



# GUÍA DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR









# GUÍA DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR



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

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,  
Obras Públicas y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

## GUÍA DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR

La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ha elaborado el presente documento en el marco del Proyecto 25,000 Techo Solares para México el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no necesariamente representan la opinión del BMUB y/o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Instituciones editoras: GIZ

Guía de instalación de sistemas de calentamiento solar de agua para vivienda unifamiliar, México, D.F., 30 de septiembre de 2014.

Edición y Supervisión: Santiago Mata, Hermilio Ortega, Ana Villaseñor (GIZ).  
Autora: Ernestina Torres Reyes, Centro de Evaluación y Capacitación en Energías Renovables (RENOMEX®).

Diseño: Bárbara Angélica Guerrero.

Iconografía: Flaticon: Stephen Hutchings, Scott de Jonge, Freepik. The Noun Project: Maico Amorim, Nathan Thomson, Filip.

Impreso en México

Tiraje: 1000 ejemplares

Imprenta: XXXXXXXX

© Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn/Alemania

[www.giz.de](http://www.giz.de)

Oficina de Representación de la GIZ en México

Torre Hemicor, Piso 15 - PH

Av. Insurgentes Sur No. 826

Col. Del Valle, Del. Benito Juárez

C.P. 03100, México, D.F.

T +52 55 55 36 23 44

F +52 55 55 36 23 44

E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)

I [www.giz.de](http://www.giz.de) / [www.gtz.de/mexico](http://www.gtz.de/mexico)



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	15
--------------	----

## 1 PRIMERA PARTE



DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS	19
IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA SOLAR Y DEFINICIONES GENERALES	
Energía solar	20
Definiciones generales	21
TIPOLOGÍA DE SCSPA	32
FUNCIONES DE LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS DEL SCSPA	34
CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DIFERENTES SCSPA	38
ELEMENTOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS SCSPA	40

## 2 SEGUNDA PARTE



SELECCIÓN E INSTALACIÓN DEL SCSPA (VIVIENDA UNIFAMILIAR CON TERMOTANQUE)	45
ENFOQUE Y SECUENCIA DE PASOS	46
CONTACTO CON EL CLIENTE	
Pasos Preliminares	47
Visita Preliminar	47
Preparar un presupuesto para el cliente	48
PLANEACIÓN Y PREPARATIVOS PARA LA INSTALACIÓN	
Programación de la Instalación	49
Asegurar la Integridad del CSA	49

Elaboración del Plan de Instalación	50
Elaboración de Listas de Materiales y Herramientas	56
Transporte y Manejo del SCSA	61
<b>INSTALACION DE SCSA</b>	
Colocación e Instalación de SCSA	62
Puesta en servicio de SCSA	78
<b>ENTREGA DE LA INSTALACIÓN DEL SCSA</b>	
Recepción de la Instalación por el Cliente o Supervisor de Obra	80

### 3\_TERCERA PARTE



<b>PRÁCTICAS PROHIBIDAS Y REQUISITOS PARA UNA BUENA INSTALACIÓN</b>	81
---	----

### 4\_CUARTA PARTE



<b>CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA.</b>	89
--	----

CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ABREVIATURAS	97
GLOSARIO DE TÉRMINOS	98

# LISTA DE FOTOGRAFÍAS

---

---

Fotografía 1. Colector solar plano.	22	Fotografía 13. Válvulas de corte y bypass.	28
Fotografía 2. Tubo evacuado.	23	Fotografía 14. Válvula de purga.	28
Fotografía 3. Colector solar de tubos evacuados.	24	Fotografía 15. Válvula anticongelante.	28
Fotografía 4. Tubo calórico.	24	Fotografía 16. Válvula termostática de sobrecalentamiento.	28
Fotografía 5. Termotanque.	24	Fotografía 17. Válvula de ajuste (compuerta).	28
Fotografía 6. Corte transversal de un termotanque.	25	Fotografía 18. Bomba de recirculación.	29
Fotografía 7. Estructura de soporte de CSA.	25	Fotografía 19. Regulador diferencial.	29
Fotografía 8. Válvula check.	27	Fotografía 20. Tubos de vacío.	29
Fotografía 9. Ánodo de sacrificio.	27	Fotografía 21. Reflectores.	29
Fotografía 10. Jarro de aire.	27	Fotografía 22. Intercambiador de calor.	29
Fotografía 11. Válvula de purga de aire.	27	Fotografía 23. Manómetro.	30
Fotografía 12. Válvula de seguridad o sobrepresión.	27	Fotografía 24. Reductor de presión.	30
		Fotografía 25. Termómetro.	30

Fotografía 26.		Fotografía 39.	
<b>Instrumentos de medición.</b>	<b>58</b>	<b>Revisar que la altura de la base del tinaco sea la necesaria (Instalaciones con tinaco).</b>	<b>65</b>
Fotografía 27.		Fotografía 40.	
<b>Llaves.</b>	<b>58</b>	<b>Ubicar el sur geográfico.</b>	<b>66</b>
Fotografía 28.		Fotografía 41.	
<b>Llave matraca y tambores.</b>	<b>58</b>	<b>Revise el manual de instalación del fabricante.</b>	<b>66</b>
Fotografía 29.		Fotografía 42.	
<b>Taladro.</b>	<b>58</b>	<b>Revise que todos los elementos del CSA estén presentes y que estos se encuentren en óptimas condiciones.</b>	<b>66</b>
Fotografía 30.		Fotografía 43.	
<b>Tanque de gas, cortador de tubo de cobre, soldadura, pasta y soplete.</b>	<b>58</b>	<b>Despliegue las piezas de la estructura y ubique la tornillería.</b>	<b>66</b>
Fotografía 31.		Fotografía 44.	
<b>Cortador de tubo polímero termosoldable, termofusionador y material.</b>	<b>58</b>	<b>Arme la estructura y asegure toda la tornillería.</b>	<b>67</b>
Fotografía 32.		Fotografía 45.	
<b>Pegamento CPVC, Segueta, cortador de tubo y material CPVC.</b>	<b>59</b>	<b>Coloque los reflectores y asegure la tornillería (CSA colector de tubos evacuados).</b>	<b>67</b>
Fotografía 33.		Fotografía 46.	
<b>Tubos de CPVC, Cobre y Polímero Termosoldable.</b>	<b>59</b>	<b>Estructura de colector de tubos evacuados armada con colectores colocados.</b>	<b>67</b>
Fotografía 34.		Fotografía 47.	
<b>Casco, guantes y lentes de seguridad. Equipo de protección personal.</b>	<b>60</b>	<b>Asegure la estructura del CSA cuidando la integridad del impermeabilizante para evitar filtraciones.</b>	<b>67</b>
Fotografía 35.		Fotografía 48.	
<b>Zapato de seguridad.</b>	<b>60</b>	<b>En CSA con colector de tubos evacuados, una vez instalada la estructura se coloca el termotanque.</b>	<b>68</b>
Fotografía 36.			
<b>Escalera Equipo de elevación y manipulación.</b>	<b>60</b>		
Fotografía 37.			
<b>Cuerda Equipo de elevación y manipulación.</b>	<b>60</b>		
Fotografía 38.			
<b>Analizar el lugar de instalación.</b>	<b>65</b>		

Fotografía 49.		Fotografía 60.	
Revise el nivel de termotanque.	68	Elevación sin asegurar el equipo.	82
Fotografía 50.		Fotografía 61.	
Coloque los accesorios de soporte de los tubos evacuados.	68	Uso de cuerda para asegurar equipo.	82
Fotografía 51.		Fotografía 62.	
Coloque lubricante en la boca del tubo así como en el empaque.	68	Colector solar con sombra.	82
Fotografía 52.		Fotografía 63.	
Introduzca el tubo dentro del termotanque con giros suaves.	69	Colector solar sin sombra.	82
Fotografía 53.		Fotografía 64.	
Asegure el tubo dentro del accesorio de soporte para que quede fijo.	69	Tubería sin aislamiento térmico.	83
Fotografía 54.		Fotografía 65.	
Arme la estructura de soporte.	69	Tubería aislada.	83
Fotografía 55.		Fotografía 66.	
Asegure el colector a la estructura de soporte, orientando el colector hacia el sur.	69	Termotanque a desnivel.	83
Fotografía 56.		Fotografía 67.	
Coloque la válvula anticongelante en el colector.	69	Termotanque nivelado.	83
Fotografía 57.		Fotografía 68.	
Coloque el termotanque en la estructura.	69	Materiales resistentes a altas temperaturas.	84
Fotografía 58.		Fotografía 69.	
Asegúrese que el CSA esté bien nivelado.	70	Llave de nariz directa agua caliente.	84
Fotografía 59.		Fotografía 70.	
Coloque las conexiones del colector hacia el termotanque y viceversa según las instrucciones del fabricante.	70	Mezcladora de agua caliente.	84
		Fotografía 71.	
		Anclaje directo a losa.	85
		Fotografía 72.	
		Anclaje en calzas coladas en sitio.	85
		Fotografía 73.	
		Mala integración de materiales en conexiones.	85
		Fotografía 74.	
		Conexiones con uso adecuado de materiales.	85

# LISTA DE FIGURAS

---

---

Figura 1.	Válvula de retención o check.	27	Figura 13.	Tubos de vacío.	29
Figura 2.	Ánodo de sacrificio.	27	Figura 14.	Reflectores.	29
Figura 3.	Jarro de aire.	27	Figura 15.	Intercambiador de calor.	29
Figura 4.	Válvula de purga de aire.	27	Figura 16.	Manómetro.	30
Figura 5.	Válvula de seguridad o sobrepresión.	27	Figura 17.	Reductor de presión.	30
Figura 6.	Válvulas de corte y bypass.	28	Figura 18.	Termómetro.	30
Figura 7.	Válvula de purga.	28	Figura 19.	SCSA Termosifón directo.	33
Figura 8.	Válvula anticongelante.	28	Figura 20.	SCSA Termosifón indirecto.	33
Figura 9.	Válvula termostática de sobrecalentamiento.	28	Figura 21.	SCSA con flujo forzado o activo.	33
Figura 10.	Válvula de ajuste (compuerta).	28	Figura 22.	Carga de agua en termotanque.	35
Figura 11.	Bomba de recirculación.	29	Figura 23.	Carga de energía SCSA baja presión.	35
Figura 12.	Regulador diferencial.	29	Figura 24.	Carga de energía SCSA alta presión.	36

Figura 25. <b>Carga de energía SCSA colector plano.</b>	37	Figura 40. <b>Distancia mínima para muros al sur y laterales.</b>	55
Figura 26. <b>Consumo de agua caliente.</b>	37	Figura 41. <b>Selección correcta del espacio de instalación.</b>	56
Figura 27. <b>Boceto a mano alzada de la instalación del SCSA.</b>	50	Figura 42. <b>Diagrama de instalación SCSA de baja presión con colector de tubos evacuados.</b>	70
Figura 28. <b>Codo.</b>	51	Figura 43. <b>Diagrama de instalación SCSA de baja presión con colector plano.</b>	71
Figura 29. <b>Compresor bomba.</b>	51	Figura 44. <b>CSA con respaldo de gas.</b>	72
Figura 30. <b>Yee.</b>	51	Figura 45. <b>CSA sin respaldo de gas.</b>	72
Figura 31. <b>Válvula de compuerta.</b>	51	Figura 46. <b>CSA anulado.</b>	72
Figura 32. <b>Yee.</b>	51	Figura 47. <b>Conexión a tinaco CSA colector de tubos evacuados.</b>	74
Figura 33. <b>Válvula de globo.</b>	51	Figura 48. <b>Conexión a tinaco CSA colector plano.</b>	75
Figura 34. <b>Reducción.</b>	51	Figura 49. <b>Figura 2.23 Ubicación de la fuente de presión de agua.</b>	76
Figura 35. <b>Válvula de bola.</b>	51	Figura 50. <b>Conexión de CSA de tubos evacuados a una línea presurizada.</b>	77
Figura 36. <b>Ampliación.</b>	51	Figura 51. <b>Conexión de CSA con colector plano a una línea presurizada.</b>	77
Figura 37. <b>Válvula de ángulo.</b>	51		
Figura 38. <b>Instalación de CSA en techos con inclinación NORTE/SUR.</b>	53		
Figura 39. <b>Instalación de CSA en techos con inclinación ESTE/OESTE.</b>	54		

# LISTA DE TABLAS

---

---

Tabla 1. Definición y función de accesorios de los SCSA	27	Tabla 9. Pasos de llenado de SCSA según su tipo.	79
Tabla 2. Tipología de los SCSA	33	Tabla 10. Prácticas prohibidas de instalación y alternativas.	82
Tabla 3. Ventajas y desventajas de los sistemas pasivos /termosifón y activos/flujo forzado	39	Tabla 11. Buenas prácticas de instalación.	86
Tabla 4. Criterio de consumo de agua caliente sanitaria para diseño de instalaciones solares.	41	Tabla 12. Agua a baja temperatura.	91
Tabla 5. Elementos de dimensionamiento de instalaciones solares individuales.	42	Tabla 13. Mantenimiento preventivo mínimo.	92
Tabla 6. Simbología.	51	Tabla 14. Problemas comunes en los calentadores solares de agua y sus posibles causas.	92
Tabla 7. Instalación de SCSA termosifón directo.	62		
Tabla 8. Rutas y funcionamiento de válvulas.	72		

---

---



# INTRODUCCIÓN

## ANTECEDENTE

En los últimos 10 años, destaca el sector de la vivienda en el crecimiento sostenido del área instalada de calentadores solares de agua en México, lo que motiva a las instituciones como la CONUEE, INFONAVIT, GIZ y ANES entre otras, a impulsar programas de promoción y adquisición de esta tecnología, al mismo tiempo que participan y coordinan las iniciativas para consolidar el marco normativo con la participación del sector empresarial. Esto se está logrando al mejorar la infraestructura de la calidad en México, con el surgimiento de laboratorios de ensayo para la certificación de la tecnología solar, así como más recientemente con la capacitación y certificación de las competencias laborales de los instaladores de sistemas de calentamiento solar de agua, a través de estándares oficialmente reconocidos y creados para tal fin.

