración Arquitectónica de los SST:**  
Tipo de instalación de un Sistema Solar Térmico donde los Colectores Solares Térmicos que lo conforman sustituyen elementos constructivos convencionales o bien son elementos constituyentes de la envolvente de la edificación y de su composición arquitectónica.
- aa) **Estructura de soporte:**  
Estructura que da soporte a Colector(es) Solar(es) Térmico(s) y/o al Depósito Acumulador. Permite la fijación de los equipos a otra estructura (como la techumbre de la edificación).
- bb) **Diagrama hidráulico:**  
Diagrama que describe y señala todas las partes, piezas, válvulas, cañerías, materialidad de las cañerías, conexiones, diámetros, aislantes, de todos los circuitos asociados a un SST.
- cc) **Temperatura media del colector:**  
Temperatura promedio del fluido entre la temperatura de entrada y de salida de un CST. También se considera como la temperatura de trabajo de un CST.

## 4. NOMENCLATURA

Para los efectos del presente reglamento las siguientes siglas, significarán:

- **ACS:** Agua caliente sanitaria.
- **CST:** Colector solar térmico.
- **DA:** Depósito acumulador.
- **VMT:** Válvula Mezcladora Termostática.
- **SEC:** Superintendencia de Electricidad y Combustible.
- **RIDAA:** Reglamento de instalaciones domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado.
- **SISS:** Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- **SST:** Sistema Solar Térmico.
- **Tmc:** Temperatura media del colector.

# Sistema de generación solar

## 1. DEFINICIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO (SST)

Es un sistema conformado por uno o más Colectores Solares Térmicos, uno o más Depósitos Acumuladores 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 un sistema de acumulación, para ser utilizada en cubrir una demanda térmica de energía en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con algún sistema convencional de generación térmica, sin embargo, este último, por definición no forma parte del SST.

### 1.1. Tipología

Los SST, en función del mecanismo de circulación del fluido térmico en su sistema, pueden ser clasificados en dos grupos generales:

- **Sistema Solar Térmico de circulación natural:** También conocido como termosifón; sistema que utiliza sólo los cambios de densidad del fluido de transferencia de calor del circuito primario, diferente del agua de consumo final, para lograr la circulación entre el colector solar y el acumulador o entre el colector solar y el intercambiador de calor.
- **Sistema Solar Térmico de circulación forzada:** SST que utiliza una bomba recirculadora para hacer circular el fluido caloportador a través del circuito primario.



Asimismo, los SST se pueden clasificar en Prefabricados y Compuestos:

- **Sistema Solar Térmico Prefabricado (de circulación natural):** Es un equipo compacto que se comercializa listo para instalar, suministrado como un solo producto y bajo una sola denominación de marca y modelo. Generalmente se utiliza para cubrir la demanda de Agua Caliente Sanitaria (ACS) de una vivienda unifamiliar o de una edificación con demanda similar a una residencial.
- **Sistema Solar Térmico Compuesto:** Sistema diseñado a medida acorde a la demanda térmica que se pretende abastecer. Generalmente, utiliza un conjunto de elementos y componentes de distinto origen, que han sido comercializados y registrados como productos independientes, entre los que se encuentran los colectores solares, acumuladores, vaso de expansión, intercambiadores de calor y bombas de circulación entre otros.



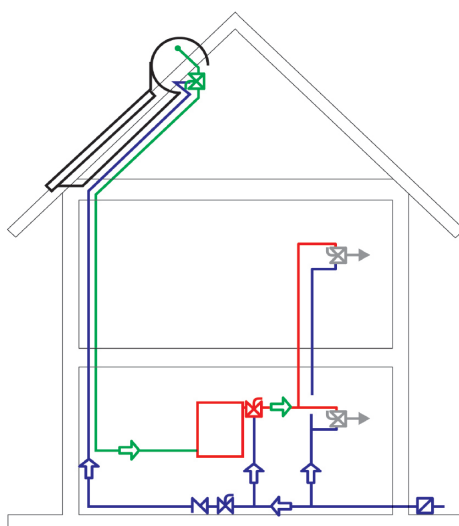
## 1.2. Nivel Térmico

Los SST, según su temperatura de trabajo, pueden ser catalogados como sistemas de alta, media, baja y muy baja temperatura. Esta guía se enfoca en sistemas de baja temperatura que se utilizan en viviendas, para calefacción y producción de ACS.

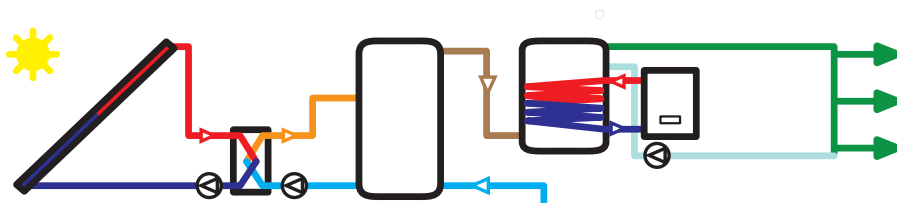
## 1.3. Tamaño

Los SST, según su tamaño, pueden ser considerados, para los alcances de la presente guía como:

- **Unifamiliar o Instalación solar de pequeño tamaño:** Instalaciones solares con área captadora menor o igual a 10 m<sup>2</sup> o hasta 600 litros de acumulación.



- **Multifamiliar o Instalación solar de mediano y gran tamaño:** Instalaciones solares con área captadora mayor a 10 m<sup>2</sup> o con una acumulación superior a 600 litros.



## 1.4. Componentes

En todo SST de baja temperatura se pueden diferenciar los siguientes componentes:

### 1.4.1. COLECTOR SOLAR

Equipo que forma parte de un SST, 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. Entre los tipos de colectores solares térmicos se encuentran:

- **Colector solar térmico de placa plana o plano:** Este tipo de panel solar capta la radiación solar recibida en una superficie para calentar un fluido. A menudo se utiliza el efecto invernadero para capturar el calor.
- **Colector solar térmico de tubos de vacío:** Este colector solar térmico consta de un conjunto de tubos cilíndricos, formados por un absorbedor selectivo, situado sobre un asentamiento reflector y rodeado de un cilindro de vidrio transparente.

### 1.4.2. DEPÓSITO ACUMULADOR

Sistema individual o colectivo de equipos de almacenamiento térmico de pequeña a media envergadura que permite acumular la energía térmica producida por el (los) colector(es) solar(es). Para los alcances de la presente guía, se utilizan para la producción de ACS.

### 1.4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Dispositivo en el que el intercambio de calor se lleva a cabo entre dos medios que poseen diferentes temperaturas. Tiene dos entradas y dos salidas por las cuales ingresan y salen dos fluidos a temperaturas distintas. Ambos fluidos, cada uno por un lado, entran en contacto con una superficie de elevada transmisión térmica, sin mezclarse. El fluido más caliente cede calor a la superficie, la que eleva su temperatura y energía interna, cediendo seguidamente dicha energía en forma de calor al fluido frío.

### 1.4.4. FLUIDO CALOPORTADOR

Fluido que almacena y transporta energía térmica al interior de un circuito hidráulico. La circulación del fluido puede efectuarse en base al proceso de convección natural causada por la diferencia de densidades (termosifón) que se presentan en el mismo fluido, o, se puede efectuar mediante el uso de bombas de recirculación. Debido a que el circuito primario es el que alcanza una temperatura mayor al resto de los circuitos del SST, es común encontrarse con SST del tipo termosifón o circulación natural.

En cuanto a la composición del fluido de trabajo o fluido caloportador en circuitos hidráulicos cerrados, esta debe ser compatible con las condiciones de operación y asegurar la vida útil del SST. A modo de ejemplo, en el circuito primario, y a causa de estar más afecto a las condiciones climáticas, generalmente se utilizan anticongelantes que ayudan a garantizar una correcta circulación del fluido de trabajo o caloportador, el que a la vez puede ser agua desmineralizada u otro fluido que no genere depósitos calcáreos, corrosión u otro efecto negativo.

### 1.4.5. CAÑERÍAS O TUBERÍAS

Elementos que interconectan hidráulicamente a todos los componentes y canalizan el movimiento de los fluidos. Dentro de un SST, las tuberías pueden ser parte de los siguientes circuitos:

- **Circuito primario:** Circuito hidráulico por el cual circula el fluido utilizado para la transferencia de calor entre los CST y el intercambiador de calor o sistemas de acumulación.
- **Circuito secundario:** Circuito hidráulico que conecta el intercambiador de calor y el (los) acumulador(es).
- **Circuito de consumo:** Circuito hidráulico entre el acumulador y los puntos de consumo.

### 1.4.6. VÁLVULAS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Elementos de control y seguridad que abren, regulan o cierran el paso del fluido al interior de un circuito hidráulico. En los SST, se cuentan con válvulas de corte, de seguridad, antirretorno, de equilibrado hidráulico, de presión diferencial, de purga y mezcladores.

### 1.4.7 BOMBAS HIDRÁULICAS

Máquinas de impulsión requeridas para el transporte de fluidos caloportadores al interior de los distintos circuitos que conforman el SST, soliendo haber dos por circuito.

### 1.4.8. VASOS DE EXPANSIÓN

Elemento de seguridad requerido en circuitos hidráulicos cerrados. Su función es absorber el aumento de volumen o dilatación del fluido frente a un aumento de temperatura y presión, evitando que la presión del circuito sea superior al valor nominal.

### 1.4.9. SISTEMA DE CONTROL Y ELEMENTOS DE REGULACIÓN

Sistema y elementos que en su conjunto permiten implementar estrategias de control y regulación para maximizar la producción solar y a la vez garantizar la seguridad en la operación del SST, a partir de la medición de una serie de parámetros como presión, temperatura, caudal u otros y la posterior actuación de elementos de control sobre componentes como bombas hidráulicas, válvulas, u otros.

### 1.4.10. AISLAMIENTO TÉRMICO

Materiales y elementos de protección térmica que permiten mitigar las pérdidas de calor causadas por la diferencia de temperatura entre dos cuerpos en contacto. En los SST, el aislamiento térmico se integra en cañerías/tuberías, depósitos acumuladores y todo elemento o componente que pueda disipar el calor.

### 1.4.11. ESTRUCTURAS

Elementos que dan soporte y sujeción al SST, resistiendo pesos de los propios componentes, sobrecargas, viento u otros.



# Diseño y lineamientos de SST

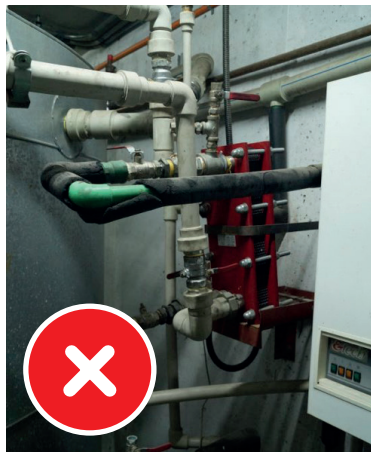
## 1. CONDICIONES DE CONTORNO Y EMPLAZAMIENTO

El sistema de captación se debe ubicar en un lugar soleado, accesible por personal autorizado e integrado con los restantes elementos constructivos. Sólo en casos que no haya alternativas, se deben explorar otras opciones.

Las soluciones constructivas seleccionadas deben respetar lo establecido por la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y ser compatibles con otros usos propios de la edificación.

### 1.1. Relaciones con otras instalaciones

- **Acometidas de agua:** Se debe diferenciar entre acometida de agua para consumo, para instalaciones centralizadas y, acometida de agua para llenado de circuito primario.
- **Acometidas eléctricas:** Requeridas para la alimentación del cuadro eléctrico del SST.
- **Desagües y red de saneamiento o alcantarillado:** Necesarias para la purga y vaciado seguro de circuitos y depósito(s) acumulador(es).



Acometidas de agua sin diferenciación entre circuito de consumo y primario.



Cuadro eléctrico fuera de norma.



Desagüe no conducido a evacuación segura.

## 1.2. Seguridad y Protección del usuario

- **Área de campo de Colectores Solares Térmicos:** Para evitar accidentes por quemaduras, debido a la alta temperatura que alcanzan los CST y componentes específicos del circuito primario, se debe restringir el acceso a personas no especializadas mediante una reja que separe el campo colector de las zonas de libre circulación. Además de proteger componentes y, restringir la manipulación por terceros no autorizados de componentes del SST, entre ellas, válvulas de seguridad, de corte, etc.
- **Sala técnica:** Para reducir riesgos, fallas y accidentes, el diseño del SST debe considerar zonas técnicas con acceso restringido a personal especializado. Las salas en general deben presentar las siguientes configuraciones:
  - Considerar espacios para la instalación de (los) depósito(s) acumulador(es).
  - Deben proyectar la instalación de vaso o sistema de expansión, intercambiadores de calor, bombas, cuadro eléctrico, entre otros, hasta centrales térmicas de apoyo.
  - Considerar la disponibilidad de espacio para asegurar una correcta operación y mantenimiento de los equipos.



Componentes instalados en sala técnica con acceso restringido a personal no autorizado.

### 1.3. Necesidades para operación y mantenimiento

Todos los componentes, materiales, accesorios y tipos de conexiones del SST que interactúen con otras instalaciones deberán estar preparados para resistir las condiciones extremas a las que se puedan someter, entre otras, presión y temperatura, condiciones ambientales y geográficas.

Las condiciones particulares de operación y mantención se deben documentar en sus respectivos manuales, especificando para cada componente todas las características, instrucciones y recomendaciones necesarias para su identificación, para conocer su funcionamiento, para garantizar su correcto uso y operación, su durabilidad y sus condiciones de mantenimiento a lo largo de su vida útil.



*Aislación y cañería afectadas por condiciones ambientales.*



*Instalación protegida de condiciones externas que generan corrosión y deterioro de material.*

## 1.4. Calidad soluciones estructurales

Todos los materiales, incluida la pernería, que requieran las estructuras de un SST, entre ellas, de soporte, auxiliar e independiente, deben cumplir con las especificaciones que indique la Norma Chilena NCh 1079.

En tanto las piezas auxiliares deben contar con protección por galvanizado o zincado, o bien deben ser de acero inoxidable.



Estructuras que no respeta norma NCh 1079.



Estructura conforma a norma NCh 1079.

## 2. LINEAMIENTOS DE COMPONENTES

### 2.1. SST Prefabricados y Colectores Solares Térmicos

Es prioritario emplear SST prefabricados y CST que se encuentren en el Registro de Productos Autorizados de la SEC, y que cuenten con un certificado de conformidad SolarKeyMark o equivalente. Adicionalmente, es recomendable contar con:

- **Ficha técnica del fabricante con principales parámetros como:** Coeficientes de rendimiento, pérdida de carga, temperatura de estancamiento, vida útil, entre otros.
- Manual de instrucciones de instalación y mantenimiento.
- Requerimientos del fluido caloportador para la tecnología CST.
- Documento que explicita condiciones y plazos de garantía del fabricante y proveedor.