**ESTA GUÍA** está dirigida a plomeros, fontaneros, instaladores de tubería de agua y gas, ingenieros, arquitectos e industriales del sector y subsectores de la construcción que proyectan, ejecutan y supervisan instalaciones de sistemas de calentamiento solar de agua.

**CON EL OBJETIVO** de orientarlos en las buenas prácticas de la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua individuales para vivienda y apoyar a los mismos para aumentar sus habilidades y destrezas de acuerdo con el **Estándar de Competencia EC0325 “Instalación de Sistema de Calentamiento Solar de Agua Termosifónico en Vivienda Sustentable.”**

**EL ALCANCE** de esta guía, es proporcionar al instalador de calentadores solares de agua, los elementos mínimos para que puedan realizar la instalación de un sistema de calentamiento solar de agua de forma correcta, además de que puedan detectar el origen de problemas de funcionamiento, que se presentan comúnmente en este tipo de equipos, y a su vez solucionarlos de la manera adecuada. También le proporcionará al **verificador y supervisor de la construcción**, los requisitos mínimos que deben presentar las instalaciones de esta tecnología, antes de ser entregadas a los usuarios de la vivienda.

Esta guía se divide en cuatro partes:

1

PRIMERA PARTE  
DEFINICIONES Y NOCIONES  
GENERALES SOBRE LA  
ENERGÍA SOLAR

2

SEGUNDA PARTE  
SELECCIÓN E INSTALACIÓN  
DEL SCSA (VIVIENDA  
UNIFAMILIAR CON  
TERMOTANQUE)

3

TERCERA PARTE  
PRÁCTICAS PROHIBIDAS Y  
REQUISITOS PARA UNA BUENA  
INSTALACIÓN

4

CUARTA PARTE  
MANTENIMIENTO Y  
REPARACIÓN DE CSA







# PRIMERA PARTE

## DEFINICIONES Y CONCEPTOS BÁSICOS

En esta sección se presentan definiciones y conceptos básicos relacionados con el funcionamiento y operación de los Sistemas de Calentamiento Solar de Agua (SCSA), cuyo componente principal es un Calentador Solar de Agua (CSA).

Se tratan los siguientes temas:

- Importancia de la energía solar y definiciones generales
- Clasificación de las instalaciones solares
- Tipos de CSA
- Funciones de los componentes y accesorios del SCSA
- Características de los diferentes CSA
- Elementos de dimensionamiento de los SCSA

Esta sección permite a los instaladores dominar la oferta técnica de un CSA en el contexto del mercado para así optar por opciones coherentes con las necesidades de cada instalación y las expectativas del usuario.

# IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA SOLAR Y DEFINICIONES GENERALES

## ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la que se produce en el Sol debido a la continua reacción termonuclear que se lleva a cabo en su interior, esto sucede a temperaturas de varios millones de grados. La reacción básica en el interior del Sol es la fusión nuclear, en la cual cuatro protones de Hidrógeno se combinan para formar un átomo de Helio; como consecuencia de ello, la masa “perdida” se convierte en energía en forma de radiación.

Este proceso tiene lugar en el núcleo de la esfera solar para luego ser transferida a la superficie de la Tierra, de tal manera que la energía solar que nos llega a la Tierra es radiada por el Sol, desde la parte más externa de la esfera solar llamada la fotosfera, a una razón de  $66 \text{ MW/m}^2$ .

La heterogeneidad espacial de la radiación solar recibida, determina la dinámica de muchos procesos del entorno, entre otros la temperatura, presión, humedad del aire y suelo, fotosíntesis, evaporación, todos estos procesos se llevan a cabo con un impacto directo en la sociedad.

Esta energía puede ser aprovechada por el ser humano a través de tecnologías de conversión fototérmica. Éstas funcionan por medio de la conversión de la luz solar en energía térmica sobre superficies que transfieren dicha energía a fluidos de trabajo como el agua, que puede ser empleada en la vivienda y en procesos diversos. Esto se puede lograr por medio de colectores solares planos, colectores solares con tubos de vacío, colectores solares au-



tos contenidos o colectores de concentración de radiación solar.

La aplicación de la tecnología de calentamiento solar de agua es especialmente estratégica para México, ya que se debe disminuir el uso per cápita de Gas LP y/o Gas Natural. Por lo que resulta muy importante promover y capacitar para la aplicación de buenas prácticas en la instalación de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua en el sector residencial de la vivienda unifamiliar, para el caso particular de esta guía.

## DEFINICIONES GENERALES

### **SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA, SCSA**

Sistema compuesto por colectores solares y otros componentes para el aprovechamiento de energía térmica.

### **CALENTADOR SOLAR DE AGUA, CSA**

Dispositivo diseñado para absorber radiación solar y transferir la energía térmica producida a un fluido de trabajo.

Un calentador solar de agua es un equipo o dispositivo que convierte la energía radiante del sol en calor, el cual se utiliza para elevar la temperatura de un recipiente de agua.

### **COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SCSA**

- Colector solar
- Termotanque
- Estructura de soporte
- Accesorios

## COLECTOR SOLAR

El colector solar es la parte del sistema o equipo que convierte la energía radiante del sol en calor. El calor se ha manifestado en el aumento de temperatura de una superficie de absorción (superficie de color oscuro).

Este calor obtenido de la energía radiante del sol se transfiere por contacto con un fluido de trabajo, del colector solar al termotanque de forma directa o indirecta.



Fotografía 1. Colector solar plano

### COLECTOR SOLAR PLANO

Consiste en una caja aislada térmicamente por su parte posterior y laterales.

En la parte interior, se coloca una placa metálica de color oscuro o negro en el cual hay un enrejado o serpentín de tubo metálico en contacto, generalmente de cobre.

En la parte frontal se coloca una cubierta transparente que puede ser vidrio templado especial hasta policarbonato celular. (Fotografía 1)



## COLECTOR SOLAR DE TUBOS EVACUADOS

Es un colector solar que emplea tubos transparentes usualmente de vidrio, con un espacio al vacío entre la pared del tubo y el absorbedor.

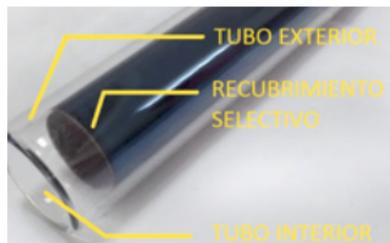
El tubo evacuado más comúnmente utilizado es el que tiene forma de recipiente con doble pared de vidrio. La cara externa de la pared interna contiene una capa de un compuesto de alta absorptividad solar. Entre ambas paredes de vidrio hay vacío, lo cual reduce la transferencia de calor entre paredes y hacia el medio ambiente.



Fotografía 2. Colector solar de tubos evacuados.

El fluido de trabajo recibe la energía solar directa o indirectamente. De forma directa, cuando el agua circula dentro del termotanque y el tubo evacuado, mientras que de forma indirecta, cuando se transmite el calor al agua del termotanque, por medio de un tubo calórico (heat pipe).

Un tubo calórico es una varilla hueca de cobre rellena de acetona. La evaporación y condensación de la acetona dentro del tubo calórico transporta el calor de las paredes de vidrio del tubo evacuado, con ayuda de aletas de aluminio, hasta un bulbo superior que se encuentra en contacto directo con el termotanque. (Fotografías 2 y 3)



Fotografía 3. Tubo evacuado.



Fotografía 4. Tubo calórico.

## TERMOTANQUE

Es un depósito aislado térmicamente en el que se acumula el agua de consumo calentada de forma directa o indirecta por el calor proveniente de los colectores solares.



Fotografía 5. Termotanque.



En general, están contruidos de un tanque interno de acero inoxidable, acero porcelanizado, acero galvanizado e incluso de materiales poliméricos. Un tanque externo de acero que puede ser inoxidable o con revestimiento y entre ambos tanques se incorpora espuma de poliuretano como aislante. (Fotografías 5 y 6)



Fotografía 6. Corte transversal de un termotanque.

El termotanque cuenta con varios niples para la conexión a la entrada de agua fría y de los demás accesorios.

El termotanque del colector solar al vacío directo cuenta con perforaciones para la instalación de los tubos evacuados. En el caso de equipos de calentamiento indirecto, el termotanque tiene cabezales que permiten la colocación de los tubos calóricos que están en contacto con el agua de consumo.

## ESTRUCTURA DE SOPORTE

Estructura metálica de acero inoxidable, de aluminio o acero galvanizado con esmalte, que tiene como finalidad mantener la posición inclinada del colector y la del termotanque en la parte posterior. (Fotografía 7)



Fotografía 7. Estructura de soporte de CSA.

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

En algunos equipos de tubos evacuados la estructura incluye unos reflectores por la parte posterior de donde se instalarán los tubos evacuados.

## ACCESORIOS

Los accesorios son elementos del sistema o equipo de calentamiento solar de agua, necesarios para su protección. Los más importantes son los siguientes:

- Válvula de retención o check
- Ánodo de sacrificio
- Jarro de aire
- Válvula de purga de aire
- Válvula de seguridad o sobrepresión
- Válvulas de corte y bypass
- Válvula de purga
- Válvula anticongelante
- Válvula termostática de sobrecalentamiento



**TABLA I.**  
**DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE ACCESORIOS DE LOS SCSPA**

ACCESORIO	VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHECK	ÁNODO DE SACRIFICIO	JARRO DE AIRE	VÁLVULA DE PURGA DE AIRE	VÁLVULA DE SEGURIDAD O SOBREPRESIÓN
	 Fotografía 8.	 Fotografía 9.	 Fotografía 10.	 Fotografía 11.	 Fotografía 12.
	 Figura 1.	 Figura 2.	 Figura 3.	 Figura 4.	 Figura 5.
SCSPA BAJA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X	X		
SCSPA BAJA PRESIÓN PLANO	X	X	X		
SCSPA ALTA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X		X	X
SCSPA ALTA PRESIÓN PLANO	X	X		X	X
	Válvula que evita el retorno del flujo de agua caliente por la entrada de agua fría.	Barra metálica de magnesio o zinc que reduce la corrosión del acero inoxidable del tanque interno del termotanque	Elemento de seguridad en los calentadores solares de conexión a tinaco, evita que deformaciones por cambios de presión hidráulica, permite el descenso libre del agua caliente.	Accesorio utilizado en equipos a presión, permite el llenado de agua, elimina burbujas de aire, y evita la presión negativa dentro del termotanque.	Elemento de seguridad en los calentadores solares de presión, protege al equipo que de deformaciones y roturas por cambios de presión hidráulica.

Fotografía 8. Válvula check. Fotografía 9. Ánodo de sacrificio. Fotografía 10. Jarro de aire. Fotografía 11. Válvula de purga de aire. Fotografía 12. Válvula de seguridad o sobrepresión.

Figura 1. Válvula de retención o check. Figura 2. Ánodo de sacrificio. Figura 3. Jarro de aire. Figura 4. Válvula de purga de aire. Figura 5. Válvula de seguridad o sobrepresión.

**TABLA I.**  
**DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE ACCESORIOS DE LOS SCSA**

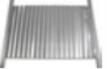
ACCESORIO	VÁLVULAS DE CORTE Y BYPASS	VÁLVULA DE PURGA	VÁLVULA ANTI-CONGELANTE	VÁLVULA TERMOSTÁTICA DE SOBRECALENTAMIENTO	VÁLVULA DE COMPUERTA
 Fotografía 13.	 Fotografía 14.	 Fotografía 15.	 Fotografía 16.	 Fotografía 17.	
					 Figura 6.
SCSA BAJA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X		X	X
SCSA BAJA PRESIÓN PLANO	X	X	X		X
SCSA ALTA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X		X	X
SCSA ALTA PRESIÓN PLANO	X	X	X		X
	Válvula para el corte de flujo	Válvula colocada en la parte inferior del termostanque que permite evacuar el agua para su mantenimiento.	Válvula que termostáticamente abre para evacuar el agua fría de un colector plano y evitar su congelación.	Válvula mezcladora que termostáticamente proporciona agua a una temperatura de confort. Evita accidentes con agua caliente al usuario.	Permite el ajuste del caudal del circuito primario de la CESI en una circulación forzada

Fotografía 13. Válvulas de corte y bypass. Fotografía 14. Válvula de purga. Fotografía 15. Válvula anticongelante. Fotografía 16. Válvula termostática de sobrecalentamiento. Fotografía 17. Válvula de ajuste (compuerta).

Figura 6. Válvulas de corte y bypass. Figura 7. Válvula de purga. Figura 8. Válvula anticongelante. Figura 9. Válvula termostática de sobrecalentamiento. Figura 10. Válvula de ajuste (compuerta).