## 2.2. Depósito Acumulador

Es prioritario que los depósitos acumuladores prefabricados se encuentren en el Registro de Productos Autorizados de la SEC, y que cuenten con un certificado de conformidad SolarKeyMark o equivalente. Por otro lado, es aconsejable:

- Cerciorar que los materiales que conforman el(los) depósito(s) acumulador(es) son compatibles con los otros materiales del SST.
- Reconocer el tipo de protección frente a corrientes galvánicas.
- Contar con documento que explicita condiciones y plazos de garantía del fabricante y proveedor.

## 2.3. Intercambiador de Calor

Para el caso del(los) intercambiador(es) de calor, es prioritario:

- Cerciorar que su materialidad es compatible con los fluidos de trabajo y con la materialidad de otros componentes adyacentes.
- Corroborar que los rangos de temperatura y presión del SST sean admisibles en el equipo.

## 2.4. Fluido Caloportador

Es recomendable que, el fluido caloportador que se utilice en los distintos circuitos hidráulicos que conformen el SST, tenga las siguientes propiedades:

- Alta capacidad térmica específica.
- Baja viscosidad, para reducir pérdidas de carga.
- Ser biodegradable.
- Estable para el rango de operación.
- Ser resistente a la temperatura de estancamiento.
- No se debe congelar ni evaporar a las temperaturas de trabajo.
- No favorecer la corrosión ni generación de sarro.
- No inflamable.
- No tóxico.

## 2.5. Cañerías o Tuberías

En el caso de cañerías o tuberías, es recomendable que éstas sean compatibles con el fluido de trabajo en cuanto a su composición y condiciones de operación.

En particular, la materialidad del circuito primario debe ser de cobre o acero inoxidable y soldado con soldadura de plata.

La materialidad de circuitos secundarios o de consumo debiese ser de cobre, acero inoxidable o material plástico como PPR que sea compatible necesariamente con el fluido de trabajo y sus condiciones de temperatura y presión durante todo el periodo de vida útil proyectado para el SST.

Para sistemas prefabricados, caso especial lo representa el tramo o ramal ubicado entre la salida de agua caliente del DA y la entrada de agua caliente de la Válvula Mezcladora Termostática (VMT), el que deberá resistir la presión y temperatura máxima del DA y en estas condiciones tener una vida útil de al menos 10 años. Se sugiere utilizar cobre.

## 2.6. Válvulas y Elementos de Seguridad

En la etapa de diseño, se recomienda considerar válvulas de corte en las entradas y salidas de componentes como baterías de colectores solares, depósitos de acumulación térmica, intercambiadores de calor (en el caso de ser externos) y bombas hidráulicas. Asimismo, es aconsejable contar con válvulas de corte en todas las conexiones de la válvula termostática, a la entrada y salida del circuito de consumo y distribución de agua fría y caliente y a la entrada y salida del SST para poder aislarlo del sistema auxiliar.

Es prioritario contar válvulas de seguridad en cada uno de los circuitos cerrados que considere la instalación, en cada una de las baterías de colectores, y en cada uno de los depósitos acumuladores. Las válvulas de seguridad actúan frente al exceso de presión y temperatura, aunque se debe tener en cuenta que estas no debiesen accionarse en ninguno de los casos, pues es un síntoma de un problema de diseño. Por ello, es que es fundamental contar con un sistema de expansión que proteja al circuito de los aumentos de presión y temperatura.

Para evitar flujo inverso o circulaciones naturales indeseadas, es muy aconsejable considerar válvulas de retención en la acometida de agua fría y en la impulsión de cada una de las bombas instaladas en paralelo.

Por otro lado, es prioritario considerar válvulas de equilibrado para introducir una pérdida de carga adicional en determinados componentes o subsistemas con el propósito de equilibrar lazos de circuitos conectados en paralelo. Asimismo, se recomienda utilizar válvulas de 3 vías todo-nada en circuitos de caudal constante para mantener la misma pérdida de carga en los dos lazos del circuito.

Se recomienda considerar en el diseño válvulas de drenaje que permitan el vaciado total o parcial de la instalación, las que debiesen conducir a la red de desagüe.

Para limitar y regular la temperatura y presión de los circuitos, es prioritario considerar válvulas mezcladoras, motorizadas o termostáticas.

Adicionalmente, para seleccionar o no la operación del Sistema de Apoyo Auxiliar, se recomienda utilizar una llave de tres vías, tipo L.

Por último, se recomienda considerar únicamente sistemas de purga manuales, ubicados en puntos donde la velocidad del fluido sea baja o con trampas de retención de aire, y acompañados de una válvula de corte que permita realizar la purga de aire. El flotador de los purgadores deberá ser de acero inoxidable.

## 2.7. Bombas Hidráulicas

Es recomendable que la selección de bombas hidráulicas se base en:

- Al caudal del diseño estimado y a la sumatoria de todas las pérdidas de carga generadas en equipos, tuberías y accesorios del recorrido más desfavorable.
- La compatibilidad con las propiedades de los fluidos de trabajo y mezclas anticongelantes en el caso que aplique.
- La compatibilidad con temperaturas y presiones máximas que pueda alcanzar el SST en los circuitos respectivos.

## 2.8. Vasos de Expansión

Para garantizar el correcto funcionamiento del SST, es necesario que todo circuito cerrado cuente con un vaso de expansión independiente:

- Ser cerrado y dividido en dos partes mediante una membrana elástica.
- Compatible con el fluido de trabajo y diseñado para resistir condiciones de contorno y condiciones máximas de operación.
- Con una membrana diseñada para resistir la composición de anticongelantes, temperaturas y esfuerzos mecánicos correspondientes.
- Cuya presión inicial en el lado del aire sea la preestablecida por el fabricante, ajustándose a las condiciones de cada proyecto SST.
- Cuya presurización se realice con nitrógeno.
- De calidad sanitaria (alimentaria) para el circuito secundario que trabajará con agua potable.
- Que esté diseñado en función de las condicionantes climáticas y ambientales.

## 2.9. Sistema de Control y Elementos de Regulación

Para contribuir a un correcto funcionamiento, es prioritario contar desde el diseño del SST con un sistema de control y/o elementos de regulación que mantengan los parámetros de operación dentro de los rangos establecidos y que permitan maximizar la producción solar.

Para sistemas compuestos, el sistema eléctrico y de control se encargará de la alimentación eléctrica a los distintos dispositivos electromecánicos que la componen.

La estrategia de control considerada en el diseño del SST se debe especificar en la memoria técnica, considerando un esquema eléctrico, e indicando el tipo de control que se utiliza en cada circuito y la posición de las sondas de temperatura.

El diseño también debe considerar la implementación de estrategias de funcionamiento y de protección organizando el arranque y parada de bombas, las posibles entradas en acción de las válvulas de tres vías, en caso que el diseño las considere y, cualquier otra actuación electromecánica que se prevea.

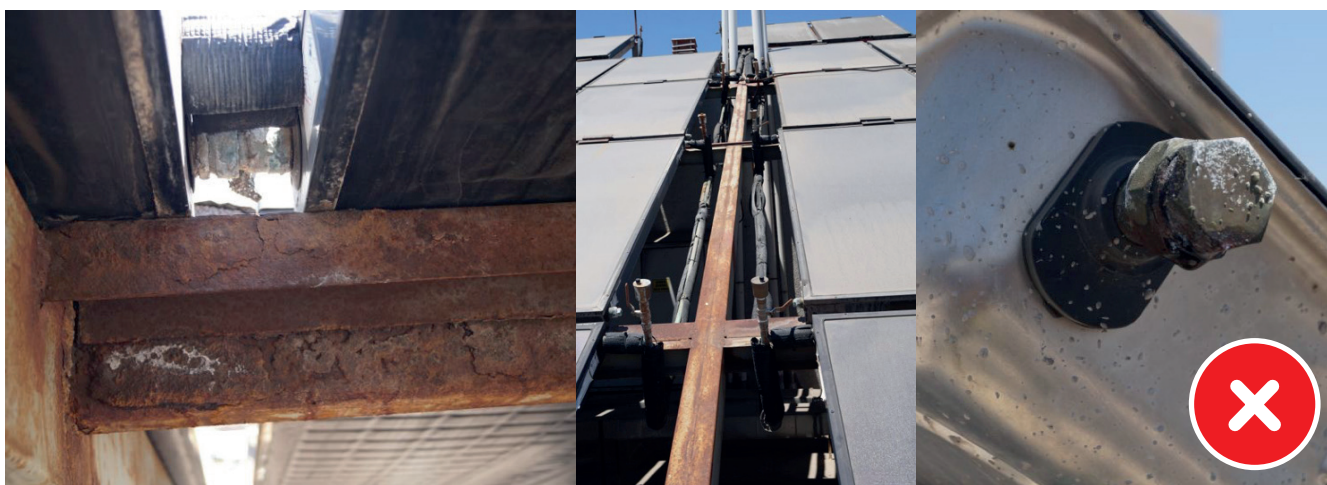
## 2.10. Aislamiento Térmico

Es de relevancia que el aislamiento térmico se emplee en las redes hidráulicas, intercambiadores de calor, depósitos de acumulación térmica y en todo componente que pueda disipar el calor.

## 2.11. Estructuras

Es recomendable que los materiales a emplear en la estructura y soporte cuenten con protección contra el efecto de la radiación solar y la acción combinada del aire y el agua. Asimismo, es relevante considerar medidas pertinentes para evitar corrientes galvánicas entre distintos metales.

En lo que respectan a las soluciones estructurales para soporte de colectores solares térmicos, se sugiere que éstas tengan la misma procedencia de los CST a implementar, debido a que es muy probable que cuenten con un diseño propio y ajustado para aquellos; igualmente, éstas estructuras podrán ser diseñadas a partir de materiales y elementos que faciliten el apoyo y sujeción de SST, resistiendo los pesos propios, viento, nieve y sismicidad, y resistiendo las condiciones ambientales que puedan dar lugar a corrosión. Por otra parte, en todos los casos se deben cumplir las especificaciones de la normativa vigente, incluida la NCh 1079.



Estructuras y pernería en condiciones deterioradas, que no respeta norma NCh1079.

## 3. LINEAMIENTOS DE SUBSISTEMAS DE SST

### 3.1. Sistema de Captación

- **Orientación:** Es ideal instalar el campo colector con azimut  $0^\circ$  evitando la presencia de sombras que afecten negativamente el rendimiento del SST.
- **Inclinación:** Variará dependiendo de la comuna donde se proyecte instalar el SST. La inclinación del sistema de captación respecto del plano horizontal debe ser igual a la latitud geográfica de la localización, aunque se puede admitir una desviación de hasta  $10^\circ$ , cumpliendo en todos los casos con la inclinación mínima indicada por el fabricante.
- **Componentes y materiales a emplear en circuitos:** Los sistemas prefabricados, CST, DA se deben encontrar en el Registro de Productos Autorizados de la SEC.

El diseño del SST debe considerar:

- Para el circuito primario, tuberías de cobre, un vaso o sistema de expansión que soporte temperaturas y presiones de trabajo del ramal, válvulas de corte, de seguridad, antirretorno (en el caso que aplique), de equilibrado y purgadores manuales.
- Para el circuito secundario o auxiliar, es posible utilizar materiales plásticos tipo PPR que sean compatibles con la temperatura y presión de operación y así no generar un posible daño a las líneas hidráulicas. Si es un circuito cerrado, es de relevancia contar con un vaso o sistema de expansión, con válvulas de corte, de seguridad, antirretorno (en el caso que aplique), de equilibrado y purgadores manuales.



Sistema de captación correctamente instalado en cuanto a orientación e inclinación.

## 3.2. Sistema de Acumulación

- Los SST para la generación de ACS deben contar con acumuladores de agua caliente solar que, idealmente, tengan una disposición vertical (específicamente para sistemas multifamiliares), y puedan ser ubicados al interior de una edificación, dentro de una sala técnica cerrada; en caso que se proyecte su instalación a la intemperie, se debe reforzar la aislación térmica.
- El diseño de un proyecto SST debe considerar los espacios mínimos necesarios para el tránsito y para otros sistemas y componentes que se proyecten instalar en la misma sala, por ejemplo, intercambiador de calor, bombas, vaso o sistema de expansión, cuadro eléctrico, entre otros.



*Aislación y cañería afectadas por condiciones ambientales.*



*Instalación protegida de condiciones externas que generan corrosión y deterioro de material.*

## 3.3. Sistema de Intercambio Térmico

- Se podrán utilizar intercambiadores de placas internos y externos. Para el caso de SST prefabricados es posible considerar un intercambiador de calor interno tipo camisa. En todos los casos, los intercambiadores a implementar deberán soportar las diferencias de presiones que puedan ocurrir entre los circuitos que separa, en las condiciones más desfavorables.
- Deberán contar con aislación térmica.
- Deberán ser instalados con un by pass que permita aislar el componente sin interrumpir el funcionamiento del SST.



Cañerías adyacentes a intercambiador de calor con deterioro notorio y sin aislación térmica.



Cañerías adyacentes a intercambiador con aislación térmica en condiciones óptimas.

### 3.4. Circuitos Hidráulicos

- El dimensionamiento de los circuitos hidráulicos debe considerar parámetros como caudal, velocidad del fluido, presión y temperatura máxima de operación, pérdidas de carga admisibles, requerimientos de espacio.
- Para sistemas compuestos, el circuito primario debe estar equilibrado con el fin de asegurar un flujo uniforme en todos los colectores solares.
- En todos los circuitos cerrados, es fundamental contar con un vaso o sistema de expansión, con válvulas de corte, de seguridad, antirretorno (en el caso que aplique), de equilibrado y purgadores manuales. Para el caso del circuito de distribución de ACS, adicionalmente se debe contar con una válvula mezcladora.
- Las cañerías o tuberías que constituyan las distintas redes hidráulicas deberán se aisladas térmicamente, así como todo elemento potencial que contribuya a la disipación de energía térmica.
- No se deben utilizar purgadores automáticos, recomendando instalar sistemas de purga de aire constituidos por botellines de desaire y un purgador manual en los puntos altos de la salida de las baterías de CST.



En cuanto al fluido caloportador, en particular en lo que respecta mezclas anticongelantes, se debe:

- Utilizar solo mezclas de agua desmineralizada con propilenglicol que no sean tóxicas, ni presenten riesgo para la salud humana.
- Utilizar en proporción y en función de las características indicadas por el fabricante, ajustándose, como mínimo, 5 °C por debajo de la temperatura mínima histórica de la comuna.
- Utilizar en la menor proporción posible que sea compatible con la protección debido a que aumenta la viscosidad y disminuye el calor específico.
- Utilizar una mezcla que proporcione protección frente a la corrosión, sobre todo cuando se utilicen materiales diversos en cada circuito.
- Utilizar la mezcla anticongelante para realizar una prueba a la máxima presión de trabajo.
- Si se utilizan mezclas preparadas comercialmente, el fabricante debe especificar la composición del producto, el rango de temperaturas y presiones para los cuales es estable y su duración o periodicidad de renovación en condiciones de funcionamiento. Como aditivos se deben utilizar los productos que cumplan la reglamentación vigente.
- Utilizar los sistemas que, según diseño, dispondrá el SST que faciliten el llenado y aseguren que el anticongelante está perfectamente mezclado.
- Utilizar un sistema de llenado para evitar pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito, que no sean resueltas con reposición de agua de red o potable.
- Utilizar el diseño de los circuitos para evitar cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que operen en el SST. Se debe evitar la contaminación del agua del circuito de consumo por el fluido utilizado en otros circuitos.



*Cañerías correctamente diseñadas con identificador de flujos y bien mantenidas.*



*Cañerías mal diseñadas y precariamente mantenidas.*

### 3.5. Sistema de Impulsión

- Para los sistemas compuestos o prefabricados de circulación forzada que consideren utilizar bombas de recirculación en el circuito primario, estas deberán ser accionadas eléctricamente, ser centrífugas, de rotor húmedo o seco, ser resistentes a la corrosión y a las incrustaciones calcáreas, y compatibles con los fluidos de trabajo que se empleen en los circuitos hidráulicos. Asimismo, deberán contar en su entrada y salida con válvulas de corte para efectuar su mantenimiento.
- El diseño del SST debe permitir efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga, para lo cual, se deben ubicar en las zonas más frías del circuito evitando, por otro lado, instalarlas en zonas bajas debido a la posible presencia de suciedades. Para instalaciones con un campo captador superior a 50 m<sup>2</sup> se deben instalar dos bombas idénticas en paralelo, donde una debe quedar como reserva en cada uno de los circuitos, planificando su funcionamiento alternativo, de forma manual o automática.
- Para la instalación en paralelo, se deben utilizar válvulas antirretorno en la impulsión. Cuando se utilice una única bomba por circuito la válvula antirretorno se podrá ubicar en cualquier lugar del mismo.
- La selección de la bomba se debe realizar de forma que el caudal y la pérdida de carga se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.



Bombas correctamente instaladas y con aislación térmica en buenas condiciones.



Bombas mal diseñadas y sin aislación térmica.

## 3.6. Sistema de Control

El Sistema de Control, el cual busca maximizar la energía solar aportada y minimizar el consumo de energía de apoyo, de manera adicional actúa como sistema de protección y seguridad del SST para evitar alcanzar temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de cada circuito. En los siguientes numerales se presentan lineamientos de operación para optimizar la producción solar y contar con un SST que cuente con condiciones de seguridad y protección favorables.

### 3.6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

- A temperatura ambiente de funcionamiento, el SST debe operar en un rango deseable entre 10 °C y 50 °C.
- El tiempo operación sin incurrir en fallas, debe ser de al menos 7 mil horas.

### 3.6.2. RECOMENDACIONES DE LUGAR DE INSTALACIÓN

- Para controlar el normal funcionamiento de las bombas en el circuito primario, se debe emplear un sistema de control de tipo diferencial, que actúe en función del salto de temperatura entre la salida de colectores y el sistema de acumulación solar. Opcionalmente se podrán utilizar sistemas de control por célula crepuscular u otros dispositivos que garanticen las mejores prestaciones de la instalación.
- En el resto de los circuitos, el control del normal funcionamiento de las bombas debe ser del tipo diferencial comparando la temperatura más caliente de un sistema o circuito con la temperatura más fría del otro sistema o circuito.
- Los sensores de temperatura deben reflejar la temperatura de salida de los colectores, instalándose en la parte interna y superior en contacto con el absorbedor o a la salida de la batería de colectores solares a una distancia máxima de 30 cm de la salida de los colectores o de la batería.
- Las referencias de temperatura, idealmente, se deben medir en el interior de los acumuladores; en caso contrario, se debe medir en las cañerías de conexión.
- El sensor de temperaturas de la parte fría del acumulador solar, se debe instalar en la parte inferior del acumulador, en una zona influenciada por la circulación del circuito primario, a una altura de entre el 10% y el 30% de la altura total del acumulador y alejado de la toma de entrada de agua fría. En el caso de intercambiadores del tipo serpentín, se debe localizar en la parte media del intercambiador.

### 3.6.3. FUNCIONES

Los siguientes numerales describen las funciones que se recomienda ejecutar mediante el sistema de control.

### 3.6.3.1. Función control diferencial

Cuando el diseño del SST considere que el control de funcionamiento de las bombas sea diferencial, la precisión del sistema de control y la regulación de los puntos de consigna, idealmente, debe buscar que las bombas estén detenidas con diferencias de temperaturas menores de 2 °C y en marcha con diferencias superiores a 7 °C. No obstante, como todas las instalaciones solares son distintas y emplean distintas estrategias, se recomienda estudiar cada caso considerando la diferencia media logarítmica de las temperaturas de intercambio.

El sistema de control debe incluir señalizaciones visibles de la alimentación del sistema y del funcionamiento de bombas. Se recomienda el uso de controladores que muestren la temperatura de los sensores, y la temperatura del fluido en la entrada al campo de colectores para observar el salto de temperaturas.

### 3.6.3.2. Función limitación temperatura máxima del acumulador

Con el objetivo de limitar la temperatura máxima del acumulador se debe utilizar un sensor de temperaturas, el que preferentemente se debe ubicar en la parte alta del mismo que actuará anulando el aporte de energía al mismo, lo cual se podrá hacer:

- En sistemas con intercambiador interno, deteniendo la bomba del circuito primario o actuando sobre una válvula de 3 vías que interrumpa la circulación por el intercambiador.
- En sistemas con intercambiador externo, deteniendo la bomba del circuito secundario o interrumpiendo la circulación por el acumulador con una válvula de 3 vías.

El funcionamiento o no de la bomba de circulación del circuito primario, en el diseño, quedará condicionada por el interés de disponer de circulación para evacuar calor del circuito.

Cuando el diseño considere utilizar un sensor de temperatura que no se ubique en la parte superior del acumulador, su encendido se deberá regular con un margen adicional considerando que la estratificación puede producir temperaturas más altas de las registradas por el sensor.

Limitar la temperatura del acumulador reduce las prestaciones del SST, por tanto, se debe procurar que la temperatura de referencia sea lo mayor posible para que su funcionamiento sea el menor posible.

### 3.6.3.3. Función temperatura máxima del circuito primario

Limitar y evacuar el calor que se genere en el campo captador se puede realizar mediante un sensor de temperatura de colectores que actúe sobre una válvula de tres vías que haga circular el fluido por el dispositivo disipador que se deberá poner en funcionamiento simultáneamente.

El diseño del SST y su operación, debe considerar que esta función dependerá de la protección del acumulador, por tanto, su puesta en marcha no podrá producir mayor calentamiento en el mismo.

### 3.6.3.4. Función temperatura mínima de colectores

Limitar y evacuar el calor que se genere en el campo captador se puede realizar mediante un sensor de temperatura de colectores que actúe sobre una válvula de tres vías que haga circular el fluido por el dispositivo disipador que se deberá poner en funcionamiento simultáneamente.

El diseño del SST y su operación, debe considerar que esta función dependerá de la protección del acumulador, por tanto, su puesta en marcha no podrá producir mayor calentamiento en el mismo.

## 3.6.4. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

De manera complementaria, es posible ocupar sistemas de protección y seguridad para evitar alcanzar temperaturas superiores a las máximas especificadas en el diseño del SST y soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de cada circuito.

### 3.6.4.1. Válvulas y Elementos de Seguridad

El diseño del SST para la generación de ACS debe considerar:

- Válvulas de corte.
- Válvulas de seguridad.
- Válvulas antirretorno.
- Válvulas de equilibrado.
- Válvulas mezcladora termostática.
- Purgador de aire manual.
- Llave de tres vías, tipo L.

El detalle de estos elementos se encuentra en la sección Válvulas y Elementos de Seguridad del Capítulo Lineamientos de Componentes.

### 3.6.4.2. Aislamiento Térmico

El aislamiento debe ser continuo, sin cortes y ni zonas visibles de tuberías y accesorios. En efecto, únicamente deben quedar expuestos los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El aislamiento de las tuberías que se instalen a la intemperie debe contar con protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas (radiación UV, viento, lluvia y humedad) y de animales. Para estas tuberías en particular, procurar que la línea de abertura del aislante se proyecte hacia abajo, para evitar ingreso, por ejemplo, de agua.

No se deben aislar los vasos o sistemas de expansión ni el ramal de conexión entre el vaso de expansión y la línea principal del circuito.

Las pérdidas térmicas se deben evaluar caso a caso para determinar el aporte solar útil. El cálculo, debe ser realizado por el diseñador, recomendando utilizar los siguientes métodos:

- **Método simplificado**, se debe realizar una estimación de las pérdidas térmicas no incluidas en el cálculo para evaluar las prestaciones netas de todas las instalaciones.
- **Método de simulación**, se debe verificar que todas las pérdidas térmicas están incorporadas. Caso contrario, se deben realizar las estimaciones adicionales necesarias.

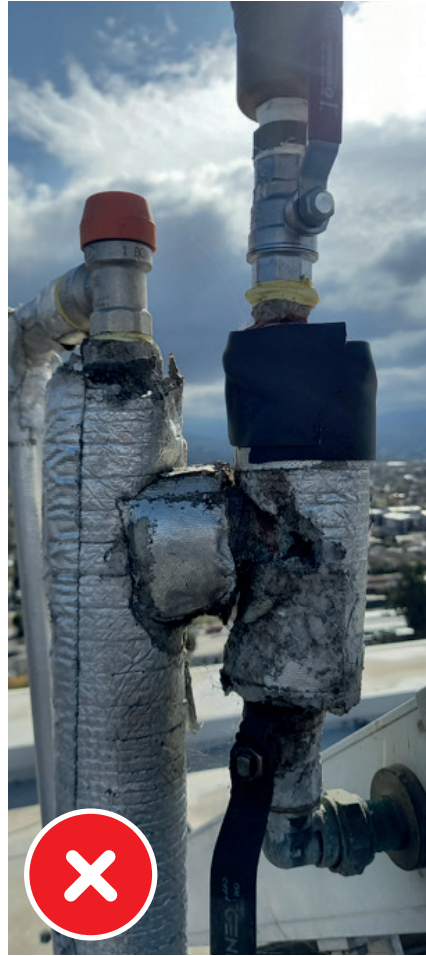
Para los cálculos simplificados, en base media mensual o anual, se pueden realizar las siguientes hipótesis de partida:

- La temperatura interior del fluido será la temperatura nominal de funcionamiento del sistema o circuito correspondiente.
- Como temperatura ambiente se debe tomar la temperatura media ambiente anual (o considerar una temperatura fija de 10 °C para la estimación del valor medio anual) en los tramos exteriores del circuito y 20 °C en los tramos interiores.
- La conductividad térmica de referencia del aislamiento será 0,040 [W/m \* K].
- Se debe considerar como nula la velocidad del aire.

Se recomienda que los cálculos de pérdidas térmicas en tuberías se respalden y justifiquen en la Memoria de Técnica de cada Proyecto SST.



Tuberías correctamente aisladas, donde se indica el sentido del flujo de agua fría y caliente.



Tuberías con aislación en mal estado y llave de corte de purgador abierta.

### 3.7. Sistema de Monitorización

La presente guía sugiere medir y registrar las siguientes variables:

- Temperaturas de los distintos sistemas, circuitos y ambiente.
- Caudales de los distintos fluidos de trabajo de todos los circuitos.
- Radiación solar global sobre el plano de colectores.
- Presión de trabajo en cada uno de los circuitos.
- Consumo de energía eléctrica.
- Consumo de energía en los sistemas de apoyo.
- Estado de posicionamiento de las válvulas de 3 vías.
- Estado de funcionamiento de las bombas.

De manera complementaria, la presente guía recomienda ocupar las siguientes tecnologías de medición:

- **Para temperaturas entre 0 y 120 °C:** Sondas resistivas, similares o superiores en prestaciones.
- **Para temperaturas superiores a 120 °C:** Termopares.
- **Para presiones manométricas:** Transductores piezoeléctricos.
- **Para caudales:** Caudalímetros de turbina con emisores de pulsos.

Idealmente, la estrategia debe considerar que el sistema de obtención de datos adquiera las señales, de todos los sensores, con una frecuencia igual a 1 minuto.

No obstante a lo anterior, el sistema para la adquisición de datos, debe realizar preferentemente el registro de los valores medios de las muestras, con una periodicidad no superior a 5 minutos.

Los indicados registros se deben guardar, idealmente, en una memoria no-volátil del equipo remoto que debe tener capacidad para almacenar todos los datos registrados durante, por lo menos, 40 días de funcionamiento normal.

El cálculo de la energía siempre se debe realizar de forma simultánea al muestreo de datos. Además, se debe tener en consideración el almacenar datos respecto a los siguientes aspectos:

- **Registro de totales absolutos:** Volumen, energía y maniobras acumuladas.
- **Registro de estadísticas diarias:** Máximas y mínimas de las sondas. Y máximos y totales de los contadores de caudal/ energía.

### 3.8. Sistemas de Medición

El diseño del SST debe incorporar, al menos, todos los elementos análogos de necesarios para toma de temperaturas, presiones, caudales y energía que permitan visualizar directamente los principales parámetros de funcionamiento.

#### 3.8.1. PARA MEDIDA DE TEMPERATURAS

Se deben disponer elementos de medición:

- En la entrada y salida del campo de colectores. Para circuitos cortos, la medida se debe tomar en la entrada y salida del intercambiador de calor.



- En el campo de colectores, se deben instalar termómetros en las salidas de cada grupo, de no ser posible, se deben instalar vainas de inmersión en cada una de ellas para tomar medidas puntuales que resulten necesarias.
- En los intercambiadores, se debe medir en las entradas y salidas de todos los circuitos.
- En los acumuladores. En especial en los delgados o esbeltos, se deben instalar 2 termómetros situados en la parte superior e inferior para cuantificar la estratificación de temperaturas y la carga real de energía del sistema. En los casos que existan varios acumuladores, cada uno debe considerar los mismos elementos de medida.
- En el circuito de consumo, se deben instalar termómetros en la entrada de agua fría, en la salida de agua caliente del sistema de acumulación y en la salida de agua caliente del sistema de apoyo.

Se deben utilizar termómetros bimetalicos para circuitos y acumuladores, de inmersión con vainas. Para el circuito primario se debe utilizar termómetros con escala entre 0 y 200 °C; en el resto de los circuitos con escalas entre 0 y 100 °C.



Sistemas de medición de temperatura apropiados.

### 3.8.2. PARA MEDIDA DE PRESIÓN

Se deben instalar manómetros:

- En un lugar próximo al sistema de llenado.
- Asociados al sistema de expansión y la válvula de seguridad de cada circuito.
- En el acumulador.