**TABLA I.**  
**DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE ACCESORIOS DE LOS SCSA**

ACCESORIO	BOMBA DE CIRCULACIÓN	REGULADOR DIFERENCIAL	TUBOS DE VACIO	REFLECTORES	INTERCAMBIADOR DE CALOR
	 Fotografía 18.	 Fotografía 19.	 Fotografía 20.	 Fotografía 21.	 Fotografía 22.
	 Figura 11.	 Figura 12.	 Figura 13.	 Figura 14.	 Figura 15.
SCSA BAJA PRESIÓN TUBOS EVAC.			X	X	X
SCSA BAJA PRESIÓN PLANO					
SCSA ALTA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X	X	X	X
SCSA ALTA PRESIÓN PLANO	X	X			
	Permite el flujo de refrigerante entre el sensor y el intercambiador de calor.	Controla la bomba de acuerdo con una diferencia de temperatura medida por las sondas.	Tubos de vidrio transparente 5-15 cm de diámetro. En cada tubo un absorbidor. Ac-tualmente l para capturar la radiación solar y un intercambiador de calor para permitir la transferencia de energía térmica.	Aumenta la energía solar recogida por los tubos al vacío.	Transmite el calor desde el co-lector al termotanque mediante un fluido de transferencia de calor.

Fotografía 18. Bomba de recirculación. Fotografía 19. Regulador diferencial. Fotografía 20. Tubos de vacío. Fotografía 21. Reflectores. Fotografía 22. Intercambiador de calor.

Figura 6. Bomba de recirculación. Figura 7. Regulador diferencial. Figura 8. Tubos de vacío. Figura 9. Reflectores. Figura 10. Intercambiador de calor.

**TABLA I.**  
**DEFINICIÓN Y FUNCIÓN DE ACCESORIOS**  
**DE LOS SCSA**

ACCESORIO	MANÓMETRO	REDUCTOR DE PRESIÓN	TERMÓMETRO
	 Fotografía 23.	 Fotografía 24.	 Fotografía 25.
	 Figura 16.	 Figura 17.	 Figura 18.
SCSA BAJA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X	X
SCSA BAJA PRESIÓN PLANO	X		X
SCSA ALTA PRESIÓN TUBOS EVAC.	X	X	X
SCSA ALTA PRESIÓN PLANO	X	X	X
	Control para la presión en diferentes puntos de los circuitos hidráulicos.	Reduce la presión de la red pública.	Instalar en varios puntos para facilitar el diagnóstico y el monitoreo de fallos.

Fotografía 23. Manómetro. Fotografía 24. Reductor de presión. Fotografía 25. Termómetro.

Figura 16. Manómetro. Figura 17. Reductor de presión. Figura 18. Termómetro.



# CLASIFICACIÓN Y TIPOLOGÍA DE LAS INSTALACIONES SOLARES

Los sistemas de calentamiento solar de agua se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Por la presión de trabajo del agua de consumo:
  - a\_ Presión de tinaco
  - b\_ Presión de hidroneumático
  - c\_ Presión municipal o de tanque elevado
2. Por la forma del movimiento del flujo de trabajo:
  - a\_ Pasivo o termosifón
  - b\_ Activo o flujo forzado
3. Por la forma de transmitir calor del colector solar al termo-tanque:
  - a\_ Directo
  - b\_ Indirecto

De acuerdo con la NMX-ES-004-NORMEX-2010 se establece una presión mínima de operación de  $1.5 \text{ kg/cm}^2$  para todo calentador solar comercializado en el territorio nacional. De acuerdo al Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda, DTESTV, los calentadores solares deben estar diseñados para soportar al menos entre  $3$  y  $6 \text{ kg/cm}^2$  de presión, pero pueden emplearse a baja y alta presión debido a las características existentes en el sector residencial de México, como se indica en seguida.

## EQUIPO DE PRESIÓN DE TINACO

Calentador solar diseñado para trabajar entre  $0.2$  y  $0.5 \text{ kg/cm}^2$  o columna de agua entre  $2$  y  $5$  metros. Es un equipo abierto a la atmósfera y con conexión directa de la red hidráulica del tinaco.

## **PRESIÓN DE HIDRONEUMÁTICO, MUNICIPAL O DE TANQUE ELEVADO**

Calentador solar diseñado para trabajar a presiones hidráulicas mayores a  $3 \text{ kg/cm}^2$ , es un equipo más robusto cerrado a la atmósfera con conexión a la red presurizada del hidroneumático, red municipal o a la red de un tanque elevado.

## **EQUIPO DE FLUJO ACTIVO O FORZADO**

Sistema de calentamiento solar en el cual el fluido de trabajo del colector solar se mantiene en circulación por una bomba recirculadora.

## **EQUIPO DE FLUJO PASIVO O DE TERMOSIFÓN**

Sistema de calentamiento solar en el cual el fluido de trabajo circula por efecto de la diferencia de densidad consecuencia directa del calentamiento. El fluido caliente sube y el fluido frío baja.

## **EQUIPO DE CALENTAMIENTO DIRECTO**

Calentador solar en donde el fluido de trabajo es el agua de consumo del termotanque.

## **EQUIPO DE CALENTAMIENTO INDIRECTO**

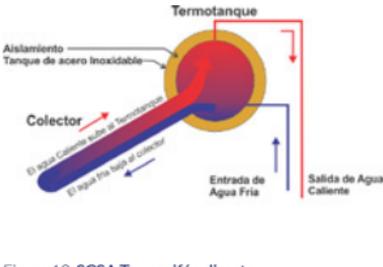
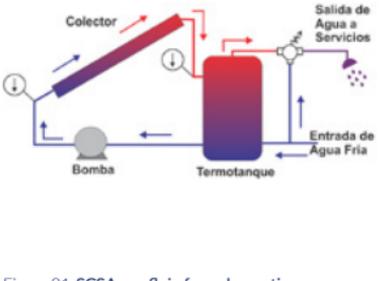
Calentador solar en donde el fluido de trabajo es un líquido diferente al agua de consumo y está contenido en un ciclo hidráulico del colector solar aislado. La transferencia de energía se lleva a cabo solamente por medio de intercambio de calor y no hay contacto entre fluido de trabajo y fluido de consumo.

# TIPOLOGÍA DE SCSA

Los SCSA generalmente son de dos tipos dependiendo de si su funcionamiento es autónomo (pasivo/termosifón) o requiere de una bomba eléctrica (activo/forzado).



**TABLA 2.**  
**TIPOLOGÍA DE LOS SCSA**

TERMOSIFÓN/PASIVO	DIRECTO	<p>Calentador solar en donde el fluido de trabajo es el agua de consumo del termotanque, aprovechando una propiedad física del agua, la cual se expande por calentamiento y por lo tanto hace que la densidad del agua caliente sea menor que la de la fría. Por lo tanto, el agua caliente subirá naturalmente en el termotanque situado en la parte alta del colector mientras que el agua fría bajara al colector.</p>	 <p>Figura 19. SCSA Termosifón directo.</p>
TERMOSIFÓN	INDIRECTO	<p>Un termosifón indirecto es un dispositivo que incluye un intercambiador de calor para transferir el calor entre el fluido que fluye a través del sensor y el agua caliente sanitaria en el tanque de almacenamiento. El agua se calienta y circula sin entrar en el colector, a diferencia del termosifón directo.</p>	 <p>Figura 20. SCSA Termosifón indirecto.</p>
FORZADO/ACTIVO		<p>El SCSA con flujo forzado, requiere de la acción de una bomba eléctrica para la circulación del fluido. Generalmente el colector se coloca en el techo y el termotanque se encuentra en un cuarto de máquinas. El flujo es generalmente similar al de los SCSA de termosifón. La regulación se efectúa por medio de un control de temperatura diferencial en la parte inferior del termotanque y a la salida del colector, para operar la bomba cuando la diferencia de temperatura supera un valor predefinido.</p>	 <p>Figura 21. SCSA con flujo forzado o activo.</p>

## **EQUIPOS MÁS EXTENDIDOS EN EL MERCADO**

- Calentador solar de baja presión del tipo pasivo o termosifón, de calentamiento directo.
- Calentador solar de alta presión del tipo pasivo o termosifón, de calentamiento directo.
- Calentador solar de alta presión, del tipo pasivo o termosifón, de calentamiento indirecto.
- Calentador solar de alta presión, del tipo activo o forzado, de calentamiento indirecto.

## **FUNCIONES DE LOS COMPONENTES Y ACCESORIOS DEL SCSA**

El funcionamiento de un Sistema de Calentamiento Solar de Agua se describe en los siguientes pasos:

- Carga de agua en el termotanque
- Carga de energía para su funcionamiento
- Consumo de agua caliente

### **CARGA DE AGUA EN EL TERMOTANQUE**

Al inicio de sus operaciones el calentador solar se llena completamente con el agua de uso proveniente del tinaco o de la red presurizada.

Para que pueda llenarse se debe permitir la purga de aire para que se llene completamente.

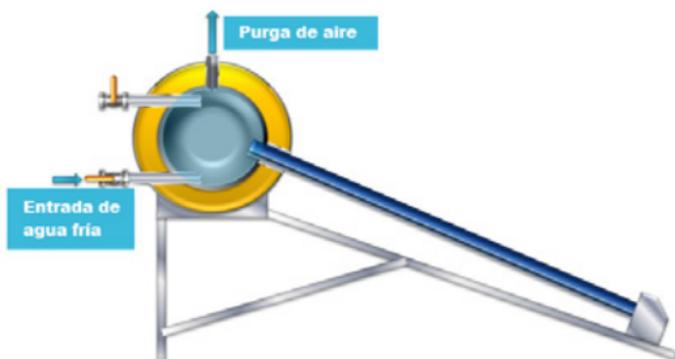


Figura 22. Carga de agua en termotanque.

## CARGA DE ENERGÍA PARA SU FUNCIONAMIENTO

El equipo se carga de energía mediante el colector solar.

En los sistemas de baja presión, el agua fluye hacia el interior del tubo evacuado y está en contacto directo con el tubo de vidrio interno, el cual es el que se calienta con la luz solar. Por lo tanto es un sistema directo.

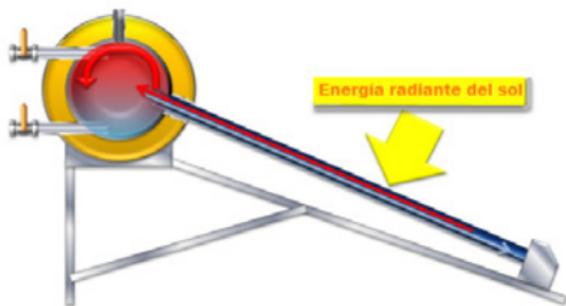


Figura 23. Carga de energía SCSA baja presión.

Los sistemas de alta presión con tubos evacuados, no hay flujo de agua del termotanque al colector solar. Por lo tanto es un sistema indirecto.

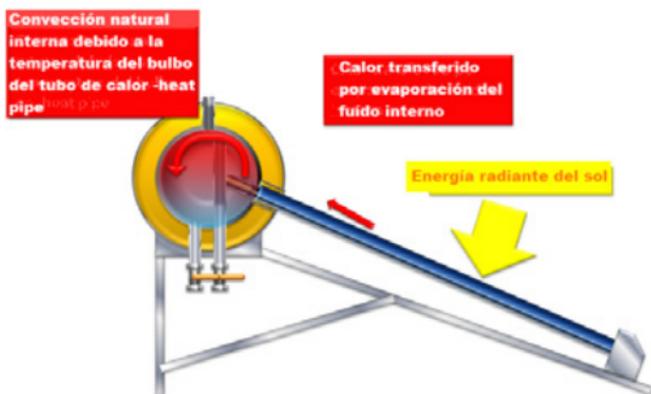


Figura 24. Carga de energía SCSA alta presión.

En los sistemas con colectores solares planos, el agua circula por un circuito externo de mangueras y/o tubos para conectar el colector solar con el termotanque y a través de ductos de flujo que regularmente son de cobre en el interior del colector solar. Por esta razón es un sistema directo.

La energía radiante del sol se convierte en calor, el cual se transfiere al agua, circulando entre colector y termotanque, por el fenómeno físico de termosifón.

En general, se deja expuesto el sistema un día o más, para que alcance la temperatura mínima de operación.

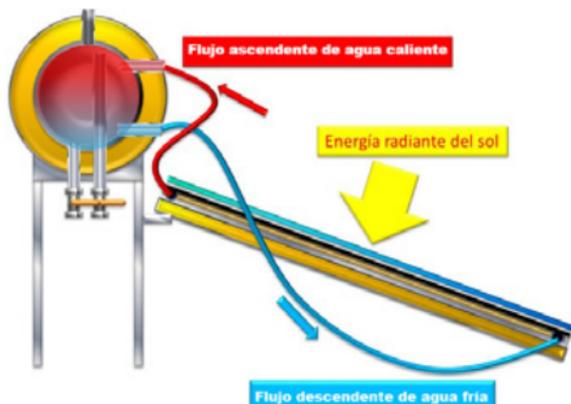


Figura 25. Carga de energía SCSA colector plano.

## CONSUMO DE AGUA CALIENTE

Una vez que el equipo ha recibido suficiente energía solar, se puede iniciar a consumir el agua caliente.

El agua que se obtiene es una mezcla del agua caliente del termotanque y del agua fría que entra de la red doméstica.