Se deben utilizar en cada circuito, contando con una esfera aproximada de 100 mm y escala graduada de 0 a 100 bares.

### 3.8.3. PARA MEDIDA DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Se deben utilizar manómetros con válvulas de corte entre la aspiración e impulsión de bombas, así como en la entrada y salida de los circuitos del intercambiador.

De manera complementaria, se deben utilizar caudalímetros para medir el caudal del fluido, los cuales deben tener el mismo diámetro de la cañería donde se instalará.

### 3.8.4. COMO CONTADOR DE AGUA

Se recomienda instalar en la entrada de agua fría al SST. Se puede utilizar como parte de un contador de energía térmica que disponga de las dos sondas situadas en la entrada de agua fría y en la salida de agua caliente del sistema de acumulación.

Deben estar constituidos por medidor de caudal, dos sondas de temperatura y microprocesador electrónico. La posición del medidor y de las sondas define la energía térmica que se medirá. El microprocesador se debe alimentar por la red eléctrica o batería con autonomía que debe quedar definida por el diseñador de la instalación.

## 3.9. Sistema de Soporte y Sujeción

Todos los materiales, incluida la pernería que requieran ocupar los distintos tipos de estructuras, sean de soporte, auxiliar e independiente deben cumplir todas las especificaciones técnicas indicadas en la Norma Chilena NCh 1079, en tanto, las piezas auxiliares deben contar con protección por galvanizado o zincado o ser de acero inoxidable. Deben contar con protección contra la acción de los agentes ambientales, en especial, contra el efecto de la radiación solar y la acción combinada del aire y el agua.

Los materiales de las estructuras deben ser compatibles con las partes del colector solar con las que estará en contacto.

Las estructuras de acero deben contar con protección mediante galvanizado por inmersión en caliente, pinturas orgánicas de zinc o tratamientos anticorrosivos equivalentes. Las perforaciones en las estructuras se deben ejecutar antes de proceder al galvanizado o protección.

Para sistemas prefabricados que se proyecten instalar en edificaciones sean residenciales o no y que consideren utilizar una estructura auxiliar para mejorar la inclinación u orientación, se deberá entregar un proyecto de cálculo estructural, firmado por un profesional competente que, al menos, considere:

- Descripción del proceso constructivo del proyecto de refuerzo estructural, que indique al menos:
  - Materialidad y dimensiones de los componentes.
  - Tipo de fijaciones utilizadas.
  - Otros.
- Cálculo y diseño de:
  - Los refuerzos estructurales de la techumbre.
  - La fijación de la estructura de soporte del SST.
  - La estructura auxiliar y su fijación a la estructura de la edificación.

De igual manera, en los casos que no sea factible instalar el sistema en algún elemento estructural de la edificación existente, se podrá proyectar el diseño de una estructura independiente, la que también se deberá respaldar mediante un proyecto de cálculo estructural firmado por un profesional competente, que debe considerar todas las especificaciones técnicas indicadas anteriormente.



*Inadecuado posicionamiento del DA y estructura de soporte y sujeción de materialidad incorrecta.*



*Sistemas prefabricados con estructura de soporte y sujeción adecuados.*

# Montaje, instalación, operación y mantención

## 1. TRÁMITE DE AUTORIZACIÓN DE PRODUCTOS

Para importadores, empresas y organismos de certificación que deseen iniciar la Tramitación de Autorización de Productos, pueden ingresar al enlace [www.sec.cl/autorizacion-colector-solar/](http://www.sec.cl/autorizacion-colector-solar/), obtener el manual de usuario e iniciar su solicitud de autorización de los productos individualizados.



The screenshot shows the SEC website interface. At the top, there is a navigation bar with the SEC logo and several menu items: Personas (Información Ciudadana), Instalaciones (Servicios y Trámites), Industria (Gestión y Normativa Energética), Atención Ciudadana (Reclamos, Consultas, Denuncias, Solicitudes), and SEC (Información Institucional). Below the navigation bar, there are two main sections on the left: 'Energías Renovables' with a list of categories including Biogás, Cogeneración Eficiente, Colectores Solares, Electromovilidad, Generación Distribuida Autoconsumo, Pequeños Medios de Generación Distribuida, and Plataformas de Generación Distribuida y Electromovilidad; and 'Consultas Públicas' with a list including Consulta Pública de Leyes, Normas y Reglamentos, and Consulta Pública de Protocolos de Productos. The main content area features a large image of a worker in a hard hat and safety vest standing next to a roof with solar panels. Below the image, the text reads: 'Autorización de Productos: Colector Solar Térmico, Colector Solar Térmico Integrado y Depósito Acumulador'. Underneath this, a smaller line of text states: 'La siguiente Plataforma de Autorización al registro de Productos Colector Solar Térmico, Colector Solar Térmico Integrado y Depósito Acumulador, permite a los Importadores, Empresas y Organismos de Certificación, realizar, en línea, las solicitudes de Autorización de los productos individualizados'. At the bottom of the main content area, there are two buttons: 'Descargar Manual de Usuario' and 'Solicitar'.

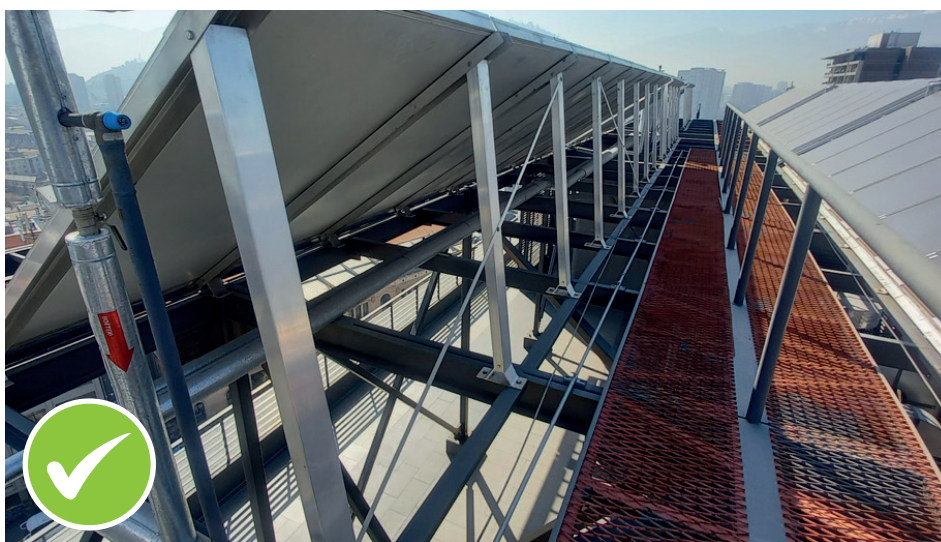
Por otra parte, para visualizar los productos ya registrados y autorizados por la SEC, se debe ingresar al siguiente enlace <http://wlhttp.sec.cl/BuscadorSST/buscador.do>.

## 2. MONTAJE

En especial, los sistemas compuestos deben considerar procedimientos vinculados a un montaje seguro de todos sus equipos y componentes que permita asegurar la eficiencia, durabilidad y seguridad de personas, animales y evitar daños al medio ambiente.

Antes de iniciar el montaje se recomienda replantear el Proyecto SST con el objetivo de comprobar, verificar y dar conformidad a que son factibles de ejecutar todas las especificaciones planteadas en el diseño original del SST. Para ello, se debe revisar en detalle:

- Espacios disponibles para la ubicación de colectores, acumuladores y componentes.
- Espacios disponibles para trazados de circuitos.
- Sistema de apoyo y sujeción.
- Procedimientos de montaje.
- Medios auxiliares que se requerirán utilizar para ejecutar la instalación.
- Pasillos técnicos para acceso a la instalación, montaje y posterior mantención.



*Pasillo técnico correctamente diseñado y construido.*



*Deficiente sistema de sujeción de circuito de impulsión.*

## 2.1. Sistema de Captación

Se recomienda:

- Identificar el mecanismo a utilizar para mover los componentes, el cual puede ser manual o mecánico.
- Verificar la distribución de los pesos en la cubierta.
- Para edificaciones existentes y sólo en caso de ser necesario, se podrán realizar agujeros en la techumbre para fijar las estructuras, lo cual debe ser ejecutado por personal especializado en impermeabilización.

## 2.2. Sistema de Acumulación

Por las dimensiones de los DA, se recomienda considerar todas las dificultades de traslado y posicionamiento, idealmente, dentro de la sala técnica. Por tanto, se debe considerar la instalación mediante una grúa.

## 2.3. Red hidráulica

Se recomienda considerar los siguientes elementos y componentes:

- Tuberías o cañerías.
- Intercambiador de calor.
- Sistema de impulsión.
- Vaso de expansión.
- Válvulas y elementos de seguridad.
- Sistema de purga.
- Sistema de control.
- Sistema de medición.

# 3. INSTALACIÓN

Consideraciones generales:

- Para sistemas compuestos, la instalación se debe realizar en base al proyecto técnico y diseño del SST.
- Para sistemas prefabricados, se debe realizar en base al Manual de Instalación, diagrama hidráulico, esquemas, planos, la lista de todos los componentes y sus especificaciones de montaje.

Por otra parte, la instalación se debe ejecutar considerando:

- Utilizar materiales y procedimientos que garanticen las exigencias del mandante, durabilidad, seguridad y mantención.
- Emplear sólo materiales y componentes nuevos que no presenten desperfectos atribuibles a manipulación o transporte.
- Las instrucciones de los fabricantes de cada componente.
- Que todos los componentes, equipos, válvulas, accesorios, etc., tengan acceso para ejecución de actividades de mantención, supervisión, fiscalización, cambios, reparación o desmontaje, entre otras acciones.
- Las placas de características de los equipos deben quedar en zona visible y con acceso seguro para las diferentes acciones que se requieran ejecutar en el corto, mediano y largo plazo.
- Adicional a las placas de características, cada componente, elemento y tubería debe contar con una etiqueta proporcionada por la persona instaladora para reconocer su nombre y propiedades técnicas principales.
- Conjuntamente al punto anterior, se debe considerar un diagrama técnico de la instalación, donde se indiquen los nombres de cada uno de los componentes, elementos y tuberías, siendo dichos nombres coincidentes con los nombres dispuestos en las etiquetas; por otro lado, para el caso de tuberías, se sugiere indicar con flechas de color rojo y azul, el sentido del flujo caliente y frío, respectivamente. Es recomendable que este diagrama se encuentre en sala técnica protegido de la intemperie y a la vez visible para personal de operación y mantención.



Tuberías con flechas de sentido de flujo y acumulador con nombre etiquetado.

Instalaciones bajo fiscalización SEC.

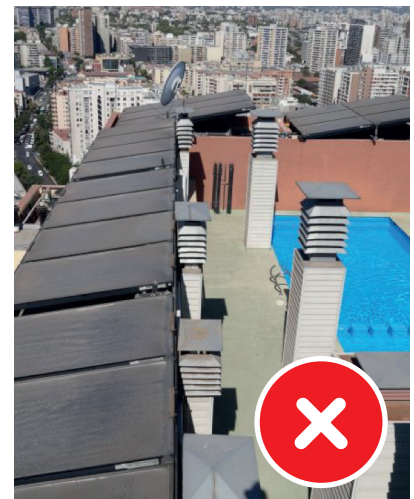
### 3.1. Sistema de Captación

Se recomienda ejecutar el siguiente procedimiento:

- Los CST que integren un mismo campo captador del SST deberán ser de la misma marca y modelo, y su instalación se deberá realizar con igual inclinación y orientación.
- Es factible omitir la recomendación anterior sólo para casos de integración arquitectónica, pudiendo:
  - Considerar CST de la misma marca y distintos modelos.
  - Instalar CST con distintos valores de inclinación y orientación, los que deberán quedar reflejados en la Memoria Técnica.
- Las conexiones de los CST y equipos accesorios se deben diseñar para asegurar un circuito hidráulico equilibrado.
- Para la conexión de los CST se deben instalar válvulas de cierre de manera que permitan el aislamiento de los bancos de colectores y bombas para ejecutar labores de mantenimiento, reemplazo u otras.
- Por las elevadas temperaturas que pueden alcanzar los componentes, se debe dejar espacio para la dilatación térmica de los materiales.
- No se debe forzar las conexiones de los CST y evitar daños en componentes internos. La conexión, se podrá ejecutar con accesorios metálicos, coplas o cañerías flexibles autorizados por el fabricante, evitando que la tubería quede retorcida y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados y permitidos por el fabricante.
- El diseño del SST debe considerar espacio físico suficiente y acceso seguro a los CST que permita su desmontaje con el mínimo efecto sobre los demás.
- Si los CST permanecerán montados por algunos días y sin fluido circulando a través de ellos, se debe considerar las recomendaciones del fabricante para el período indicado y la forma de mantener el conexionado para que no entre suciedad en los circuitos.
- Se debe evitar los pares galvánicos para impedir la oxidación por corrientes galvánicas. Se deben usar conexiones del mismo material o utilizar algún sistema que las anulen.
- En caso de utilizar poyos de hormigón como elemento de apoyo y soporte sobre la cubierta, se debe evitar el estancamiento de agua y se debe disponer pasos de evacuación adecuados.
- Para los perfiles, se recomienda evitar que queden tapados y con retenciones de agua.



*Correcto montaje de campo colector, con mantención preventiva realizada.*



*Incorrecta distribución de campo de colectores, lo cual afecta equilibrio hidráulico. Además, presentan un alto grado de suciedad y no cuentan con pasillo técnico para mantención.*



## 3.2. Sistema de Acumulación

Se recomienda ejecutar el siguiente procedimiento:

- Trasladar e instalar el o los DA, de preferencia dentro de la sala técnica o sitio seleccionado que lo proteja de las condiciones ambientales y atmosféricas.
- Realizar soldaduras antes de finalizar la instalación, evitando daños al tratamiento interno y aislamiento.
- Instalar cañerías o tuberías y desarrollar prueba de presión.
- Dejar libre acceso a cámaras de registro, sin obstáculos de ningún tipo que impidan ejecutar actividades de mantenimiento, supervisión, fiscalización u otras.
- Instalar la aislación del acumulador correctamente y asegure su efectividad.
- Si el DA se proyecta instalar bajo el suelo, todas las cañerías o tuberías y cableado de sensores se deben instalar por arriba del acumulador.
- En caso de que el DA se proyecte instalar a la intemperie, se debe instalar un sistema de aislación al final del montaje.
- En caso de que se proyecte vaciar el DA durante la operación, se debe definir un procedimiento de desagüe, considerando las cañerías, válvulas y canalizaciones necesarias que eviten riesgos a personas y animales.
- Si el DA se ubica cercano a un lugar de estacionamiento de vehículos, se deben instalar barreras de protección.



Acumulador con aislamiento térmico deteriorado y deficiente.



Acumulador con aislación térmica en condiciones adecuadas, y con correcta distribución de componentes dentro de sala técnica.

### 3.3. Componentes de la red hidráulica

Se recomienda ejecutar el siguiente procedimiento:

#### 3.3.1. CAÑERÍAS O TUBERÍAS

- Se deben llevar todas las cañerías o tuberías hacia el techo de la misma forma que los colectores.
- Se debe considerar la dirección y el grado de pendiente requerido por cada tubería.
- Para el circuito primario se debe utilizar soldadura de plata o lo que indique la normativa o reglamentación vigente.
- Antes de soldar, se deben proteger mediante la remoción válvulas u otros materiales cercanos al lugar de soldadura.
- Se debe instalar cercanas a muros, techo o suelo, considerando el espacio mínimo necesario para instalar la aislación térmica.
- Las cañerías o tuberías que se instalen a la intemperie se deben aislar térmicamente, mediante una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas y la intervención de animales. El aislamiento no debe dejar zonas visibles de cañerías o accesorios, pudiendo quedar únicamente al exterior sólo los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.
- Se deben instalar de forma ordenada utilizando abrazaderas de fijación que no quiten el espesor a la aislación térmica, dejando espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios.
- Considerar que la distancia a elementos estructurales sea mayor a 5 cm.
- Las cañerías o tuberías siempre deben ir por debajo o en paralelo al cableado eléctrico o canalizaciones eléctricas que las crucen o corran paralelas. Se debe respetar la normativa vigente.
- Nunca se deben instalar encima de equipos eléctricos (tableros o motores)
- Se facilitarán las dilataciones de cañerías o tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.
- Cañerías o tuberías y conexiones podrán ir soldadas o roscadas. Para cañerías, tuberías o conexiones con diámetro mayor a 4" se recomienda utilizar la unión por flanges. Para sistemas prefabricados de circulación natural, todas las uniones de cañerías con accesorios o con componente de la instalación se deben realizar con unión tipo americana.

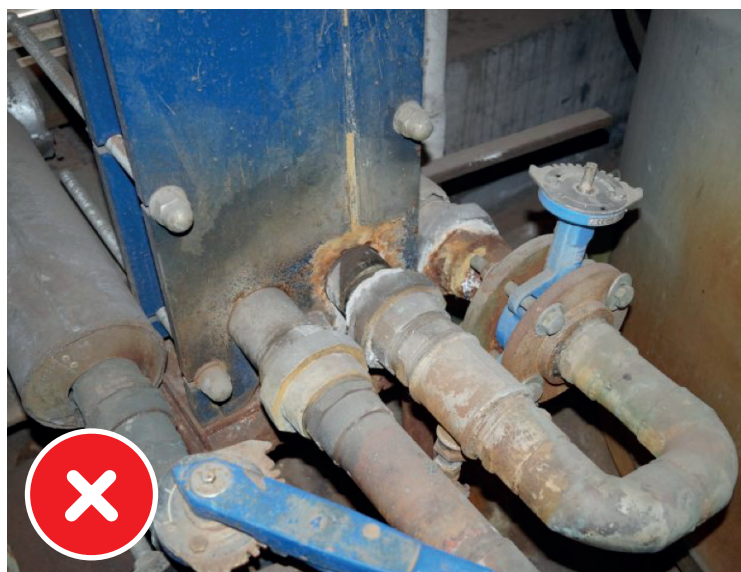
- Las conexiones de cañerías o tuberías a los componentes no deben transmitir esfuerzos mecánicos.
- Durante la instalación, se deben evitar las rebabas y escorias de los cortes. Se debe asegurar la limpieza de material sobrante o reborde.
- Para grandes SST, las cañerías o tuberías se deben instalar en lugares habilitados, por ejemplo, en shaft para cañerías.

### 3.3.2 INTERCAMBIADOR DE CALOR

- Para grandes intercambiadores, se debe considerar el uso de equipamiento externo que permita mover materiales pesados.
- Se deben verificar las conexiones de entrada y salida de agua, en el lado caliente y en el lado frío, para asegurar que estén puestas en los lugares adecuados.
- En cada una de las cañerías o tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor, se debe instalar una válvula de cierre o corte que soporte las condiciones de operación durante la vida útil del intercambiador.
- Las cañerías o tuberías conectadas a él, se deben soportar de forma independiente, no transmitiendo esfuerzos adicionales que puedan afectar las uniones.



*Intercambiadores de calor externos de placa correctamente diseñados e instalados, con placa técnica visible, y tuberías adyacentes con marcación de flujos y aislamiento térmico.*



*Conexión de intercambiador y cañerías deterioradas y deficientes, y con válvula sin cabezal.*

### 3.3.3. SISTEMA DE IMPULSIÓN

- Para bombas grandes y con el objetivo de evitar dañar equipos, se debe considerar usar equipo externo para mover materiales pesados.
- Se recomienda utilizar bombas de bronce. En el caso que se utilicen bombas de hierro fundido, éstas se deben manejar con mayor cuidado ya que son más susceptibles a roturas.
- Se deben instalar en un lugar fresco, alejadas de intercambiadores u otras fuentes de calor dentro de una sala técnica, nunca en áreas de libre acceso.
- La sala técnica se debe proyectar con el objetivo de contar con un espacio suficiente para poder desmontar sin requerir desarmar cañerías o tuberías cercanas. Las indicadas cañerías o tuberías se deben soportar de manera independiente para que la bomba no reciba esfuerzos adicionales que puedan dañar las uniones.
- No se deben operar a temperaturas que excedan el rango adecuado para su operación.
- Las cañerías o tuberías que entran y salen de ellas deben ir lo más rectas posibles.
- Dentro de la sala técnica, no se deben instalar en lugares donde se puedan mojar por filtraciones de agua, descargas de válvulas de seguridad o desagüe del DA.
- Se debe fijar de manera segura ambos lados de las bombas.
- Si la potencia de accionamiento de la bomba es superior a 700 W, se debe utilizar un sistema anti vibratorio, que evite transferir las vibraciones y el ruido propio de estos componentes.
- Se deben utilizar soportes bajo la bomba y conexiones flexibles a ambos lados de ésta.
- El diámetro de las cañerías o tuberías de acoplamiento nunca debe ser inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.
- Evitar utilizar accesorios que produzcan altas caídas de presión en ambos lados de la bomba.
- Se deben utilizar válvulas antirretorno en la impulsión de las bombas cuando se monten bombas en paralelo. Cuando se utilice una única bomba por circuito la válvula antirretorno se podrá ubicar en cualquier lugar del mismo.
- Se deben utilizar válvulas de corte en la entrada y a la salida de la/s bomba/s para permitir mantenimiento, recambio u otra acción.



*Bombas hidráulicas con presencia de suciedad y sarro, y tuberías adyacentes con aislamiento térmico deficiente.*



*Bomba hidráulica en condiciones óptimas dentro de sala técnica, montadas sobre nivel.*

### 3.3.4. VASO DE EXPANSIÓN

- Se debe utilizar un estanque independiente en cada circuito cerrado del SST.
- La presión máxima de cada circuito se debe utilizar para dimensionar el vaso o sistema de expansión.
- Se debe revisar que el tamaño del vaso o sistema de expansión concuerde con lo indicado en el diseño del SST, las condiciones operación y cuyo cálculo respete la normativa vigente. Se deben evitar modificaciones que afecten su funcionamiento.
- La conexión debe respetar las indicaciones del fabricante. Cuando sean de pequeño tamaño, se deben conectar por arriba para que el fluido que esté en contacto con la membrana sea el más frío, lo que aumenta la durabilidad de la membrana elástica.
- El ramal de conexión del vaso o sistema de expansión se debe conectar en la parte más fría de los circuitos.
- Se deben ubicar, preferentemente, en zonas protegidas de la radiación solar. Los que se proyecten instalar a la intemperie deben estar diseñados para dicha condición.
- No se deben aislar, como tampoco el ramal de conexión entre el vaso de expansión y la línea principal del circuito.
- Los estanques que se utilicen en circuitos primarios, deben soportar los valores máximos de temperatura y presión de trabajo previstos en el diseño del SST.
- El volumen útil de dilatación debe ser capaz de absorber la expansión térmica de todo el volumen de líquido contenido en el circuito primario y aquellas tuberías que queden por encima de la cota inferior de los colectores solares.
- Cada vaso de expansión debe disponer de al menos una válvula de seguridad.
- Debe ser capaz de absorber completamente la expansión del fluido. Para una superficie instalada de CST mayor a 10 m<sup>2</sup> se debe instalar un estanque de expansión externo y un manómetro.
- El ramal de conexión del vaso o sistema de expansión del primario debe tener la capacidad necesaria para que la disipación de calor durante la fase de expansión evite que el fluido de trabajo llegue al vaso o sistema de expansión a una temperatura superior a la de diseño de sus componentes. Para ello, el ramal debe estar constituido por un tramo de tubería sin aislamiento que puede intercalar un depósito no aislado, que disponga de la superficie de evacuación o la capacidad de acumulación necesaria para que el fluido llegue al sistema de expansión con una temperatura inferior a la máxima que pueda soportar.
- En caso que se permita la formación de vapor en el interior del circuito primario, se debe considerar la expansión del mismo de forma que el aumento de volumen sea completamente absorbido por el sistema de expansión.
- El vaso o sistema de expansión del circuito primario debe facilitar la salida de fluido de los colectores por las tuberías de entrada.
- El sistema antirretorno no debe impedir que el fluido desplazado alcance al sistema de expansión.

- Para el circuito primario, nunca se debe aislar el vaso del resto del circuito. Se debe evitar instalar una válvula de corte. En caso de hacerlo, se debe quitar la manilla que la accione.
- La prueba de presión del sistema se debe realizar sin que el vaso o sistema de expansión se vea afectado. Para esto, se debe instalar después de realizada la prueba, o en el caso de existir una válvula de corte, ésta deberá estar cerrada durante la prueba.



Vaso de expansión a la intemperie sin protección frente a los agentes ambientales, incorrectamente instalado y sin elementos de seguridad.



Vaso de expansión vertical correctamente instalado, dentro de sala técnica con óptima distribución de componentes y con acceso restringido.

Para sistemas prefabricados, de circulación natural, el diseño debe considerar:

- Las mismas especificaciones que para sistemas compuestos, con la excepción que el vaso o sistema de expansión, se debe ubicar en el circuito de consumo, en un ramal entre la válvula antirretorno y la entrada de agua fría del circuito de consumo, respetando en todo momento las indicaciones del fabricante.
- Que el conjunto de tuberías ubicadas entre la válvula de retención y la entrada de agua fría del DA (incluido el tramo que conecta con el vaso de expansión y la válvula de seguridad), resista la presión y temperatura máxima del DA.
- Que el vaso o sistema de expansión soporte la temperatura máxima generada por el DA y una presión máxima igual o superior a la de la válvula de seguridad del circuito de consumo. La presión de precarga será igual o superior a 2 Bar.

### 3.3.5. VÁLVULAS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD

- Las válvulas de accionamiento manual, que queden al alcance de personal no autorizado, deben quedar en casetas cerradas o se deben quitar las manillas que las accionen después de dejar el sistema en funcionamiento.
- Evitar que el largo del hilo de las cañerías o tuberías sea demasiado extenso, evitando que golpee el mecanismo interno de las válvulas debido a que puede limitar su correcto funcionamiento.
- Las manillas de las válvulas se deben instalar hacia arriba o de manera horizontal para evitar acumular suciedad y producir posterior daño.
- Para válvulas antirretorno y de tres vías, se deben verificar flujo y orientación ya que existen válvulas anti retorno que restringen su posicionamiento.
- Las válvulas de seguridad deben quedar en un lugar con acceso restringido a personal no autorizado.
- Las válvulas de seguridad deben ser inutilizadas durante la prueba de presión o ser instaladas después.
- En caso que el campo colector se instale en un lugar con acceso a personal no autorizado, la descarga de la válvula de seguridad se debe dirigir a un lugar seguro con materiales que resistan las condiciones de operación del fluido, donde no provoquen daños a personas o animales que transiten cerca del sistema.
- La descarga de la válvula de seguridad se debe realizar de modo que CST o Sistemas Prefabricados no se vean afectados. La descarga debe ser vertical hacia abajo, sobre algún elemento que pueda soportar descargas continuas.



Válvulas y elementos de seguridad considerados en diseño e instalación de sistema térmico. Imagen de derecha considera descripción de válvula de seguridad.

### 3.3.6. SISTEMA DE PURGA

- No se recomienda utilizar purgadores automáticos.
- Para purgadores manuales, debe asegurarse que el acceso y operación sea sencillo de forma que el aire y el fluido que salgan durante su activación no afecten al personal autorizado.
- Se deben instalar en los puntos altos de la salida de los bancos de CST y en todos aquellos puntos del SST donde se pueda acumular aire.
- El sistema de purga debe estar constituido por botellines de desaireación y purga manual más una válvula de corte que permita la operación y la realización de actividades de mantenimiento o eventual cambio de purgador.



Si bien no se recomienda la utilización de purgadores automáticos, estas instalaciones consideran llaves de corte en posición cerrada.

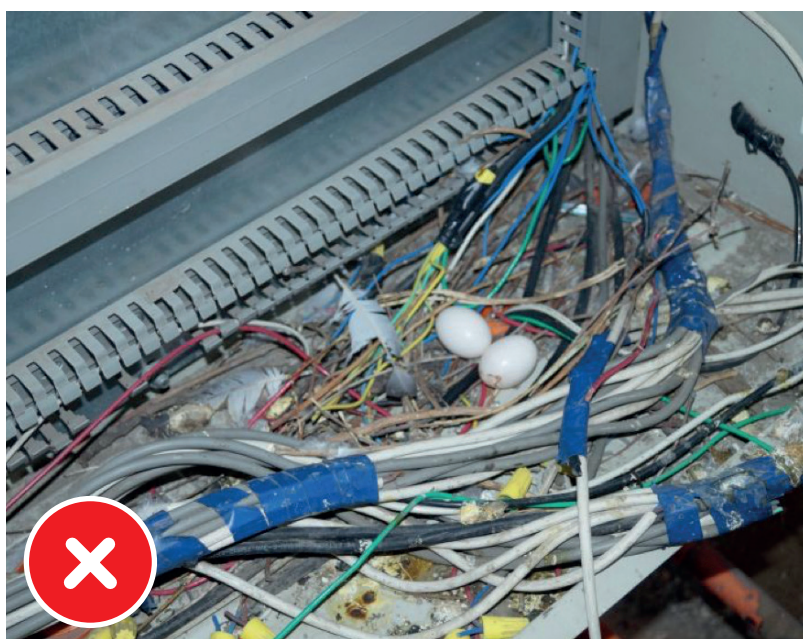


Instalación con llave de corte abierta, instando a la evacuación descontrolada de fluido de trabajo.