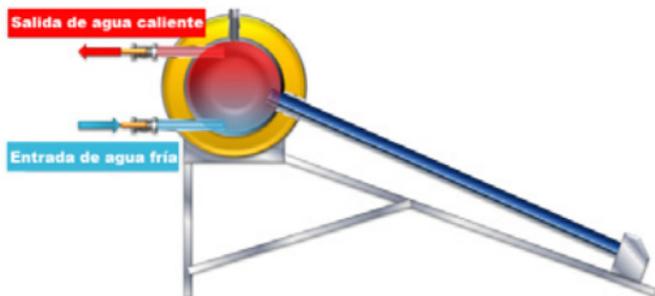


Figura 26. Consumo de agua caliente.

# CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DIFERENTES SCSA

Ventajas del uso del sistema de termosifón:

- Excelente rendimiento, especialmente en zonas soleadas.
- Se puede utilizar el agua sin necesidad de bombeo.
- Mantenimiento mínimo debido a la falta de componentes eléctricos.
- Su costo es más accesible.

Desventajas del uso del sistema de termosifón:

- Los diámetros de los tubos deben corresponder a las necesidades de la zona, especialmente si la calidad del agua es deficiente.
- Se debe diseñar el recorrido del agua de la manera más simple, corta y directa para evitar pérdidas de presión.
- La elección de un circuito abierto o cerrado: Se necesita un circuito cerrado en las zonas donde el riesgo de congelamiento es importante y la dureza del agua es alta, lo que incrementa el costo del SCSA.

Ventajas del uso del sistema forzado o activo:

- El tanque de almacenamiento/termotanque puede ser colocado en el lugar que sea arquitectónicamente más conveniente, ya que solo el colector solar debe estar colocado en el techo, se tiene mejor control de la temperatura y mayor eficiencia térmica.



Desventajas del uso del sistema forzado o activo:

- Esta tecnología es más compleja, la bomba y el controlador son frágiles y pueden causar fallas en el sistema.
- El uso del agua desde el tanque de almacenamiento/termotanque directamente en el colector puede causar problemas de congelamiento en regiones frías.
- El sensor de la válvula de anti congelamiento debe estar completamente purgado para que funcione correctamente.

<b>TABLA 3.</b>			
<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PASIVOS /</b>			
<b>TERMOSIFÓN Y ACTIVOS/FLUJO FORZADO</b>			
<b>PASIVO O TERMOSIFÓN</b>			
<b>CIRCUITO ABIERTO/DIRECTO</b>		<b>CIRCUITO CERRADO/INDIRECTO</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costo competitivo</li> <li>• No requiere de uso de bomba</li> <li>• No regulada</li> <li>• Mantenimiento Fácil</li> <li>• No hay riesgo durante heladas en colectores de tubos evacuados</li> <li>• Rendimiento energético competitivo</li> <li>• Instalación simplificada</li> <li>• Diseño simplificado</li> <li>• Uso de calentamiento auxiliar o de respaldo opcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca integración arquitectónica</li> <li>• Deposición de incrustaciones en el circuito del colector</li> <li>• Sensible a pérdidas de presión</li> <li>• Sensible a las heladas en algunas zonas -colectores planos</li> <li>• Riesgo de obstrucción por agua dura en accesorios y en colectores solares planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay riesgo de obstrucciones en el circuito del colector</li> <li>• Uso de bomba no necesario</li> <li>• No regulada</li> <li>• No hay riesgo de pérdida de presión</li> <li>• No hay riesgo durante heladas</li> <li>• Más adaptado a agua dura</li> <li>• Diseño simplificado</li> <li>• Uso de calentamiento auxiliar o de respaldo opcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor costo</li> <li>• Poca integración arquitectónica</li> <li>• Es necesario comprobar nivel de líquido anualmente y sustituir según el fabricante</li> <li>• Menor rendimiento energético que el de circuito abierto</li> <li>• Instalación con componentes adicionales</li> </ul>

**TABLA 3.**  
**VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS PASIVOS /**  
**TERMOSIFÓN Y ACTIVOS/FLUJO FORZADO (CONTINUACIÓN)**

ACTIVO O FLUJO FORZADO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mucha integración arquitectónica</li> <li>· Riesgo de obstrucciones en el circuito del colector menos probable</li> <li>· Menor pérdida de presión</li> <li>· No hay riesgo durante heladas en colectores de tubos evacuados</li> <li>· Obstrucción por agua dura menos probable</li> <li>· Uso de calentamiento auxiliar o de respaldo opcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Alto costo</li> <li>· Necesita de uso de bomba</li> <li>· Necesita de regulación</li> <li>· Mantenimiento complejo</li> <li>· Sensible a las heladas en algunas zonas colectores planos</li> <li>· Instalación más compleja</li> <li>· Diseño complejo</li> <li>· Rendimiento Energético Relativo: Flujo másico vs temperatura de fluido</li> </ul>

## ELEMENTOS DE DIMENSIONAMIENTO DE LOS SCSA

Las instalaciones colectivas son más complejas y requieren más cálculos y conocimientos aplicados mediante herramientas informáticas y software específico, sin embargo las instalaciones individuales a menudo son dimensionadas por los fabricantes e instaladores de conformidad con las normas y los conocimientos locales proporcionados por la experiencia.

Una forma fácil de dimensionar la capacidad en litros del SCSA requerido en vivienda unifamiliar, es utilizando la siguiente regla:

*Multiplicar el número de habitantes de la vivienda unifamiliar por 45, para obtener el total de litros requeridos.* Lo anterior es considerando la temperatura del agua a 38°C. De acuerdo con el Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda, CONUEE, 2010.



Esta regla varía dependiendo del uso que se le dé al agua, como se puede observar en la siguiente tabla comparativa:

**TABLA 4.**  
**CRITERIO DE CONSUMO DE AGUA CALIENTE SANITARIA PARA DISEÑO DE INSTALACIONES SOLARES.**

TIPO DE EDIFICIO	LITROS/DÍA A 60 °C	
Viviendas Unifamiliares	45*	Por persona
Vivienda Unifamiliares	30	Por persona
Viviendas Multifamiliares	22	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por cama
Hotel 4*	70	Por cama
Hotel 3*	55	Por cama
Hotel / Hostal 2*	40	Por cama
Hostal / Pensión 1*	35	Por cama
Camping	40	Por emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55	Por cama
Vestuarios/ Duchas colectivas	15	Por servicio
Escuela	3	Por alumno
Cuarteles	20	Por persona
Fábricas y talleres	15	Por persona
Administrativos	3	Por persona
Gimnasios	20 a 25	Por usuario
Lavanderías	3 a 5	Por kg de ropa
Restaurantes	5 a 10	Por comida
Cafeterías	1	Por almuerzo

\* Dato de referencia del Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda, CONUEE, 2010. El cual establece 45 litros a 38°C, diferente al consumo y temperatura estimados por la UNE94002:2005.

Los datos de consumo se han obtenido de la norma UNE94002: 2005, "Instalaciones solares térmicas de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica.

La siguiente tabla muestra los valores de otras variables que se pueden utilizar para una estimación inicial.

**TABLA 5.**  
**ELEMENTOS DE DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES SOLARES INDIVIDUALES.**

Número de ocupantes	Estos 3 parámetros pueden ser considerados para dimensionar un SCSA. El tamaño general que ha sido tomado como base en el programa de Hipoteca Verde del Infonavit, para una familia de 4 miembros, es; un termotanque de 150 litros y un área de captación aproximada de 2 m <sup>2</sup> . Es necesario promover las mejores prácticas para el ahorro de agua, por lo que se recomienda la instalación de regaderas ecológicas.
Volumen en termo tanque (litros)	
Superficie de captación (m <sup>2</sup> )	
Importante: El sobredimensionamiento se debe evitar, ya que reduce la eficiencia o rentabilidad del SCSA	







# 2

## SEGUNDA PARTE SELECCIÓN E INSTALACIÓN DEL SCSA (VIVIENDA UNIFAMILIAR CON TERMOTANQUE)

Esta sección describe todos los pasos que el instalador debe seguir para instalar un Sistema de Calentamiento Solar de Agua (SCSA), abarca los siguientes pasos:

- Contacto con el cliente.
  - » Pasos preliminares.
  - » Visita Preliminar.
  - » Preparar un presupuesto para el cliente.
- Planeación y preparativos para la instalación.
  - » Programación de la instalación.
  - » Asegurar la integridad del CSA.
  - » Elaboración de plan de instalación.
  - » Elaboración de listas de materiales y herramienta.
  - » Transporte y manejo de SCSA.
- Instalación de SCSA.
  - » Colocación e instalación de SCSA.
  - » Puesta en servicio.

- Entrega de instalación de SCSA.
  - » Recepción de la instalación por el cliente o supervisor de obra.

En esta parte también se formulan recomendaciones para evitar los errores que pudiera cometer el instalador y difundir buenas prácticas de instalación.

## ENFOQUE Y SECUENCIA DE PASOS





# CONTACTO CON EL CLIENTE



## CHECK LIST 1

### PASOS PRELIMINARES

El instalador debe ser capaz de proporcionar al cliente la siguiente información:

#### INFORMACIÓN GENERAL:

- Presentación de la oferta de productos y consultoría.
- Funcionamiento simplificado del SCSA y Especificaciones Técnicas.
- Presentación de los beneficios de adquirir un SCSA.
- Costo de trabajos adicionales en caso de requerirlos.



## CHECK LIST 2

### VISITA PRELIMINAR

En este paso, el instalador debe realizar las siguientes tareas:

#### EXPLICAR AL CLIENTE:

- El SCSA requiere un mantenimiento periódico.
- Cuáles son los términos de Garantía, tanto del equipo como de la instalación.
- Explicar que materiales se utilizarán en la instalación, tomando en cuenta el tipo de los existentes en la vivienda, para evitar futuros malos entendidos.
- El número de usuarios y la frecuencia de uso de los servicios.

- ☑ Si cuenta o no, con un equipo de respaldo y las características de éste (de paso, de gas, eléctrico, etc.)
- ☑ Si existen obstáculos que puedan hacer sombra sobre el SCSA y reducir así la cantidad de energía solar captada.



## CHECK LIST 3

### PREPARAR UN PRESUPUESTO PARA EL CLIENTE

Esta actividad debe incluir varias opciones de Calentadores Solares de Agua de acuerdo a sus necesidades.

- ☑ Seleccionar el CSA de acuerdo a las necesidades del cliente un equipo que reúna los requisitos necesarios para cubrir sus necesidades. Considerar la capacidad del colector y el tipo de instalación (alta o baja presión).

DEBE ESTABLECER:

- ☑ El costo del SCSA.
- ☑ El costo de la instalación (mano de obra, accesorios y materiales).
- ☑ Costo de trabajos adicionales si los hubiera.

CONDICIONES DE PAGO E INSTALACIÓN:

- ☑ Definir con el cliente que servicios se requerirán.
- ☑Cuál será el costo final.

NOTA: Tener en cuenta que se debe hacer del conocimiento del cliente el costo de la instalación, incluyendo el material que se va a utilizar y la mano de obra.

- ☑ Cuánto dará de anticipo y cuál será la cantidad restante a pagar por el cliente al momento de la entrega.
- ☑ Fije una fecha y horario específico para los trabajos de instalación del SCSA.



# PLANEACIÓN Y PREPARATIVOS PARA LA INSTALACIÓN



## CHECK LIST 4

### PROGRAMACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Antes de la instalación el instalador se debe de asegurar de lo siguiente:

DATOS DE CONTACTO DEL CLIENTE:

- Nombre.
- Dirección.
- Teléfono.
- Fecha de instalación.
- Que estén cubiertos los requisitos de pago.



## CHECK LIST 5

### ASEGURAR LA INTEGRIDAD DEL CSA.

EL INSTALADOR DEBE REVISAR:

- Termotanque: correspondiente a la capacidad y tipo (baja o alta presión). Sin daños visibles, golpes, deformaciones o fugas aparentes.
- Colector: sin daños visibles (vidrios rotos, coloración, presencia de moho, etc.)
- Estructura: presencia de todas las partes y accesorios de montaje.
- Paquete de accesorios: Presencia de todos los accesorios necesarios (válvulas, conexiones, tubería, etc.).
- Fluido de transferencia de calor (en los casos de equipos indirectos).



## CHECK LIST 6

### ELABORACIÓN DEL PLAN DE INSTALACIÓN

Es necesario hacer un plan para tener presente los siguientes aspectos.

- ✓ Selección del espacio de instalación.
- ✓ Herramienta necesaria para la instalación.
- ✓ Material hidráulico necesario para la instalación.
- ✓ Problemas potenciales durante la instalación.
- ✓ Equipo de seguridad necesario para la instalación.
- ✓ Tiempo estimado de instalación.
- ✓ Gastos y honorarios por instalación.

ES UNA BUENA COSTUMBRE REALIZAR UN BOCETO A MANO ALZADA QUE IDENTIFIQUE:

- ✓ Orientación.
- ✓ Línea de agua caliente.
- ✓ Línea de agua fría.
- ✓ Rutas de tubería.
- ✓ Material de instalación.
- ✓ Posición del calentador de respaldo.

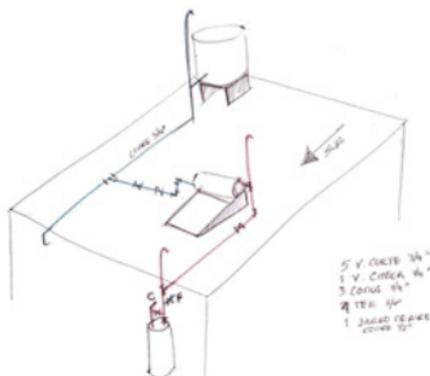


Figura 27. Boceto a mano alzada de la instalación del SCSA.