### 3.3.7. SISTEMA DE CONTROL

- Para su instalación y cableado de componentes eléctricos, deben cumplir procedimientos, normativa vigente y seguir las instrucciones de los fabricantes.
- El sistema de control y los componentes eléctricos deben quedar en sala técnica o en un lugar cerrado bajo llave, de fácil acceso, alejado de posibles fugas de agua que permita una operación y ejecutar acciones de mantención, recambio o desarme sencillas.
- Se debe minimizar el cableado de alto voltaje.
- La extensión del cableado de bajo voltaje, por ejemplo, sensores, deben respetar las restricciones que entreguen los fabricantes.
- Los sensores se deben instalar en los lugares determinados por el diseñador del SST. No se deben cambiar de ubicación salvo autorización del diseñador.
- El posicionamiento del sensor de temperatura en el campo de colectores se debe ejecutar en el último colector de la batería, en el que mejor represente el funcionamiento de la instalación, en el de salida de fluido a mayor temperatura. El colector debe estar libre de sombras que afecten la medida de los sensores. También se debe evitar que fuentes de calor externas influyan sobre los sensores, por ejemplo, chimeneas.



Deficientes condiciones de protección y seguridad en tablero eléctrico.

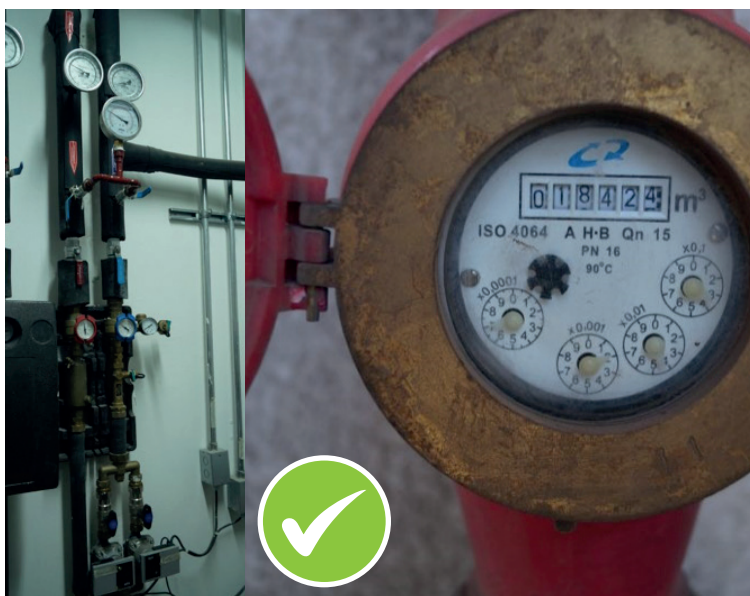


Tablero eléctrico con correcta disposición de elementos y cableado.

- El posicionamiento del sensor de temperatura en el acumulador se debe ejecutar, siempre, en el interior del acumulador en un lugar cercano y por encima de la tubería de salida, en la parte baja del acumulador. De no ser posible, se debe instalar en la tubería o conexión más próxima. En caso que el sensor se ubique muy arriba dentro del acumulador, la bomba actuará a mayor temperatura y se perderá parte de la energía durante la partida y la parada.
- Los sensores nunca se deben exponer al fuego o soldadura y se deben proteger de la lluvia. Preferentemente, se deben usar vainas de protección. No se deben sumergir directamente en el flujo.
- Se debe considerar dejar cableado extra, en caso de falla del sensor. Se recomienda instalar un segundo sensor sin conexión al controlador ya que, en caso de falla, habrá un sencillo reemplazo.
- El cableado de los sensores se debe fijar de manera de no romper la aislación ni el cableado interno. Todo el cableado se debe proteger contra daños, roturas, protección contra altas temperaturas y radiación ultra violeta.
- Se debe verificar el funcionamiento de los sensores directamente conectados al sistema de control y antes de su instalación. Se puede simular su funcionamiento calentándolo con las manos o con agua caliente y enfriándolo en el ambiente o en agua fría.
- Los sensores no se deben doblar, tampoco deben impedir o restringir el flujo del fluido de trabajo.
- Se debe verificar el buen contacto térmico del sensor con el absorbedor o, en el interior de la vaina de protección, con el fluido en el tubo de salida del colector.
- Antes de conectar el controlador a la corriente, se debe asegurar que el voltaje sea el adecuado. Para controladores que no posean protección contra cortes de electricidad, se debe instalar una desconexión mediante fusibles.
- Las lecturas de los sensores se podrán utilizar para verificar el correcto funcionamiento del SST, analizando las temperaturas de entrada y salida de los distintos componentes.

### 3.3.8. SISTEMA DE MEDICIÓN

- Para la instalación de caudalímetros y contadores de energía, se deben considerar las especificaciones que entreguen los fabricantes.
- Se debe tener precaución en la selección del lugar donde se instalen, las medidas que se obtendrán no se deben afectar por accesorios hidráulicos cercanos.
- La posición debe facilitar su visualización.
- La instalación de termómetros bimetálicos se debe realizar en vainas de protección sumergidas en las tuberías o en el acumulador para garantizar la correcta medida de las temperaturas.



Consideración de instrumentos de medición de principales variables.



Instrumento de medición desgastado y en posición desfavorable.

## 4. OPERACIÓN

Terminada la instalación se deben realizar pruebas que permitirán verificar que el SST está bien instalado, ajustando valores según el diseño del SST, lo que permitirá comprobar que funciona de la forma prevista.

### 4.1. Condiciones de trabajo

El correcto funcionamiento del SST requiere que el usuario o beneficiario lo conozca, lo que incluye las condiciones de trabajo para su mejor aprovechamiento, en específico, relacionadas a las variables de temperaturas, presiones y la acción combinada de ambas. Por ello, se recomienda entregar al usuario o beneficiario un Manual de Operación, en formato amigable y en idioma español.

#### 4.1.1. TEMPERATURAS

- Una característica particular de los SST es la gran variabilidad de las temperaturas de trabajo producidas por la potencia variable de la fuente de energía y por las variaciones del consumo de ACS. Por ejemplo, en un SST que se encuentra en funcionamiento, las temperaturas en la parte exterior (CST y cañerías o tuberías del circuito primario) varían, cada día, desde los valores mínimos que ocurren temprano por la mañana, hasta los valores máximos que se pueden dar a primera hora de la tarde, los que dependen de la radiación.

##### 4.1.1.1. Temperaturas máximas

El diseño del SST debe considerar que:

- Los componentes y los materiales que se proyectan emplear soporten las altas temperaturas producidas por cualquier situación de operación, por ejemplo, exposición a prolongadas y altas radiaciones solares sin consumo de ACS.
- Después de alcanzar la temperatura máxima, el SST debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin intervención alguna del usuario.

#### 4.1.1.2. Temperatura máxima del SST

Las temperaturas máximas de cada circuito se deben determinar a partir de la temperatura de estancamiento del CST y de la temperatura de preparación del SAA.

- Temperatura de estancamiento del CST se obtiene del procedimiento establecido en UNE 12975.
- La temperatura de preparación del SAA debe quedar definida por las condiciones de diseño y/o funcionamiento del mismo.
- Se deben considerar hasta tres temperaturas máximas de trabajo del circuito primario. En específico:
  - Temperatura de estancamiento del colector en las baterías de colectores, elementos de interconexión y tramos del circuito solar que conectan con los colectores.
  - Temperatura de saturación del fluido a la presión máxima en los tramos en los que pueda circular vapor desde el campo de colectores hasta el vaso o sistema de expansión. No debe ser inferior a 140 °C salvo para colectores con tratamiento no selectivo.
  - Temperatura máxima de la parte fría del circuito primario será de 110 °C en el resto de tramos de circuito no alcanzables por el vapor.
- Temperatura máxima del resto de los circuitos quedan definidas por el sistema de transferencia de calor, el diseño de los circuitos y las estrategias del sistema de control. En específico:
  - Del circuito secundario será 10 °C inferior a la máxima temperatura alcanzable en el intercambiador del primario.
  - Del circuito de alimentación a la máxima temperatura alcanzable en el depósito de consumo.
  - Del circuito de consumo, distribución y recirculación a la máxima temperatura prevista en el SAA.

#### 4.1.1.3. Temperatura máxima del CST

- Debe superar todos los ensayos de la norma UNE 12975.
- El ensayo del CST determina la temperatura de estancamiento.
- Debe soportar su temperatura de estancamiento, se debe acreditar con los resultados del ensayo.

#### 4.1.1.4. Temperatura máxima del sistema prefabricado

- Debe ser ensayado bajo las normas UNE 12975 y 12976.
- Debe justificar que el ensayo determinará la temperatura máxima en el circuito de consumo para las condiciones climáticas de referencia.
- Debe soportar las temperaturas máximas que pueda alcanzar, lo cual se debe acreditar con los resultados del ensayo y con las advertencias de los manuales de instrucciones de instalador y usuario que no se debe tomar ninguna medida especial para cualquier condición de funcionamiento.

#### 4.1.1.5. Temperaturas mínimas

- La temperatura mínima de cada circuito se debe definir a partir de la temperatura ambiente mínima exterior y de la temperatura mínima de suministro de agua fría (de no existir registro, se debe adoptar el valor de 10 °C).
- La temperatura ambiente mínima exterior será la correspondiente a la comuna donde se instale el SST.
- La temperatura mínima en todos los circuitos cuyo trazado tengan alguna parte que se ejecute por el exterior de la edificación, será la temperatura mínima exterior, aunque estén térmicamente aislados.
- Las temperaturas mínimas en el resto de circuitos será la interior en edificaciones cerradas siempre que se tenga la certeza que no se alcanzarán las mínimas temperaturas exteriores.

### 4.1.2. PRESIÓN

Las presiones de los fluidos en el interior de los circuitos varían debido a los cambios de temperaturas, a las variaciones que incorporan el funcionamiento de las bombas o el nivel de radiación. Es importante que la fluctuación de presiones se produzca dentro de los márgenes que establece el diseño del SST para cada circuito para evitar que el usuario deba intervenir para que el SST vuelva a funcionar correctamente.

#### 4.1.2.1. Presión máxima, para sistemas compuestos

- La presión máxima de trabajo de cada circuito que se podrá alcanzar durante cualquier condición de funcionamiento, tanto en frío como en caliente, la cual debe ser inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad con un margen de seguridad adicional del 10% y, al menos, de 0,5 bares.
- La presión máxima de cada circuito se debe utilizar para dimensionar el vaso o sistema de expansión.
- El diseño y dimensionado de los circuitos acoplados a la acometida de agua debe considerar las presiones máximas de trabajo de la red de abastecimiento.

#### 4.1.2.2. Presión máxima para sistemas prefabricados de circulación natural:

- Todos los circuitos se deben diseñar para que nunca se sobrepase la máxima presión que soporta cualquiera de sus materiales, lo que se debe verificar con sus respectivas fichas técnicas.
- El sistema debe considerar válvulas de seguridad configuradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se superará la presión máxima de trabajo de los componentes.
- Los sistemas deben contar con una válvula de seguridad en el circuito de consumo, accionada únicamente por presión, la cual no se debe accionar a una presión menor de 8 bares.
- Los materiales deben soportar las máximas presiones de trabajo factibles de alcanzar, y, después de alcanzar dicha presión, el sistema debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin la intervención del usuario.
- Se debe proteger la válvula de seguridad de las eventuales sobrepresiones que se producen por el aumento de temperatura mediante un vaso o sistema de expansión.

#### 4.1.2.3. Presión mínima

- El diseño del SST debe considerar que la presión mínima factible de alcanzar en cada circuito durante cualquier condición de funcionamiento siempre será superior a la presión atmosférica.
- Se debe evitar la entrada de aire en los circuitos.
- Se debe asegurar que, en las condiciones de temperaturas más frías, quede un margen de presión, entre 0,5 y 1,5 bar, sobre la presión atmosférica.
- El diseño de los circuitos acoplados a la acometida de agua debe considerar que la presión mínima de trabajo de la red de abastecimiento puede ser cero (0), situación a considerar en la prueba de presión del circuito primario de interacumuladores e intercambiadores.
- Para el diseño de los circuitos secundario y de consumo (acoplados a la acometida de agua fría) se debe tener en cuenta que puede ser cero la presión mínima de trabajo de la red de abastecimiento o incluso negativa cuando, para sistemas ubicados en cubierta, se produzca el vacío que puede generar el peso de una columna de agua.

### 4.1.3. ACCIÓN COMBINADA DE TEMPERATURA Y PRESIÓN

La acción combinada de temperaturas y presiones genera efectos distintos e incontrolados que la acción independiente de cada una de ellas, por tanto, se deben analizar las posibilidades que esta situación ocurra y los efectos que puede inducir.

El diseño del SST debe poner atención a la resistencia a la presión máxima de trabajo de materiales plásticos para las diferentes temperaturas de trabajo que se puedan presentar.

Para sistemas prefabricados de circulación natural no se deben utilizar válvulas combinadas de presión y temperatura.

## 4.2. Características de funcionamiento

Se debe priorizar Proyectos SST cuyos esquemas o configuraciones hayan sido experimentados y de los que se conozca, comportamiento y prestaciones, además de la casuística relativa a las condiciones de funcionamiento y sus respectivos efectos.

También se debe realizar un levantamiento de información con el objetivo de conocer las principales características que influyen en el diseño y uso para evaluar el proceso de consumo de energía y adoptar los criterios de diseño.

### 4.2.1. PRUEBAS DE CIRCUITOS

Se deben realizar con el objetivo de verificar que el SST no representa riesgos para personas, animales, medioambiente o para la misma instalación o edificación.

#### 4.2.1.1. Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas

Se debe comprobar que todos los elementos del circuito o red a la que se le realizará la prueba soporten la presión de la prueba. En caso que algún elemento no soporte la presión de la prueba, se debe(n) aislar mediante una válvula de corte o ser retirados durante la prueba y ser reemplazados por tapones.

Sólo durante las pruebas se podrá utilizar agua de la red o potables, también es posible ocupar el mismo fluido de trabajo que será utilizado durante la operación normal del SST.



Se recomienda seguir el siguiente procedimiento para detectar las principales fallas en circuitos y evitar posibles daños que se pudieran producir a mayor presión.

- Realizar prueba inicial de estanqueidad.
  - Se debe efectuar a la presión de red.
  - Debe tener una duración suficiente que permita verificar la estanqueidad en todas las uniones del sistema.
- Efectuar prueba de estanqueidad a una presión mayor.

Se deben probar hidrostáticamente para asegurar su estanqueidad. Esta prueba se debe realizar antes que los componentes queden ocultos por obras constructivas de la edificación. En detalle:

- Para el circuito primario, la prueba se debe realizar a 1,5 veces la presión máxima de trabajo, con un mínimo de 3 bares.
- Para el circuito de consumo, la prueba se debe realizar a 1,5 veces la presión máxima de trabajo o soportar la presión máxima requerida por las normativas sanitarias y específicas para SST vigentes.