## IMPORTANTE:

Usar la simbología correspondiente facilitará la lectura de su boceto para terceras personas (tabla 6).

Lleve siempre su flexómetro para la medición de la cantidad de tubería.

**TABLA 6.  
SIMBOLOGÍA**

SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE
 Figura 28.	Codo	 Figura 29.	Compresor Bomba
 Figura 30.	Yee	 Figura 31.	Válvula de Compuerta
 Figura 32.	Tee	 Figura 33.	Válvula de Globo
 Figura 34.	Reducción	 Figura 35.	Válvula de Bola
 Figura 36.	Ampliación	 Figura 37.	Válvula de Ángulo

Figura 28. Codo. Figura 29. Compresor bomba. Figura 30. Yee. Figura 31. Válvula de compuerta. Figura 32. Tee. Figura 33. Válvula de globo. Figura 34. Reducción. Figura 35. Válvula de bola. Figura 36. Ampliación. Figura 37. Válvula de ángulo.

## PLAN DE INSTALACIÓN

### 1. Selección del Espacio para la Instalación:

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

El espacio debe tener las siguientes características:

- » Con exposición solar cuando menos 6 horas al día durante todo el año.
- » Con resistencia estructural para resistir un peso mayor de 100 kg por metro cuadrado.
- » Con la posibilidad de instalación de tubería de este lugar al tinaco y al calentador de gas.
- » De preferencia que tenga una superficie horizontal o en su defecto que se pueda colocar el equipo nivelado.
- » Lo más cercano posible al calentador de gas o al servicio de agua caliente.
- » De preferencia el equipo debe estar alejado de obstáculos, de las orillas de la azotea o de instalaciones y cables eléctricos.

### 2. Orientación del CSA:

- Idealmente, el colector solar del sistema debe estar de cara al sur geográfico, pero podemos utilizar el sur magnético para la orientación del sistema.
- Existe una diferencia entre la dirección del norte magnético determinado por la brújula y el norte geográfico. A esta diferencia se llama declinación magnética.

La declinación magnética en México es de:

- » 1° en el extremo este.
- » 12° en el extremo noroeste.
- » 6° en el centro del país.
- » Se permite tener un error de  $\pm 30^\circ$  (de este al oeste) en la orientación de nuestro equipo. (En el programa Hipoteca

Verde sólo se permiten 10°).

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

### 3. Inclinación del CSA:

- La inclinación que debe mantener la estructura del CSA es la que corresponda a la latitud del lugar  $\pm 10^\circ$ . La República Mexicana está situada entre los paralelos  $14^\circ 28'$  y  $32^\circ 43' 35''$  de latitud norte.
  - » Para techos inclinados al sur, con el objeto de mantener la inclinación correcta de la estructura se debe aumentar la altura de la base del colector solar, lo necesario para que el CSA quede nivelado, manteniendo la horizontal original de la estructura.
  - » Para techos inclinados al norte con el objeto de mantener la inclinación correcta de la estructura se debe elevar la base del termotanque, lo necesario para que el CSA quede nivelado, manteniendo la horizontal original de la estructura.

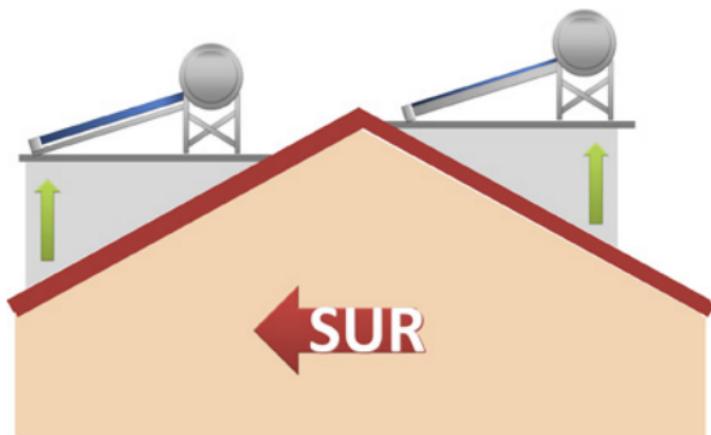


Figura 38. Instalación de CSA en techos con inclinación NORTE/SUR.

- » En techos inclinados al este u oeste es necesario también compensar la diferencia de la inclinación con el ajuste necesario a la estructura, con el objeto que el CSA quede orientado al sur, nivelado, manteniendo la horizontal original de la estructura.



Figura 39. Instalación de CSA en techos con inclinación ESTE/OESTE.

4. Exposición suficiente a la radiación solar:
  - El sistema debe tener en promedio 8 horas diarias de exposición a la radiación solar.  
Por esta razón se deben evitar las sombras producidas por objetos cercanos y/o de altura considerable.
    - » Muros cercanos, árboles u otras casas son causas potenciales de sombra sobre la zona elegida para la instalación del sistema de calentamiento solar de agua.
    - » Para conocer el comportamiento de la sombra que proyecta un objeto con el sol, se debe conocer el movimiento del sol durante las horas del día y durante los días del año.

- » La posición del sol en un día determinado depende de:
  1. La posición geográfica: latitud y longitud
  2. La hora del día
  3. El día del año
- En la República Mexicana la longitud de la sombra al medio día del solsticio de invierno se debe tomar como referencia porque se proyectan las sombras más largas hacia el norte:
  - » 0.8 metro al sur de México por cada metro de muro.
  - » 1.0 metro en el centro de México por cada metro de muro.
  - » 1.4 metro al norte de México por cada metro de muro.
- El evitar la sombra al medio día solar durante el solsticio de invierno no garantiza que se tenga luz solar durante todo el día.
  - » En la mañana y tarde la sombra de un objeto se extiende aún más hacia el sur hasta el infinito.
- Además, objetos situados al este y al oeste proyectarán sombras dependiendo de la hora del día.

## ELABORACIÓN DEL PLAN DE INSTALACIÓN

Para muros al sur y laterales, se recomienda que el sistema se encuentre 1.5 metros alejado por cada metro de altura del muro (en la dirección de los puntos cardinales) para poder recibir sol de 6 a 8 horas al día durante todo el año. **La distancia mínima de instalación debe ser por lo menos igual a la altura del obstáculo.**

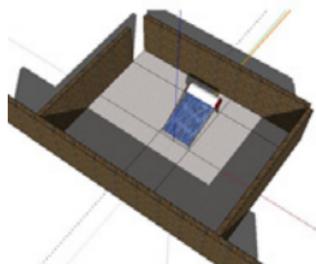


Figura 40. Distancia mínima para muros al sur y laterales.

Aunque en la zona norte del país, arriba del Trópico de Cáncer, el CSA se puede acercar al muro norte, se recomienda dejar espacio suficiente para cualquier maniobra de mantenimiento.

## SELECCIÓN DEL ESPACIO DE INSTALACIÓN

Ejercicio.

- Verificar que la instalación del sistema esté correcta.
- Multiplicar la altura de los obstáculos laterales por 1.5
- Multiplicar la altura del tinaco por 1m hacia el norte (como es una obstrucción angosta, se permite esta condición y no 1.5 veces la altura).

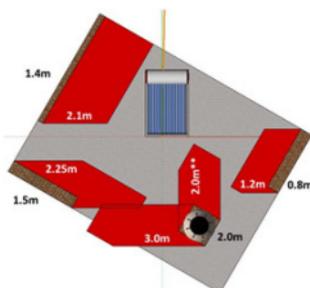


Figura 41. Selección correcta del espacio de instalación.



## CHECK LIST 7

### ELABORACIÓN DE LISTAS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS

El instalador debe contar con los materiales y las herramientas que correspondan al tipo de CSA y materiales empleados en la instalación.

#### HERRAMIENTA Y MATERIALES:

- ✓ Flexómetro.
- ✓ Brújula.
- ✓ Nivel de burbuja.



- ✓ Llaves perica, stillson, mixtas, española, matraca y tambores.
  - ✓ Taladro y brocas.
  - ✓ Cortatubo para tubo de polímero o CPVC.
  - ✓ Arco con segueta o tijeras para tubo de CPVC.
  - ✓ Tanque de gas, cortador de tubo, soldadura, pasta, soplete, boquilla y lija, para tubería de cobre.
  - ✓ Termo fusión para tubo de polímero termosoldable.
  - ✓ Cinta teflón y sellador.
  - ✓ Pegamento para tubo de CPVC.
- MATERIALES QUE PUEDEN SER UTILIZADOS EN LA DESCARGA DE AGUA CALIENTE:
- ✓ Cobre
  - ✓ Tubo tricapa pex-al-pex
  - ✓ Tubo de polímero termosoldable
  - ✓ Tubo CPVC de célula 40 o más grueso.

### IMPORTANTE:

Tomar en cuenta que la acometida general del boiler de la vivienda, suele ser de 3/4". Se debe respetar el diámetro de la acometida general existente.



Fotografía 26. Instrumentos de medición.



Fotografía 27. Llaves.



Fotografía 28. Llave matraca y tambores.



Fotografía 29. Taladro.



Fotografía 30. Tanque de gas, cortador de tubo de cobre, soldadura, pasta y soplete.



Fotografía 31. Cortador de tubo polímero termosoldable, termofusionador y material.



Fotografía 32. Pegamento CPVC, Segueta, cortador de tubo y material CPVC.



Fotografía 33. Tubos de CPVC, Cobre y Polímero Termosoldable.

## EQUIPO DE SEGURIDAD

- ☑ Calzado de Seguridad de punta dura para proteger el pie de caída de equipo pesado.
- ☑ Antiderrapante para mayor seguridad y confianza manio-brando el equipo en las alturas.
- ☑ Lentes o gafas de seguridad para evitar caída de partículas en los ojos. De preferencia oscuras para protegerse de los reflejos de la luz solar.
- ☑ Guantes antiderrapantes para poder agarrar y cargar los equipos así como para evitar quemaduras. Auxiliar en el uso de la herramienta de armado y fontanería.
- ☑ Arnés para situaciones de difícil instalación en donde hay riesgo de caídas con consecuencias graves para el instalador.



Fotografía 34. Casco, guantes y lentes de seguridad.  
Equipo de protección personal.



Fotografía 35. Zapato de seguridad.



Fotografía 36. Escalera Equipo de elevación y  
manipulación.



Fotografía 37. Cuerda Equipo de elevación y  
manipulación.



## CHECK LIST 8

### TRANSPORTE Y MANEJO DEL SCSA

PARA SOLUCIONAR SUS NECESIDADES DE MANEJO, EL INSTALADOR DEBE COMPROBAR:

- Condiciones de acceso
  - ✓ Medio de acceso a la azotea o terraza (escalera, elevador, etc.)
- El instalador deberá preverse en lo siguiente:
  - ✓ Equipos de elevación y manipulación (escaleras, cuerdas, poleas, etc.)
  - ✓ Transporte de los componentes de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Equipo de protección personal: Cascos, guantes, etc.

# INSTALACION DE SCSA



## CHECK LIST 9

### COLOCACIÓN E INSTALACIÓN DE SCSA

La instalación de un SCSA se realiza en varias etapas sucesivas, las cuales deben ser realizadas sin falta. Estos pasos generalmente son recomendados por el fabricante y se registran en un manual o instructivo de instalación.

**TABLA 7.**  
**INSTALACIÓN DE SCSA TERMOSIFÓN DIRECTO.**

Los pasos de montaje se presentan en el siguiente orden

COLECTOR SOLAR PLANO	COLECTOR SOLAR DE TUBOS EVACUADOS
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Trabajos preliminares</li><li>2. Montaje de la estructura portante y fijación</li><li>3. Colocación e instalación de Colector Solar</li><li>4. Montaje de Termotanque</li><li>5. Comprobación de estabilidad del equipo</li><li>6. Conexiones hidráulicas</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Trabajos preliminares</li><li>2. Colocación de la estructura</li><li>3. Instalación de reflectores y accesorios de fijación</li><li>4. Instalación de termotanque</li><li>5. Instalación de tubos evacuados</li><li>6. Conexiones hidráulicas</li></ol>

#### AL INSTALAR UN SCSA SE DEBEN DE SEGUIR LAS SIGUIENTES REGLAS

- No coloque el SCSA directamente sobre el impermeabilizante del techo, ya que el peso puede dañar la capa superior, causando futuras goteras.
- Cerciórese de las características del lugar de instalación
- Elija un lugar para el SCSA lejos de obstáculos que le puedan generar sombras y cerca de una toma de agua.
- Establezca la dirección (sur) con una brújula

Se recomienda tener por lo menos dos personas para hacer la instalación



## INSTALACIÓN:

- Verifique que la presión de trabajo del calentador solar sea mayor a la registrada por el manómetro.
- Una vez elegido un lugar para la instalación, que soporte el peso del equipo, esté cerca del boiler, libre de sombras y orientado al sur correctamente se procede a desempacar el sistema.
  - » Primero se desempaca la estructura y el termotanque para su ensamblaje.
  - » Verificar que todas las piezas estén completas.
- Armado de la estructura:
  - » Se extrae la estructura de su empaque verificando que todas las piezas y tornillería estén completas para armar el equipo.
  - » Se ensambla la estructura conforme a las instrucciones del manual del equipo.
  - » Se recomienda comenzar con las partes laterales y la media luna que sirve de base al termotanque, para posteriormente unir los dos laterales con las traveses correspondientes.
  - » Algunas estructuras necesitan tornillería milimétrica hexagonal que puede ser fácilmente ajustada con dados, matraca y taladro inalámbrico, llave española o perica pequeña.
- Colocación del termotanque:
  - » La estructura tiene dos medias lunas para colocar los termotanques, algunos modelos tienen tornillos para fijarlos en la estructura.
  - » El termotanque se extrae de su empaque y se coloca horizontalmente sobre las medias lunas. Se recomienda no fijar aún los tornillos hasta tener completamente el sistema armado.

- » Si el equipo tiene reflectores, es el momento adecuado para su instalación en la estructura base, no olvidando quitar su protección de plástico azul una vez instalados.

## NOTA:

No desempacar el colector solar (plano o de tubos evacuados) hasta terminar la instalación hidráulica.

- Instalación hidráulica:
  - » Una vez colocada la estructura y termotanque es su lugar se procede a la instalación hidráulica.
  - » Los tipos de tubo que pueden ser utilizados en la descarga de agua caliente, deben ser acordes a las acometidas del termotanque y del calentador de respaldo, son:
    - Cobre de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  " de diámetro mínimo.
    - Tubo tricapa pex-al-pex de diámetro mínimo de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  ".
    - Tubo de polímero termosoldable de diámetro mínimo de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  ".
    - Tubo CPVC de diámetro mínimo de  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  " de célula 40 o más grueso.
  - » Herramienta necesaria:
    - Flexómetro.
    - Nivel de burbuja.
    - Cortatubo de cobre o polímero.
    - Soldador de tubo de cobre, soplete y lija, etc.
    - Termo fusión para tubo plástico.
    - Llave perica.
    - Llave stillson.
    - Equipo de seguridad.
    - Cinta teflón y sellador.

- » Aislamiento térmico:
  - La tubería de descarga de agua caliente se debe aislar con media caña de espuma de poliuretano de al menos  $\frac{1}{2}$  "de espesor para reducir las pérdidas de calor del volumen de agua que se queda atrapado en esta tubería.
- » Distancia entre calentador solar y calentador de gas:
  - Las distancia debe ser lo más cercana posible, si es posible menor a 5 metros, para tener un volumen de agua mínimo en la tubería que por estancamiento tiende a enfriarse rápidamente.
- En muchas de las instalaciones se encuentra que ya hay un calentador de gas o boiler instalado en la casa. El boiler puede ser de almacenamiento, de rápida recuperación o de paso.



Fotografía 38. Analizar el lugar de instalación.



Fotografía 39. Revisar que la altura de la base del tinaco sea la necesaria (Instalaciones con tinaco).



Fotografía 40. Ubicar el sur geográfico.



Fotografía 41. Revise el manual de instalación del fabricante.



Fotografía 42. Revise que todos los elementos del CSA estén presentes y que éstos se encuentren en óptimas condiciones.



Fotografía 43. Despliegue las piezas de la estructura y ubique la tornillería.



Fotografía 44. Arme la estructura y asegure toda la tornillería.



Fotografía 45. Coloque los reflectores y asegure la tornillería (CSA colector de tubos evacuados).



Fotografía 46. Estructura de colector de tubos evacuados armada con colectores colocados.



Fotografía 47. Asegure la estructura del CSA cuidando la integridad del impermeabilizante para evitar filtraciones.

## NOTA:

Algunos pasos son diferentes en el SCSA con colector de tubos evacuados que aquellos con colector plano. La siguiente sección corresponde a CSA de colector de tubos evacuados



Fotografía 48. En CSA con colector de tubos evacuados, una vez instalada la estructura se coloca el termotanque.



Fotografía 49. Revise el nivel de termotanque.



Fotografía 50. Coloque los accesorios de soporte de los tubos evacuados.



Fotografía 51. Coloque lubricante en la boca del tubo así como en el empaque.



Fotografía 52. Introduzca el tubo dentro del termotanque con giros suaves.



Fotografía 53. Asegure el tubo dentro del accesorio de soporte para que quede fijo.

## NOTA:

Esta sección corresponde a la instalación de SCSPA con colector plano.



Fotografía 54. Arme la estructura de soporte.



Fotografía 55. Asegure el colector a la estructura de soporte, orientando el colector hacia el sur.



Fotografía 56. Coloque la válvula anticongelante en el colector.



Fotografía 57. Coloque el termotanque en la estructura.



Fotografía 58. Asegúrese que el CSA esté bien nivelado.



Fotografía 59. Coloque las conexiones del colector hacia el termotanque y viceversa según las instrucciones del fabricante.

## REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR.

Se presenta el esquema básico para prácticas recomendadas en la instalación y verificación de la correcta instalación de SCSA para que funcione con 3 modalidades, las cuales se describen a continuación.

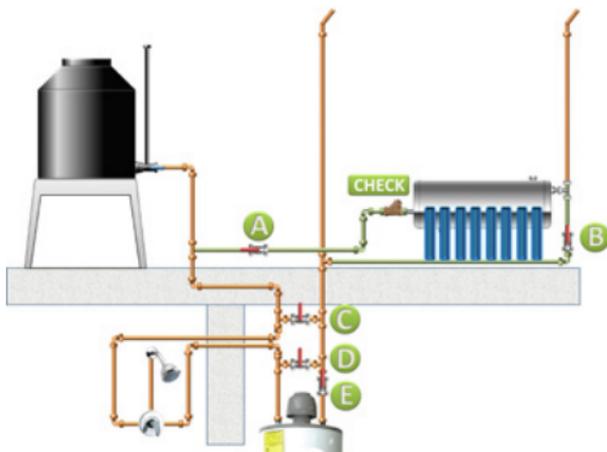


Figura 42. Diagrama de instalación SCSA de baja presión con colector de tubos evacuados.

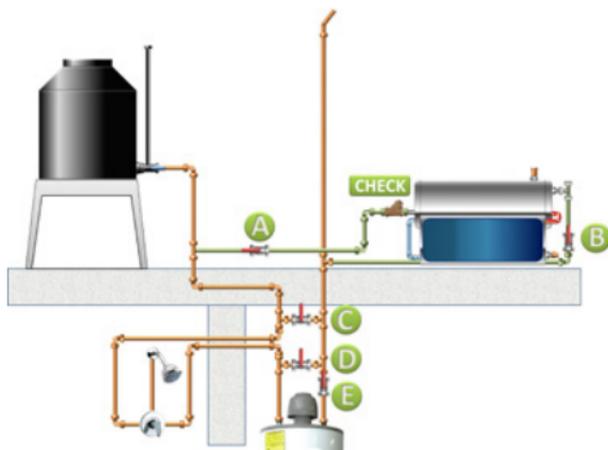


Figura 43. Diagrama de instalación SCSA de baja presión con colector plano.

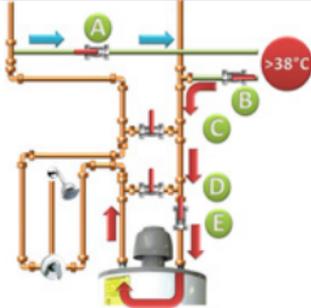
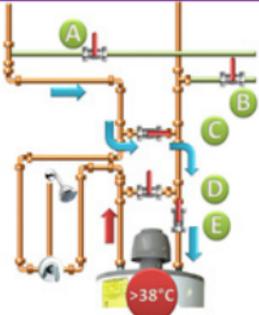
El Sistema de Calentamiento Solar de Agua debe contar por lo menos con las siguientes válvulas:

- A. Válvula de corte en entrada de agua fría al CSA.
  - B. Válvula de corte en salida de agua caliente del CSA.
  - C. Válvula de corte de tubería en desviación de agua fría hacia calentador de respaldo de gas.
  - D. Válvula de corte en bypass o desviación de agua hacia servicios.
  - E. Válvula de corte en bypass o desviación hacia calentador de respaldo de gas.
- Válvula check o anti retorno en la entrada de agua fría al CSA.

De esta forma podemos conseguir las siguientes 3 modalidades:

1. SCSA funcionando CON respaldo de gas.
2. SCSA funcionando SIN respaldo de gas.
3. SCSA anulado, solo funciona el respaldo de gas.

**TABLA 8.**  
**RUTAS Y FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS.**

	FUNCIÓN	ESPECIFICACIONES	RUTA
SERIE	El CSA funcionara <b>CON</b> apoyo de respaldo del Calentador de gas.	A. Abierta. B. Abierta. C. Cerrada. D. Cerrada. E. Abierta.	 <p>Figura 44. CSA con respaldo de gas.</p>
PARALELO	El CSA funcionara <b>SIN</b> respaldo del Calentador de gas.	A. Abierta. B. Abierta. C. Cerrada. D. Abierta. E. Cerrada.	 <p>Figura 45. CSA sin respaldo de gas.</p>
	CSA anulado, solo funciona el respaldo de gas.	A. Cerrada. B. Cerrada. C. Abierta. D. Cerrada. E. Abierta.	 <p>Figura 46. CSA anulado.</p>



La red hidráulica doméstica a la que va conectado el calentador solar puede ser:

- **Tinaco:**  
Presión recomendada al nivel de la azotea:  $200 \text{ gr/cm}^2$ , (2 metros de agua).
- **Hidroneumático:**  
Para mantener la red de agua fría a una presión de confort. La presión en la tubería de agua fría es en promedio  $3 \text{ kg/cm}^2$ . (30 metros de agua). Se utiliza con más frecuencia en instalaciones con cisterna.
- **Tanque elevado:**  
Almacén comunitario de una colonia, fraccionamiento o desarrollo urbano. Presión dependiendo de la altura, puede ser de  $1$  a  $3 \text{ kg/cm}^2$  (de 10 a 30 metros).
- **Presurizador:**  
Bomba que presuriza sólo una parte de la toda la red doméstica. Se utiliza para favorecer el flujo en calentadores de paso. Puede incrementar la presión de trabajo a  $3 \text{ kg/cm}^2$  (30 metros de agua).
- **Presión red municipal:**  
Presión de la red municipal antes de la toma domiciliaria. Puede alcanzar valores de hasta  $7 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **NOTA:**

Por todo lo anterior se hace hincapié que se debe corroborar la presión de operación del CSA.

## CONEXIÓN A TINACO

1. Elevar el tinaco a la altura recomendada por el fabricante.
2. Crear una derivación de la toma de agua fría. Instalar una válvula de corte.
3. Extender la tubería hasta la localización del termotanque. Inmovilizar la tubería si esta es muy larga, permitiendo su desplazamiento longitudinal (expansión térmica lineal).
4. Colocar una válvula de corte de alimentación del agua fría al CSA.
5. Conectar una válvula check en la tubería de alimentación al termotanque, de preferencia en la entrada de agua fría.
6. Instalar el jarro de aire. Modificar el extremo del jarro de aire para evitar la caída de agua caliente sobre el colector solar.
7. Extender y fijar los demás jarros de aire existentes.
8. Verificar que estén bien conectadas la válvula de purga y el ánodo de sacrificio.

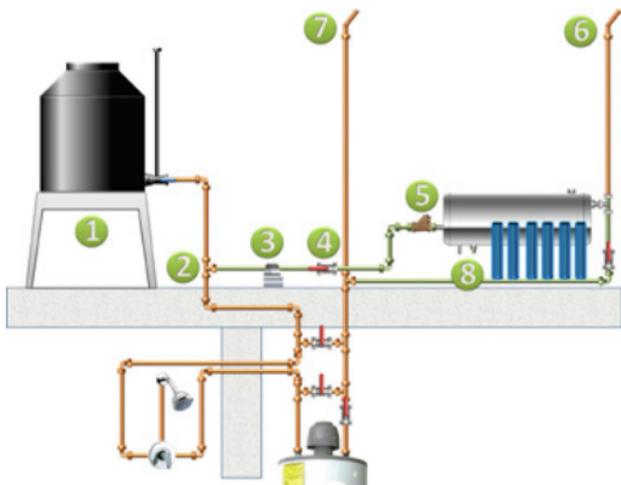


Figura 47. Conexión a tinaco CSA colector de tubos evacuados.

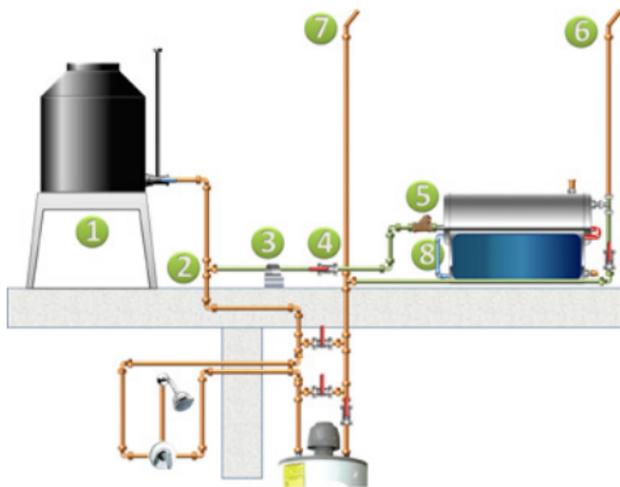


Figura 48. Conexión a tinaco CSA colector plano.

## INSTALACIÓN DE UN EQUIPO PRESURIZADO

1. Ubicar la fuente de presión de agua, como hidroneumático, tanque elevado, o directo de la calle, se debe verificar la presión hidráulica.
2. Verifique la presencia de la válvula de sobrepresión en el boiler y su presión de trabajo.
3. Ubicar la línea de agua presurizada más cercana a la zona de instalación.
  - » Corte al fuente de presión e instala una derivación.
  - » Instale la válvula de corte.
  - » Conecte un manómetro en la línea de agua hacia el calentador solar antes de instalarlo.