La prueba de estanqueidad a una presión mayor debe durar el tiempo suficiente que permita verificar la estanqueidad de todas las uniones del sistema. En caso de identificar fugas, se sugiere seguir el siguiente procedimiento:

- Las secciones o componentes afectados se deben reparar o cambiar con material o componentes nuevos.
- Ejecutadas todas las reparaciones, se debe volver a realizar la prueba de estanqueidad,
- Se debe repetir el procedimiento las veces que sea necesario.

#### 4.2.1.2. Pruebas de libre dilatación

Realizada y superada la prueba de estanqueidad, se recomienda:

- Comprobar el correcto funcionamiento del vaso o sistema de expansión, para lo cual se debe llevar el circuito primario a la temperatura de estancamiento comprobando que el vaso o sistema de expansión funciona según lo indicado en el diseño del SST.
- Comprobar que no se hayan producido deformaciones apreciables en el circuito o red de cañerías o tuberías, situación que se debe comprobar durante el proceso de enfriamiento.

Se sugiere realizar las pruebas en día soleado y sin demanda de ACS. Las demás redes también se pueden verificar haciendo circular agua a temperatura normal de funcionamiento.

### 4.2.1.3. Llenado, purga y presurización

Finalizadas satisfactoriamente las pruebas, los circuitos se encuentran en condiciones de ser llenados de fluido, purgarlos de aire y dejarlos a la presión de trabajo que establece el diseño del SST.

#### 4.2.1.3.1. Procedimiento de llenado

Se recomienda seguir el siguiente orden general:

- **Acumulador**, se deben aislar de los circuitos secundario y de consumo, para ello se debe:
  1. Cerrar las válvulas de ida y retorno entre el DA y el circuito secundario.
  2. Cerrar las válvulas entre el DA y el SAA.

Con la válvula de alivio (venteo) del DA abierta, se debe:

1. Llenar el DA abriendo la válvula que lo alimenta con agua de la red.
  2. Dejar que la presión lo llene hasta que salga agua por la válvula de alivio (venteo) superior.
  3. Todos los sensores inmersos en el DA se deben instalar antes del llenado.
- **Circuito secundario**, cuando el acumulador esté lleno, se debe:
    1. Llenar el circuito secundario, abriendo la válvula que alimenta el circuito secundario.
    2. Permitir que la presión de la red llene la red de cañerías o tuberías.
    3. Purgar el aire por el punto más alto utilizando el purgador de aire del circuito o del DA hasta que salga agua a través de él.
  - **Circuito primario**, se debe llenar a primera hora de la mañana o cuando no haya sol, se debe:
    1. Evitar choques térmicos.
    2. Impedir que el fluido se caliente lo que facilita la purga.
    3. Dejar el circuito a la presión mínima de llenado en frío.

En caso de llenar mediante bomba de presión, se sugiere seguir el orden del siguiente procedimiento:

1. Calcular el volumen del circuito para preparar el volumen a ocupar.
  2. Preparar el fluido en el depósito, llenar utilizando las dos conexiones instaladas, cerrar la válvula de corte, alimentar por la conexión que va a los colectores, abrir la válvula que permitirá la salida del aire; todo el fluido que saldrá se debe bombear nuevamente.
  3. El procedimiento se debe realizar hasta purgar todo el aire del circuito, para finalizar, cerrar las válvulas de conexión exterior y abrir válvula de corte intermedia. El circuito quedará listo para ser presurizado.
- **Circuito de consumo**, se debe conectar el SST al SAA y a la red de agua caliente de la edificación.
    1. Si el SAA está en funcionamiento, se deben abrir las válvulas de entrada y salida del SST y cerrar la válvula del by pass de entrada.
    2. Si el SAA y la red de distribución de ACS no están operativas, ambos se deben llenar, para lo cual se deben abrir las válvulas correspondientes y las llaves de los puntos de consumo que permitan la salida del aire. Con la presión de la red se llenará la red de cañerías o tuberías y se purgará el aire.

#### 4.2.1.4. Purga completa de los circuitos

Antes de realizar la purga y para que no vuelva a entrar aire, se debe comprobar que el circuito se encuentre presurizado.

Para la purga, se recomienda realizar según el siguiente procedimiento:

- Hacer circular el fluido, acción que se debe realizar en función de formas y trazados de los circuitos, abriendo las llaves en el circuito de distribución y encendiendo las bombas de circulación (primario y secundario) con el objetivo de arrastrar el aire que pueda quedar en los mismos.
- Después de un tiempo de operación, detener el movimiento de los fluidos, para terminar con los procesos de llenado y purga.
- Observar qué se extrae durante la purga, lo cual puede ser mezcla de fluido y aire o sólo fluido. Según el caso, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:
  - En caso de extraer sólo fluido, dejar presurizado el circuito y listo para funcionar.
  - En caso que se siga extrayendo aire, volver a hacer circular el fluido durante tiempos cada vez más prolongados y repetir toda la operación.

#### 4.2.1.5. Presurización de los circuitos

La presurización de los diferentes circuitos se recomienda realizar siguiendo el siguiente procedimiento.

##### Circuitos secundarios y de consumo

Se debe comprobar que se alcanza la presión prevista en el diseño del SST y se traslada hasta los puntos de consumo. Corresponde a la presión de la red de alimentación de agua fría.

Para edificaciones existentes, una vez lleno el SAA y la red de distribución interior, nuevamente se debe aislar el SST, para ello, se debe cerrar la válvula de alimentación de agua fría y dejar abierta la que alimenta al SAA con el fin de hacer las pruebas del SST.

##### Circuito primario

- Antes de llenar, se debe comprobar la presión del lado aire del vaso o sistema de expansión.
- Lleno y purgado el circuito, se debe presurizar según medios disponibles y selección del instalador hasta llegar a la presión mínima establecida en el diseño del SST. La operación se debe ejecutar con todos los circuitos fríos para asegurar la presión mínima de llenado.

En caso que el circuito quede expuesto a heladas, se debe cumplir con las especificaciones del diseño del SST, para ello, se debe sugiere verificar que:

- El pH se encuentra en los márgenes indicados por el fabricante de los CST.
- La presión de cada circuito cerrado se encuentra dentro de las especificaciones del diseño del SST.

#### 4.2.1.6. Puesta en marcha

Para sistemas compuestos, antes de dejar funcionando el SST, se debe realizar la puesta en marcha mediante el encendido manual que permite ajustar el sistema de distribución de agua, calibrar el sistema de control y realizar las últimas verificaciones.

Para realizar el encendido manual se recomienda seguir el siguiente procedimiento que se divide en cuatro (4) pasos. En detalle:

**Paso 1**, con todos los circuitos llenos y presurizados y antes de realizar la puesta en marcha, se recomienda verificar que:

- Las válvulas de seguridad se encuentren instaladas y funcionando correctamente, no presentando obstrucciones para su descarga.
- Las válvulas de corte, de llenado y vaciado funcionen correctamente.
- La posición de todas las válvulas es la correcta para la operación del sistema.
- Los dispositivos de medida se encuentran instalados y con valores esperados.

**Paso 2**, encender las bombas mediante la opción manual del controlador. Se recomienda comprobar que:

- Las bombas roten en la dirección correcta. Se puede verificar visualmente identificando el sentido de la rotación del eje del motor o utilizando medidores de presión instalados a cada lado de la bomba.
- Se haya iniciado la circulación del fluido en los circuitos correspondientes. En día soleado, se deben empezar a calentar los circuitos primario y secundario.
- El estado del aire en los circuitos.
- Las modificaciones de presión, tanto las debidas al funcionamiento de bombas como al aumento de la temperatura de los circuitos debido al calentamiento del fluido son adecuadas.
- El estado de las principales variables del SST.
- Los medidores de flujo funcionan, igual que cualquier medidor de energía dispuesto en el sistema.

**Paso 3**, verificaciones, se recomienda:

Verificar que el aire se purgó por completo, debido a que el funcionamiento de las bombas puede arrastrar el aire hasta los sistemas de purga. Para purgar correctamente, se deben apagar las bombas y volver a actuar sobre los purgadores.

**Paso 4**, realizar un registro, para ello, se recomienda:

Hacer un registro, con datos del día y la hora, que considere todos los datos y valores disponibles de caudal, presión, temperaturas, consumo eléctrico de las bombas y de los elementos de medida disponibles, entre ellos:

- Indicadores del tiempo meteorológico en el momento.
- Termómetro en CST.
- Termómetro en el DA.
- Termómetros en las bocas del intercambiador.

- Manómetro en el vaso o sistema de expansión.
- Puente manométrico en las bombas.
- Puente manométrico en primario y secundario del intercambiador.
- Estado de funcionamiento de las bombas (centralita).
- Estado de funcionamiento de las bombas (cuadro eléctrico).
- Registros de caudalímetros y/o contadores de energía.
- Consumos eléctricos, voltajes y amperajes de cada equipo eléctrico.

La información que genere el indicado registro, permitirá:

- Realizar ajustes de la distribución de fluidos, con el sistema en funcionamiento, estableciendo los flujos de diseño en circuitos cerrados, ramales de colectores y acumuladores.
- Calibrar el control automático, para lo cual se deben ajustar todos los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño del SST y, a su vez, se debe comprobar el funcionamiento de todos los componentes del sistema de control.
- Realizar una verificación final, antes de iniciar las pruebas de funcionamiento o puesta en servicio y dejar el sistema funcionando en modo automático, comprobando parámetros asociados al funcionamiento de bombas de circulación y sensores.

#### 4.2.1.7. Pruebas de funcionamiento o de puesta en servicio

Tienen por objetivo verificar que el SST funciona correctamente según las distintas condiciones de operación establecidas en el diseño. Para ello, se recomienda realizar las siguientes pruebas:

##### 4.2.1.7.1. Para sistemas compuestos

##### Encendido y apagado diario

En condiciones normales durante un día soleado completo, se debe comprobar el correcto funcionamiento del controlador para iniciar y terminar el calentamiento diario. Durante la prueba, se recomienda:

- Verificar encendido del controlador, que se debe encontrar en modo automático.
- Durante la mañana, esperar hasta que comience el funcionamiento de la bomba por la diferencia de temperatura entre el fluido de los CST y el agua del DA.

- Registrar las temperaturas a las que las bombas comienzan a funcionar y, comparar dichas temperaturas con el diferencial de temperatura establecido en el controlador.
- Si el día es completamente soleado, verificar que las bombas de circulación funcionan continuamente. Solo se deberían detener ante la activación de alguna protección de seguridad.
- Durante la tarde, esperar hasta que la bomba se detenga producto de la diferencia de temperatura entre el agua en los CST y el DA.
- Registrar las temperaturas a las que las bombas dejan de funcionar y, comparar dicha temperatura con el diferencial de temperatura establecido en el controlador.

### Evolución diaria de temperaturas

Se recomienda verificar el aumento de la temperatura del DA, de la entrada y salida de los CST y del intercambiador mientras transcurre el día que se ejecuta la prueba. Se recomienda:

- Con el consumo cerrado para sacar ACS del DA Solar, comprobar que aumenta la temperatura del DA a lo largo del día.
- Comprobar la evolución de las temperaturas de entrada y salida de CST, y de entrada y salida de intercambiador. Se debe verificar que aumentan a lo largo del día y disminuyen al terminar el día.
- Las pruebas de funcionamiento con consumo se recomiendan realizar en días posteriores. Se deben realizar las mismas pruebas y comprobaciones previamente descritas, donde las temperaturas del DA no deberían subir tanto.

### Entrega de agua caliente sanitaria (ACS)

Se recomienda verificar que se está entregando agua caliente sanitaria, desde el DA Solar al SAA y posterior consumo.

### Comprobaciones finales

Se recomienda comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de medidas dispuestos en el SST. Para ello, se recomienda:

- Verificar el correcto posicionamiento de las válvulas de alimentación y consumo. El agua fría debe entrar en el DA Solar y no en el sistema de apoyo y que, al abrir cualquier punto de consumo, el agua del SST debe fluir desde el DA Solar al SAA y de éste al punto de consumo.
- Verificar la entrega de ACS, mediante la medición de las temperaturas del circuito de consumo (entrada de agua fría, salida de agua caliente del DA Solar y salida del SAA). Se debe comprobar que las temperaturas estén relacionadas con cada sistema.

Adicionalmente, se recomienda ejecutar las siguientes medidas y verificaciones a los equipos de medidas del SST:

- Rendimiento energético de los CST.
- Equilibrado del campo de colectores, se recomienda medir las temperaturas y saltos térmicos de todos los circuitos y ramales.
- Efectividad y rendimiento del intercambiador de calor.
- Rendimiento y aporte energético del SST.
- Consumo eléctrico de la instalación.

### Para sistemas prefabricados de circulación natural

Se recomienda verificar el estado de los componentes y correcto funcionamiento del SST. Para ello, se recomienda ejecutar las siguientes pruebas:

- Verificar la ubicación y funcionamiento de todos los componentes.
- Verificar la correcta regulación de la válvula mezcladora termostática (VMT), comprobando que la temperatura de entrega de ACS en el primer punto de consumo se encuentre en el rango indicado por la normativa vigente.
- Verificar la circulación del agua fría y caliente en el circuito de consumo conforme a las posibles configuraciones (conexión en serie o en paralelo con el SAA).

Adicionalmente, se recomienda ejecutar las siguientes verificaciones al SST.

- El responsable de la instalación debe asegurar la correcta ejecución de las pruebas, estado y funcionamiento del SST.
- El SST se debe entregar completamente instalado y funcionando, incluyendo toda la estructura soportante y los refuerzos estructurales correspondientes.
- En caso que el SST se instale sobre la techumbre de una edificación existente se debe realizar una inspección de hermeticidad del techo intervenido, rociando agua al techo a razón de un litro por metro cuadrado de superficie del techo intervenido, para descartar goteras y averías.
- Terminada la ejecución con la entrega final del SST al mandante, inicia el período de mantención y garantías.



## 5. MANTENCIÓN

La mantención del SST se requiere para que siempre funcione correctamente y conseguir una vida útil de los equipos lo más extendida posible a lo indicado por fabricantes de equipos y componentes, por ello se recomienda disponer de un plan de mantención preventiva y un procedimiento correctivo en caso que se presenten fallas.

### 5.1. Mantenimiento de sistemas compuestos

Dado que los sistemas compuestos son sistemas que representan soluciones particulares, que involucran un mayor número de equipos, componentes, piezas y partes el programa de mantención preventivo se recomienda ejecutar con una mayor frecuencia según especificaciones de la presente guía.

#### 5.1.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La mantención preventiva debe considerar ejecutar dos (2) tipos de operaciones:

- Inspección visual (IV).
- Control de funcionamiento (CF).

En el cuadro siguiente se especifican las operaciones de mantención preventiva, mínimas que se recomienda ejecutar, junto con identificar su periodicidad mínima (en meses).