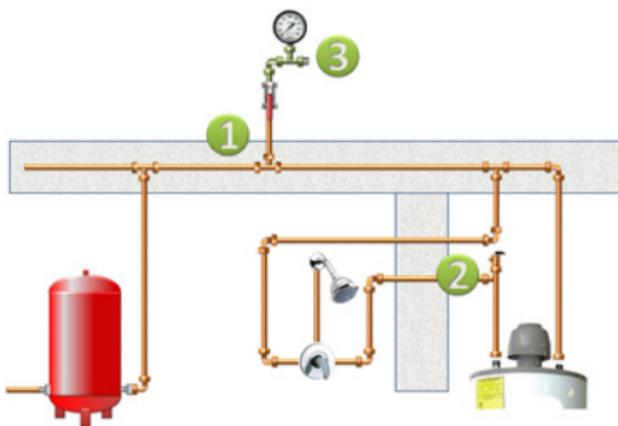


Figura 49. Ubicación de la fuente de presión de agua.

## CONEXIÓN A LÍNEA PRESURIZADA

1. Crear una derivación en la toma más accesible de agua presurizada en la azotea. Instalar una válvula de corte.
2. Extender la tubería hasta la localización del termostanque. Inmovilizar la tubería si esta es muy larga, permitiendo su desplazamiento longitudinal (expansión térmica lineal).
3. Conectar una válvula check en la tubería de alimentación al termostanque, de preferencia en la entrada de agua fría.
4. En algunos sistemas existe un niple para la válvula de purga de aire o venteo, se debe entonces instalar este accesorio.
5. Instalar la válvula de seguridad de presión/temperatura en el niple correspondiente.
6. Se deja instalada la válvula de seguridad del boiler.
7. Verificar que estén correctamente conectados la válvula de purga y el ánodo de sacrificio.

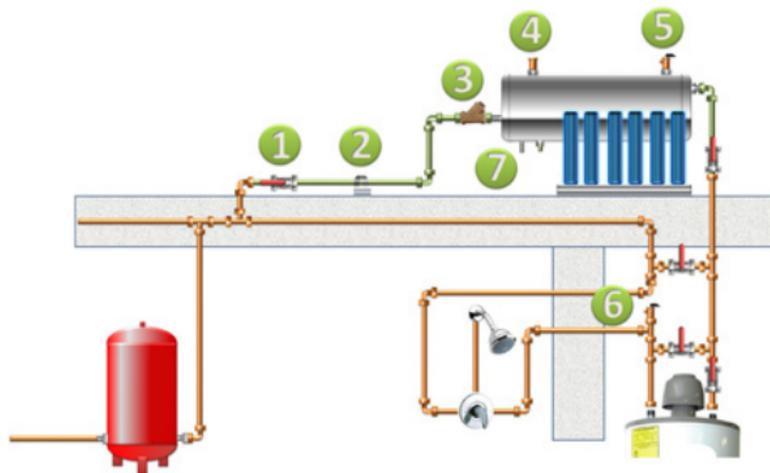


Figura 50. Conexión de CSA de tubos evacuados a una línea presurizada.

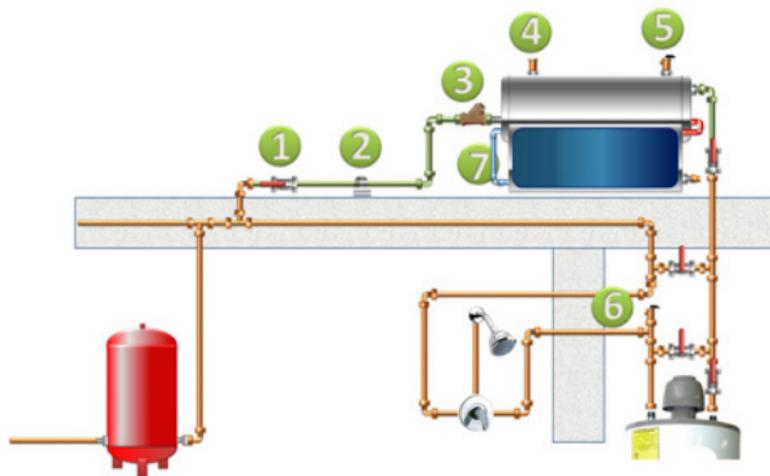


Figura 51. Conexión de CSA con colector plano a una línea presurizada.



## CHECK LIST 10

### **PUESTA EN SERVICIO DE SCSA**

El instalador debe seguir las siguientes reglas:

- El llenado debe tener lugar durante las horas de sol bajo, de lo contrario, debe cubrir el colector con anterioridad para evitar choques térmicos.
- Para las áreas con riesgo de heladas, utilice un anti-congelante en el canal indirecto en equipos de calentamiento indirecto. El anticongelante debe ser mezclado con agua antes de llenar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- El llenado de los circuitos hidráulicos depende del tipo de Calentador Solar (directo o indirecto).

La siguiente tabla resume los pasos de llenado de acuerdo al tipo de Sistema de Calentamiento Solar de Agua.

**TABLA 9.  
PASOS DE LLENADO DE SCSA SEGÚN SU TIPO.**

SCSA CIRCUITO ABIERTO Llenado del termotanque	SCSA CIRCUITO CERRADO Llenado de circuito cerrado
Abra al menos un grifo de agua caliente en la casa.	Rellene cerrado un anticongelante y agua destilada en proporciones determinadas por el fabricante del sistema
Abrir la entrada de agua fría en el termotanque.	Enjuague y llene con la mezcla de anticongelante, lo que garantiza la eliminación regular y completa de aire
Deje abierta la llave de agua caliente hasta que salgan las burbujas de aire. A continuación, cierre la llave y deje aumentar la presión del termotanque.	Verifique la presión nominal de carga fría
Revise todas las conexiones en busca de fugas, ajuste si es necesario	La presión debe permanecer constante durante unos pocos minutos para asegurar la ausencia de fugas del circuito cerrado

# ENTREGA DE LA INSTALACIÓN DEL SCSA



## CHECK LIST 11

### **RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN POR EL CLIENTE O SUPERVISOR DE OBRA**

El instalador deberá realizar las siguientes tareas:

- Entregue la garantía al cliente, que debe incluir la siguiente información:
  - ✓ Nombre y apellidos del cliente.
  - ✓ Dirección y teléfono.
  - ✓ Instalador.
  - ✓ Fecha de instalación.
  - ✓ Firma de proveedor.
  - ✓ Firma de instalador.
  - ✓ Firma de cliente.
  - ✓ Fecha probable del primer mantenimiento.
- Conserve una copia de la garantía.



# 3

## TERCERA PARTE PRÁCTICAS PROHIBIDAS Y REQUISITOS PARA UNA BUENA INSTALACIÓN

Esta parte incluye un listado de problemas de instalación comunes con los que el instalador o usuario se podrían encontrar, así como sus causas y soluciones.

También se enlistan algunas prácticas prohibidas, con sus respectivas alternativas.

**Prácticas prohibidas:** describen los errores que pudiera cometer el instalador durante la instalación, se deben evitar estas prácticas para asegurarse de que su instalación cumpla con las normas vigentes.

**Alternativas:** cuales son las soluciones a seguir para evitar errores de instalación, a menudo estas alternativas no son más caras, pero si más adecuadas.

**TABLA 10.**  
**PRÁCTICAS PROHIBIDAS DE INSTALACIÓN Y ALTERNATIVAS.**

	PRÁCTICA PROHIBIDA	ALTERNATIVA
TRANSPORTE Y MANEJO DE EQUIPOS	<p>Subir a la azotea los equipos sin tener en cuenta medidas de seguridad. La caída de un equipo puede causar daños en los componentes y accidentes en ocasiones graves.</p>  <p>Fotografía 60. Elevación sin asegurar el equipo.</p>	<p>Utilizar como apoyo, escaleras, cuerdas, poleas, guantes, etc.</p>  <p>Fotografía 61. Uso de cuerda para asegurar equipo.</p>
SOMBRAS	<p>Las barreras y obstáculos pueden reducir significativamente la cantidad de energía capturada. Se debe considerar elementos como vegetación y otros edificios en la planeación de la instalación.</p>  <p>Fotografía 62. Colector solar con sombra.</p>	<p>El instalador debe colocar el Calentador Solar de Agua lejos de obstáculos y seguir las reglas de orientación.</p>  <p>Fotografía 63. Colector solar sin sombra.</p>



**TABLA 10.**  
**PRÁCTICAS PROHIBIDAS DE INSTALACIÓN Y ALTERNATIVAS.**

	PRÁCTICA PROHIBIDA	ALTERNATIVA
PROTECCIÓN DE TUBERÍAS	<p>Dejar las tuberías expuestas a la pérdida de calor y riesgos externos (lluvia, rayos UV, roedores y aves)</p>	<p>Utilizar materiales resistentes a altas temperaturas, a los rayos UV así como al desgaste, o bien, acondicionar los materiales dándoles un aislamiento térmico y aplicando una capa de pintura para prevenir el desgaste por rayos UV.</p>
	 <p>Fotografía 64. Tubería sin aislamiento térmico.</p>	 <p>Fotografía 65. Tubería aislada.</p>
	PRÁCTICA PROHIBIDA	ALTERNATIVA
NIVELACIÓN	<p>En calentador mal nivelado tendrá un mal funcionamiento y bajo rendimiento.</p>	<p>Comprobar siempre el nivel de losa antes de fijar el Calentador Solar para, en caso de ser necesario, hacer los ajustes</p>
	 <p>Fotografía 66. Termotanque a desnivel.</p>	 <p>Fotografía 67. Termotanque nivelado</p>

**TABLA 10.**  
**PRÁCTICAS PROHIBIDAS DE INSTALACIÓN Y ALTERNATIVAS.**

	PRÁCTICA PROHIBIDA	ALTERNATIVA
MATERIALES	<p>Los tricapa no soportan temperaturas superiores a los 90°C, por lo que se debe evitar en la salida de agua caliente y jarro de aire del Calentador Solar de Agua.</p>	<p>Usar materiales resistentes a las altas temperaturas como podría ser el cobre.</p>
	 <p>Fotografía 68. Materiales resistentes a altas temperaturas.</p>	
AGUA CALIENTE	<p>No toque el agua caliente que sale del Calentador solar directamente. Esta puede alcanzar temperaturas superiores a los 70°C. El riesgo de sufrir quemaduras graves es potencialmente alto.</p>	<p>Canalice el agua caliente hacia mezcladoras y no a llaves de alimentación directa, ya que expone al usuario a riesgo de quemaduras.</p>
	 <p>Fotografía 69. Llave de nariz directa agua caliente.</p> <p>Fotografía 70. Mezcladora de agua caliente</p>	



**TABLA 10.**  
**PRÁCTICAS PROHIBIDAS DE INSTALACIÓN Y ALTERNATIVAS.**

	PRÁCTICA PROHIBIDA	ALTERNATIVA
FIJACIÓN	<p>Es indispensable fijar el Calentador Solar de Agua a la azotea para resistir el clima. Una sujeción inapropiada puede dañar el impermeabilizante y causar goteras.</p>	<p>Una alternativa para instalaciones de mayor tamaño es poner una capa de concreto adicional para fijar la futura instalación sin perforar la azotea.</p>
	 <p>Fotografía 71. Anclaje directo a losa.</p>	 <p>Fotografía 72. Anclaje en calzas coladas en sitio.</p>
CONEXIONES	<p>Una selección descuidada de los materiales podría causar incompatibilidad entre los componentes, causando fugas y deterioro.</p>	<p>El instalador debe asegurarse de la perfecta compatibilidad de los materiales que formarán parte de la instalación. Las soldaduras en un circuito solar deben soportar altas temperaturas.</p>
	 <p>Fotografía 73. Mala integración de materiales en conexiones.</p>	 <p>Fotografía 74. Conexiones con uso adecuado de materiales.</p>

**TABLA II.  
BUENAS PRÁCTICAS DE INSTALACIÓN.**

MANUALES	Asegúrese de seguir el manual de instalación de fabricante.
ORIENTACIÓN	Siempre oriente el CSA hacia el sur geográfico (con una desviación máxima de 10°).
INCLINACIÓN	La inclinación que debe mantener la estructura del CSA es la que corresponda a la latitud del lugar +/- 10°. La República Mexicana está situada entre los paralelos 14° 28' y 32° 43' 35" de latitud norte.
SOMBRAS	Ubique el CSA en una zona libre de sombras.
EN EQUIPOS CON TINACO	Asegúrese de que la base del tinaco está ubicada por lo menos 30cm por encima del termotanque.
PRESIÓN	Asegúrese de que el CSA soporte la presión hidráulica sin sufrir daños.
CONDICIONES DEL CSA	Revise que el CSA esté libre de golpes, deformaciones, corrosión, etc.
ANCLAJE	Ancle el CSA a la azotea sin perjudicar la impermeabilización. Asegúrese de que todos los elementos estén bien fijados y no corran riesgo de desprendimiento.
VÁLVULAS	Coloque <b>válvula de corte en la entrada y salida del CSA</b> para poder aislarlo y darle mantenimiento.
	Coloque <b>válvula anti retorno CHECK</b> en la entrada de agua fría del termotanque para evitar el vaciado del termotanque.
	Coloque una <b>válvula de drenado</b> que permita vaciar el termotanque en caso de posibles reparaciones o mantenimiento.
	Coloque <b>jarro de aire o válvula eliminadora de aire</b> en la parte más alta del CSA y que soporte las altas temperaturas.
	Coloque <b>válvula anticongelante en CSA planos</b> , esta permite la descarga de agua cuando alcance una temperatura mejor a los 5°C para prevenir daño por congelamiento.



**TABLA II.  
BUENAS PRÁCTICAS DE INSTALACIÓN.**

VÁLVULAS	Coloque <b>Válvulas de BY-PASS</b> que permitan las siguientes 3 modalidades:
	1.-CSA funcionando con respaldo de gas.
	2.-CSA funcionando sin respaldo de gas.
TUBERÍA	3.-CSA anulado, solo funciona el respaldo de gas.
	Instale la tubería con el recorrido más corto y directo posible.
	Utilice materiales resistentes a las altas temperaturas, UV, presión hidráulica e intemperie.
PUESTA EN SERVICIO	Aísle la tubería metálica de agua caliente para evitar pérdidas de calor.
	Evite llenar el CSA durante las horas de máxima exposición solar, o manténgalos cubiertos para evitar choques térmicos en tubos evacuados y deformaciones en colectores planos.
ENTREGA	Entregue el equipo junto con el manual de operación y mantenimiento, así como la garantía..





# 4

## CUARTA PARTE CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA.

Mantenimiento y revisión de los calentadores de agua solares

Esta parte se refiere a los requisitos que se deben seguir por el instalador y el cliente para garantizar un mejor uso del Calentador Solar de Agua, estos requisitos son de tres tipos:

1. La atención de rutina proporcionada por el cliente.
2. El mantenimiento preventivo realizado por el instalador durante las visitas periódicas.
3. Mantenimiento correctivo proporcionada por el instalador en caso de fallo.

Los sistemas solares son contruidos para durar tanto como cualquier sistema de fontanería; deben estar diseñados para soportar los elementos, son fiables y requieren poco mantenimiento.

Las revisiones de rutina detectarán a tiempo cualquier problema en el Calentador Solar de Agua. Un mantenimiento a tiempo mejorará su rendimiento y prolongará su vida útil.

## ATENCIÓN DE RUTINA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

El instalador debe aconsejar a su cliente, hacer las siguientes observaciones, para evitar visitas innecesarias que el cliente puede realizar por su cuenta.

- Después de tormentas, verificar que el colector se encuentre íntegro, sin vidrios o tubería dañados.
- Limpiar el colector solar periódicamente (al menos una vez al mes) con un paño y agua jabonosa.
- Verificar si existe alguna posible fuga.
- En colectores planos, vigilar si existe humedad. Si este es el caso, comprobar la junta entre el marco y el cristal.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPORCIONADO POR EL INSTALADOR DURANTE LAS VISITAS PERIÓDICAS CUBIERTAS POR LA GARANTÍA

Importante: Corte el suministro de agua fría antes de realizar cualquier trabajo y verifique lo siguiente:

- La inspección visual de las tuberías, accesorios y piezas especiales.
- Verificación del aislamiento y protecciones.
- Limpieza general según sea necesario.
- El mantenimiento de la condición de la estructura.
- Presencia de óxido.
- En lugares donde el agua tiene alta carga de minerales y partículas suspendidas, se recomienda el drenaje regular y la limpieza del tanque (al menos cada seis meses). La eliminación del depósito de sedimentos mantiene el sistema funcionando, evita el riesgo de obstrucción de tubería y el riesgo de crecimiento de bacterias.



## MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROPORCIONADO POR EL INSTALADOR EN CASO DE AVERÍA

### IMPORTANTE:

El agua estancada en los colectores puede alcanzar temperaturas de incluso 100°C, siendo un peligro latente de quemaduras graves por lo que se recomienda utilizar guantes y paños para cubrir las partes que están en contacto con el agua caliente, mientras es realizada la maniobra.

Por las mismas razones y para evitar un choque térmico entre los componentes que pueda dañar el sistema, se recomienda no cargar con agua un sistema que fue drenado durante las horas de sol directo.

**TABLA 12.**  
**AGUA A BAJA TEMPERATURA.**

FUENTE PROBABLE	ACCIONES
<b>Estrangulamiento: Existe un bloqueo entre el termotanque y el colector</b>	Para confirmar esta teoría, coloque su mano sobre el colector, si la temperatura es alta, es un indicio de obstrucción.
<b>Obstrucción por depósito de sarro: El sarro puede formarse en la válvula check evitando que esta funcione correctamente.</b>	Abra la válvula y retire los depósitos de sarro sin dañar la junta o resorte de la válvula. Compruebe el correcto funcionamiento de la primera. Un descalcificador puede ayudar a limpiar los componentes.
<b>Pérdida de calor</b>	Compruebe si el colector está bien nivelado o si hay nuevos obstáculos produciendo sombra sobre éste. Compruebe si los tubos han perdido vacío o si se encuentran saturados de sarro.
<b>Fugas</b>	Si existen fugas en la conexión entre el colector y el termotanque, revise los sellos. Revise fugas en el termotanque, si existe una fuga en el ánodo de sacrificio, reemplácelo.

**TABLA 13.**  
**MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÍNIMO.**

<b>LIMPIEZA</b>	» Limpiar el colector solar periódicamente	<i>de 1 a 3 meses</i>
<b>SARRO</b>	» Purgar el sistema periódicamente	<i>de 6 meses a un año</i>
	» Revisar el jarro de aire en sistemas con tinaco	
	» Revisar el funcionamiento de las válvulas check, purga de aire y de seguridad	
	» Crear una solución ácida con vinagre en el termotanque	
<b>CORROSIÓN</b>	» Revisar el ánodo de sacrificio en cada purga, cambiarlo si se ha consumido por completo	<i>de 6 meses a un año</i>

**TABLA 14.**  
**PROBLEMAS COMUNES EN LOS CALENTADORES SOLARES DE AGUA Y SUS POSIBLES CAUSAS.**

<b>DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN (48 HRAS SIN EXTRACCIÓN DE AGUA)</b>		
<i>El agua del termo tanque no calienta.</i>		
<b>CAUSAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Sistema con sombra</li> <li>» Sistema mal orientado</li> <li>» Mal funcionamiento en colector solar: Mangueras tapadas, Tubos evacuados rotos</li> </ul>	
<i>El agua del termotanque está caliente, pero sale fría por la regadera.</i>		
<b>CAUSAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Mezclado de agua fría y caliente en el boiler</li> <li>» Excesiva distancia entre el boiler y el baño</li> </ul>	
<i>El agua caliente no sale con buen flujo</i>		
<b>CAUSAS:</b> (Tinaco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>» El tinaco no está elevado del nivel del techo</li> <li>» No se instaló adecuadamente el jarro de aire</li> <li>» El boiler resiste al paso del agua</li> </ul>	
(Hidroneumático)	» Falla en la presión del hidroneumático	



**TABLA 14.**  
**PROBLEMAS COMUNES EN LOS CALENTADORES SOLARES DE AGUA Y SUS POSIBLES CAUSAS. (CONTINUACIÓN)**

CON EL PASO DEL TIEMPO	
<i>El agua del termo tanque no calienta.</i>	
CAUSAS:	» Colector solar sucio » Colector solar tapado de sarro » Tubos evacuados que perdieron el vacío
<i>El agua del termotanque está caliente, pero sale fría por la regadera.</i>	
CAUSAS:	» Tubo de agua caliente tapado por sarro
<i>El agua caliente no sale con buen flujo</i>	
CAUSAS: (Tinaco)	» El jarro de aire se ha tapado con sarro (Peligro de integridad del termotanque) » El tubo de agua caliente está tapado con sarro
(Hidroneumático)	» El tubo de agua caliente está tapado con sarro
<i>Hay agua en la azotea</i>	
CAUSAS:	» Fugas en las uniones de la tubería » Termotanque con picaduras por corrosión » Rotura de colector solar por congelamiento » Agua caliente en tubería de agua fría



## CONCLUSIONES

- Es necesario incrementar la difusión y capacitación en las buenas prácticas de la instalación de los Sistemas de Calentamiento Solar de Agua, esta guía contribuye a lograr ese objetivo.
- La guía se elaboró tomando las bases técnicas de diversos documentos institucionales elaborados para la certificación de instaladores de calentadores solares de agua, certificación de CSA y cursos especializados en la instalación y verificación de estas instalaciones.
- Esta guía proporciona los pasos y secuencias correctas para una buena instalación de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua con diferentes opciones de funcionamiento, como son el operar con o sin el respaldo de un calentador de gas.
- De acuerdo con la consulta a personal de diferentes instituciones directamente comprometidas con la calidad, se manifiesta que esta Guía es una herramienta competitiva para orientar y conducir en las buenas prácticas de una instalación de SCSA.
- Esta guía está diseñada para que pueda ser consultada por un amplio grupo de personas con diferentes perfiles que ejecuten, supervisen y verifiquen las instalaciones de Sistemas de Calentamiento Solar de Agua.
- Esta guía pone énfasis en la instalación correcta de SCSA individuales en viviendas unifamiliares de programas como el de Hipoteca Verde del INFONAVIT.

# BIBLIOGRAFÍA

1. *Check List* para verificadores de Calentadores Solares de Agua (CSA) de Hipoteca Verde, INFONAVIT, 2012.
2. Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda (DTES-TV), CONUEE, 2010.
3. Estándar de Competencia Laboral EC0325 “Instalación de sistema de calentamiento solar de agua termosifónico en vivienda sustentable”, CONOCER, 2013.
4. *Guide d’installation des Chauffe-Eau Solaires Individuels*, realizado por la GIZ, Agencia Nacional de la Gestión de la Energía en Túnez y la Cámara Sindical de Energías Renovables de Túnez, 2010.
5. Norma Mexicana NMX-ES-002-NORMEX-2007, “Energía Solar-Definiciones y Terminología”.
6. Norma Mexicana NMX-ES-004-NORMEX-2010 “Energía Solar - Evaluación Térmica de Sistemas Solares para Calentamiento de Agua – Método de Prueba”.
7. Notas de curso para instaladores de calentadores solares (GIZ), 2010.
8. Notas de curso para verificadores de calentadores solares (GIZ), 2013.
9. Notas del Curso de Capacitación “Estándar de Competencia EC0325 “Instalación de Sistema de Calentamiento Solar de Agua Termosifónico en Vivienda Sustentable.” Requisitos mínimos. Centro de Evaluación y Capacitación en Energías Renovables, RENOMEX, 2013.
10. Requisitos mínimos para la instalación de Calentadores Solares de Agua en Viviendas Nuevas Unifamiliares y Dúplex del Programa Hipoteca Verde, 30 junio 2010.
11. UNE94002: 2005, “Instalaciones solares térmicas de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica, 2005.

# ABREVIATURAS

ANES	Asociación Nacional de Energía Solar
BMUB	Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear.
CONOCER	Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CSA	Calentador Solar de Agua
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
RENOMEX®	Centro de Evaluación y Capacitación en Energías Renovables
SCSA	Sistema de Calentamiento Solar de Agua

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

## **Colector solar**

Colector solar térmico-Calentador solar- Panel- Panel solar.

Dispositivo diseñado para absorber radiación solar y transferir la energía térmica producida a un fluido de trabajo.

## **Colector solar plano**

Colector solar sin concentración, en el cual la superficie absorbente es esencialmente plana.

## **Colector de tubos evacuados**

Colector al vacío que emplea tubos transparentes (usualmente de vidrio) con un espacio al vacío entre la pared del tubo y el absorbedor.

**Nota:** El absorbedor puede ser de forma tubular o de otra forma, con el propósito de extraer la energía térmica captada.

## **Sistema de calentamiento solar**

Sistema compuesto por colectores solares y otros componentes para el aprovechamiento de energía térmica.

## **Sistema conectado en serie**

Sistema de calentamiento solar en el cual el fluido a ser calentado pasa directamente del punto

de suministro a través del colector al dispositivo de almacenamiento o a un calentador que emplea una fuente auxiliar de calor o a un punto de uso.

## **Sistema circulante**

Sistema en el que el fluido de transferencia de calor circula entre el colector y un dispositivo de almacenamiento o intercambiador de calor durante los periodos de operación.

**Nota:** La circulación se lleva al exterior mediante una bomba o ventilador o por convección natural.

## **Sistema con circulación forzada.**

Sistema que utiliza una bomba o un ventilador para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del (de los) colector (es).

## **Sistema termosifón**

Sistema que sólo utiliza los cambios de densidad del fluido de transferencia de calor para lograr la circulación entre el colector y el dispositivo de almacenamiento o entre el colector y el intercambiador de calor.

### **Sistema directo**

Sistema de calentamiento solar en el que el agua caliente que será consumida o circulada directamente en los diferentes pasos a través del colector.

### **Sistema indirecto**

Sistema de calentamiento solar en el que un fluido de transferencia de calor es diferente al agua y será consumido o circulada en los diferentes pasos de uso de calor a través del colector.

### **Sistema cerrado**

Sistema sellado-Sistema sin ventilación o escape.

Sistema en el cual el fluido de transferencia de calor está completamente aislado de la atmósfera. Este fluido no tiene contacto con la atmósfera.

### **Sistema abierto**

Sistema en donde el fluido de transferencia de calor está en contacto con la atmósfera.





# GUÍA DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR DE AGUA PARA VIVIENDA UNIFAMILIAR