EQUIPO	PERIODO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
COLECTOR	6M	IV	Comprobar presencia polvo y de diferencias entre colectores.
CRISTALES	6M	IV	Comprobar presencia de condensación y humedad.
JUNTAS	6M	IV	Detectar presencia o no de grietas y deformaciones.
ABSORBEDOR	6M	IV	Detectar corrosión y deformaciones.
CARCASA	6M	IV	Detectar deformaciones, oscilaciones y fugas.
CONEXIONES	6M	IV	Detectar aparición de fugas.
ESTRUCTURA	6M	IV	Detectar presencia de óxido, degradación, indicios de corrosión y apriete de pernos, tuercas y tornillos.
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	6 M	IV	Comprobar estado de protecciones de uniones, degradación y ausencia de humedad.
BOMBA	6 M	CF	Verificar estanqueidad.

EQUIPO	PERIODO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
PURGADOR MANUAL	6 M	CF	Ejecutar el vaciado de aire del botellín.
SISTEMA DE LLENADO	6 M	CF	Comprobar correcto funcionamiento.
ESTANQUE DE EXPANSIÓN	6 M	CF	Comprobar presión.
VÁLVULA DE CORTE	12 M	CF	Comprobar efectivo funcionamiento (abrir y cerrar).
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	12 M	CF	Comprobar que no haya humedad.
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	12 M	IV	Uniones y ausencia de humedad.
ÁNODOS DE SACRIFICIO	12 M	CF	Comprobar desgaste.
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	12 M	CF	Comprobar presencia de lodos en el fondo.
FLUIDO DE TRABAJO	12 M	CF	Comprobar densidad y PH.
INTERCAMBIADOR DE CALOR	12 M	CF	Comprobar efectividad y prestaciones.
PROTECCIÓN CATÓDICA	12 M	CF	Comprobar efectividad.
SISTEMA DE APOYO	12 M	CF	Comprobar funcionamiento efectivo y oportuno.
SISTEMA DE CONTROL	12 M	CF	Comprobar funcionamiento efectivo.
TABLERO ELÉCTRICO	12 M	IV	Comprobar que este siempre cerrado, evitar acumulación de polvo.
TERMOPARES	12 M	CF	Comprobar funcionamiento efectivo.
TERMOSTATO	12 M	CF	Comprobar funcionamiento efectivo.
VÁLVULA DE SEGURIDAD	12 M	CF	Comprobar funcionamiento efectivo.
ESTANQUEIDAD	24 M	CF	Efectuar prueba de presión.
INTERCAMBIADOR DE CALOR	60 M	CF	Ejecutar limpieza según indicación del fabricante.

Dónde:

- IV: Inspección visual
- CF: Control de funcionamiento.

## Protocolo de actividades

Para los distintos equipos y componentes, se recomienda identificar mediante Inspección Visual (IV) o Control de Funcionamiento (CF) los principales hallazgos o problemas que se detecten y que puedan afectar el funcionamiento del SST. Se recomienda seguir la siguiente pauta.

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
COLECTOR	IV	Presencia polvo y diferencias entre colectorres												
CRISTALES	IV	Presencia de condensación y humedad												
JUNTAS	IV	Presencia o no de grietas y deformaciones												
ABSORBEDOR	IV	Corrosión y deformaciones												
CARCASA	IV	Deformaciones, oscilaciones y fugas												
CONEXIONES	IV	Aparición de fugas												
ESTRUCTURA	IV	Óxido, degradación, indicios de corrosión y apriete de pernos, tuercas y tornillos												
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	IV	Protecciones de uniones, degradación y ausencia de humedad												
BOMBA	CF	Estanqueidad												
PURGADOR MANUAL	CF	Vaciado de aire del botellín												
SISTEMA DE LLENADO	CF	Funcionamiento												
VASO DE EXPANSIÓN	CF	Comprobar presión												
VÁLVULA DE CORTE	CF	Efectivo funcionamiento												
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	CF	Descartar humedad												

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	IV	Uniones y ausencia de humedad												
ÁNODOS DE SACRIFICIO	CF	Desgaste												
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	CF	Lodos en el fondo												
FLUIDO DE TRABAJO	CF	Densidad y PH												
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	Efectividad y prestaciones												
PROTECCIÓN CATÓDICA	CF	Efectividad												
SISTEMA DE APOYO	CF	Funcionamiento efectivo y oportuno												
SISTEMA DE CONTROL	CF	Funcionamiento efectivo												
TABLERO ELÉCTRICO	IV	Protegido de acumulación de polvo												
TERMOPARES	CF	Funcionamiento efectivo												
TERMOSTATO	CF	Funcionamiento efectivo												
VÁLVULA DE SEGURIDAD	CF	Funcionamiento efectivo												
ESTANQUEIDAD	CF	Prueba de presión												
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	Limpieza												

## Protocolo de fechas

Complementario al protocolo de actividades, se sugiere ejecutar el protocolo de fechas, el que tiene por objetivo controlar cuándo se debe realizar cada chequeo y si es que éste se efectuó.

En general los hallazgos o problemas detectados se deben repetir en ambos protocolos, y en base a dicha información se debe generar un reporte con conclusiones y actuaciones que se deben realizar para subsanar los hallazgos.

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA DE CHEQUEO	HORA DE CHEQUEO
COLECTOR	IV	Presencia polvo y dediferencias entre colectorres		
CRISTALES	IV	Presencia de condensación y humedad		
JUNTAS	IV	Presencia o no de grietas y deformaciones		
ABSORBEDOR	IV	Corrosión y deformaciones		
CARCASA	IV	Deformaciones, oscilaciones y fugas		
CONEXIONES	IV	Aparición de fugas		
ESTRUCTURA	IV	Óxido, degradación, indicios de corrosión y apriete de pernos, tuercas y tornillos		
AISLAMIENTO HACIA EL EXTERIOR	IV	Protecciones de uniones, degradación y ausencia de humedad		
BOMBA	CF	Estanqueidad		
PURGADOR MANUAL	CF	Vaciado de aire del botellín		
SISTEMA DE LLENADO	CF	Funcionamiento		
ESTANQUE DE EXPANSIÓN	CF	Comprobar presión		
VÁLVULA DE CORTE	CF	Efectivo funcionamiento		
AISLAMIENTO DEL ACUMULADOR	CF	Descartar humedad		

EQUIPO	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA DE CHEQUEO	HORA DE CHEQUEO
AISLAMIENTO HACIA EL INTERIOR	IV	Uniones y ausencia de humedad		
ÁNODOS DE SACRIFICIO	CF	Desgaste		
DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN	CF	Lodos en el fondo		
FLUIDO DE TRABAJO	CF	Densidad y ph		
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	Efectividad y prestaciones		
PROTECCIÓN CATÓDICA	CF	Efectividad		
SISTEMA DE APOYO	CF	Funcionamiento efectivo y oportuno		
SISTEMA DE CONTROL	CF	Funcionamiento efectivo		
TABLERO ELÉCTRICO	IV	Protegido de acumulación de polvo		
TERMOPARES	CF	Funcionamiento efectivo		
TERMOSTATO	CF	Funcionamiento efectivo		
VÁLVULA DE SEGURIDAD	CF	Funcionamiento efectivo		
ESTANQUEIDAD	CF	Prueba de presión		
INTERCAMBIADOR DE CALOR	CF	Limpieza		

### 5.1.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Considera todas las operaciones necesarias para resolver fallas y problemas que entorpezcan o interrumpan el óptimo funcionamiento del SST, los que se deberían identificar durante el programa de mantenimiento preventivo, cuando se ejecuta adecuadamente.

Se recomienda preparar o elaborar un manual de mantenimiento que incorpore, de manera íntegra, el programa de mantenimiento preventivo y un procedimiento para solucionar los hallazgos o problemas detectados de acuerdo con los criterios expuestos anteriormente, manual que debe ser entregado al mandante o usuario de la instalación.

## 5.2. Mantenimiento de sistemas prefabricados de circulación natural

La mantención del SST es necesaria para que funcione correctamente y lograr una vida útil lo más larga y cercana posible a las indicaciones de fabricante, para ello, se recomienda desarrollar y ejecutar un plan de mantención que lo ejecute personal técnico especializado durante todo el ciclo de vida útil.

Se recomienda ejecutar las mantenciones con una periodicidad anual con el objetivo que todos los componentes se mantengan operativos, evitando riesgos para las personas, animales y daños al medioambiente.

La primera mantención se debe ejecutar durante el mes 12 a contar del mes de recepción o puesta en funcionamiento del SST. Las siguientes se deberán realizar cada 12 meses, para lo cual se propone respetar el siguiente calendario.

MES	HITOS
0	Recepción por el mandante
12	Primera mantención
24	Segunda mantención
36	Tercera mantención
48	Cuarta mantención
60	Quinta mantención
+12 (según contrato)	Siguientes mantenciones

### 5.2.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se propone el siguiente procedimiento mínimo de mantención preventiva.

En detalle:

ELEMENTOS	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
ÁREA CAPTADORA	Limpieza por sobre la cubierta de vidrio, el marco o tubos.	Se debe retirar la acumulación de polvo excesivo mediante el procedimiento indicado por el fabricante.
	Inspección visual del vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar presencia de condensación, grietas o fisuras.</li> <li>• Para SST Tubos de vacío, se debe verificar que no exista coloración blanca en los extremos.</li> </ul>
	Absorbedor	Se debe observar presencia de agrietamiento o deformaciones.
	Conexiones	Se debe verificar presencia de corrosión, deformación, fugas y/o falta de aislación.
	Carcasa (para placa plana)	Se debe Identificar deformación, corrosión, fugas.
CIRCUITO DE TRABAJO	Tuberías, aislamiento, protección UV y procedimiento de llenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe corroborar ausencia de humedad y fugas.</li> <li>• Se debe verificar el buen estado del aislamiento y la protección UV. Caso contrario, se debe corregir o reemplazar.</li> <li>• Se debe verificar perdidas del fluido caloportador.</li> </ul>
	Válvula de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de humedad y fugas.</li> <li>• Se debe verificar el buen estado del aislamiento y la protección UV. Caso contrario, se debe corregir o reemplazar.</li> <li>• Se debe verificar si existe o no perdidas del fluido.</li> </ul>
	Válvula de corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas.</li> <li>• Se debe realizar limpieza interna.</li> <li>• Se debe activar manualmente.</li> </ul>
	Válvula termostática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas.</li> <li>• Se debe realizar limpieza interna.</li> <li>• Se debe activar manualmente.</li> </ul>
	Válvula manual de tres vías tipo L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas.</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento.</li> <li>• Se debe ejecutar desarme y limpieza interna.</li> </ul>
	Válvula de retención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas.</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento.</li> <li>• Se debe ejecutar desarme y limpieza interna.</li> </ul>
	Vaso de expansión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe verificar ausencia de fugas.</li> <li>• Se debe verificar buen funcionamiento.</li> <li>• Se debe verificar la precarga.</li> <li>• Se debe ejecutar lavado interior y limpieza.</li> </ul>



ELEMENTOS	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
DEPOSITO ACUMULADOR	Dentro del deposito	Se debe verificar la presencia de lodos en su interior y limpiar.
	Ánodos de sacrificio	Se debe ejecutar el retiro y reposición.
	Carcasa del DA	Se debe verificar ausencia de deformación, corrosión y/o fugas.
ESTRUCTURA DE MONTAJE	Aprietes, fijaciones, empotramiento	Se debe comprobar que tuercas y pernos no estén sueltos.
	Óxido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe comprobar ausencia de óxido en pernos, tuercas, uniones, fijaciones al depósito acumulador y colector solar.</li> <li>• Se deben tomar las medidas correctivas de limpieza y protección en caso de presencia de óxido.</li> </ul>
ESTRUCTURA AUXILIAR	Aprietes, fijaciones, empotramiento	Se debe comprobar que tuercas y pernos no estén sueltos.
	Óxido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se debe comprobar ausencia de óxido en pernos, tuercas, en uniones, fijaciones.</li> <li>• Se deben tomar las medidas correctivas de limpieza y protección en caso de presencia de óxido.</li> </ul>

### 5.2.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Todas las acciones descritas se deben complementar con acciones correctivas según lo considere el diseño del Proyecto SST, las que deben asegurar su correcta operación y funcionamiento. Adicional a las intervenciones especificadas anteriormente, se deben realizar todas las acciones que especifique el proveedor o fabricante del sistema.

# Documentación técnica

## 1. MEMORIA TÉCNICA

La presente guía sugiere que un Proyecto SST debe generar una Memoria de Técnica respecto a información técnica y específica de cada SST, para lo cual se propone dividir en cuatro (4) el contenido de la indicada memoria. En detalle:

- **Memoria de Cálculo**, referida a especificaciones de componentes. Incluye toda la información técnica del SST y una lista de chequeo para facilitar el procedimiento de revisión.
- **Documentación Adjunta**, incluye toda la información complementaria a la Memoria de Cálculo.
- **Planos y Esquemas** del Proyecto SST.
- **Documentos, Planos y Diagramas** que completan la definición del proyecto.

## 2. ACREDITACIÓN DE CUMPLIMIENTO

Complementario a la información contenida en la Memoria Técnica, la presente guía recomienda que la empresa instaladora del SST genere documentación que permita asegurar que el SST no representa riesgos para personas, animales, medioambiente ni para la propia infraestructura que lo alojará. Por ello, se recomienda generar y exigir documentación que se especifica en los numerales siguientes.

## 2.1. Documentación

La empresa instaladora del SST debería desarrollar y gestionar certificados firmados por el Representante Legal y el mandante, representante, beneficiario o usuario que acrediten:

- Entrega de Manuales de Uso, Operación y Mantenimiento (preventiva y correctiva).
- Ejecución de actividad de capacitación según alcances de la Memoria Técnica del SST.

Copia de ambos certificados deberían quedar en poder del mandante, representante, beneficiario o usuario.

## 2.2. Pruebas a realizar al SST

Como parte de las actividades que entregan seguridad a personas, animales, evitan dañar el medio ambiente y buscan asegurar la vida útil del sistema según las indicaciones de los fabricantes, la presente guía recomienda que la empresa instaladora del SST desarrolle y gestione certificados firmados por el Representante Legal y el mandante, representante, beneficiario o usuario que acrediten la ejecución de:

- **Pruebas de puesta en marcha**, donde se debe comprobar el correcto funcionamiento de los equipos de medidas y control dispuestos en el SST, además de la entrega de calor o ACS según el diseño del SST.
- **Pruebas de funcionamiento o puesta en servicio**, tienen por objetivo verificar la correcta operación de todos los circuitos que configuran el SST, descartando fugas y errores de funcionamiento, confirmando que todos los componentes operan correctamente dentro de los rangos especificados y se produce una correcta entrega de calor o ACS según el diseño del proyecto.

Copia de ambos certificados deberían quedar en poder del mandante, representante, beneficiario o usuario.

# GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS CON BASE EN LA EXPERIENCIA DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

